

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



Faculté des Sciences Biologiques et Sciences Agronomiques  
Département de Biologie Animale et Végétale

## Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du Diplôme de Master en sciences biologiques.

Spécialité : Biologie et Physiologie de la Reproduction (BPR)

### Thème

**Etude des effets de l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* sur  
la structure testiculaire et épидидymaire des lapins mâles  
prépubères de la population locale.**

Présenté par : M<sup>elle</sup> CHEKRI Synia

*Soutenu devant le jury composé de :*

M<sup>elle</sup> CHOUGAR S. « Maître assistante A UMMTO » ..... présidente  
M<sup>me</sup> LAKABI L. Ep. AHMANACHE. « Maître de conférence A UMMTO » ..... Promotrice  
Mme AKDADER S. « Maître de conférence B UMMTO » ..... Co-promotrice  
Melle GUERMAH D « Maître de conférence B UMMTO » ..... Examinatrice

2021/2022

## *Remerciements*

*Avant tout je tiens à exprimer mes vifs remerciements à Madame LAKABI L. Ep. AHMANACHE, qui m'a fait l'honneur d'accepter d'être ma promotrice, de me diriger tout au long de mon travail et pour toute l'aide et le temps qu'elle m'a consacrée. Je vous remercie très sincèrement pour votre patience.*

*Toute notre gratitude s'adresse aussi à notre co-promotrice M<sup>me</sup> AKDADER pour son aide et sa contribution à la réussite de ce modeste mémoire.*

*A M<sup>elle</sup> CHOUGAR S qui ma fait l'honneur d'accepter de présider ma soutenance, mes sincères remerciements et mon immense gratitude.*

*Ma grande reconnaissance et la marque de mon profond respect à M<sup>elle</sup> GUERMAH D. pour avoir accepté d'examiner mon travail.*

*Je remercie vivement l'équipe de la coopérative agricole de L'ITMAS de Boukhalfa (TO) ainsi toute l'équipe du laboratoire de recherche du professeur MEDJDOUB BENSAAAD F. qui a contribué à l'accomplissement de ce modeste travail, un grand merci.*

## *Dédicaces*

*Parce qu'on ne fait rien seul, il est impératif de remercier dieu pour tout en premier lieu puis,...*

*La vie a fait que tu ne sois pas là le jour de ma soutenance, toi la femme qui m'avait mise au monde et m'avait tant donné pour en arriver là où je suis maintenant, je te suis tellement reconnaissante « YEMMA », et ce modeste travail n'égalise nullement combien tu comptes pour moi et aussi ta présence instantanée dans mes pas de ma vie et ta veillance dans le haut delà sur moi mais voilà je pensais à toi à chaque lettre que je mettais dedans et c'est grâce à toi et pour toi ce dont je fais preuve aujourd'hui et j'espère de tout cœur que t'en es bien fière de moi. Que la terre te soit légère et que le paradis soit ta demeure éternelle.*

*Mon unique sœur Chafia, mon soutien quotidien, celle qui ne cesse de m'orienter et m'accompagne dans chaque pas de ma vie, merci pour tout ; tu es source de réconfort et de confort.*

*Mon unique frère Remdane, mon espoir dans la vie, celui qui m'offre un excès de béatitude et sur lequel je m'époule sans s'inquiéter, tu représentes mon bras droit.*

*Mon père qui malgré sa maladie essaye de subvenir à nos besoins quotidiens, merci du fond du cœur.*

*Ma meilleure amie Dida Ait Dehmane, on n'est sûrement pas des soeurs biologiques mais la vie nous a réunies et c'est tellement une énorme chance de t'avoir à mes côtés.*

*Ma chère cousine Katia, non seulement les liens du sang mais tu es aussi une très bonne amie que je sens chanceuse d'en avoir, merci du fond du cœur.*

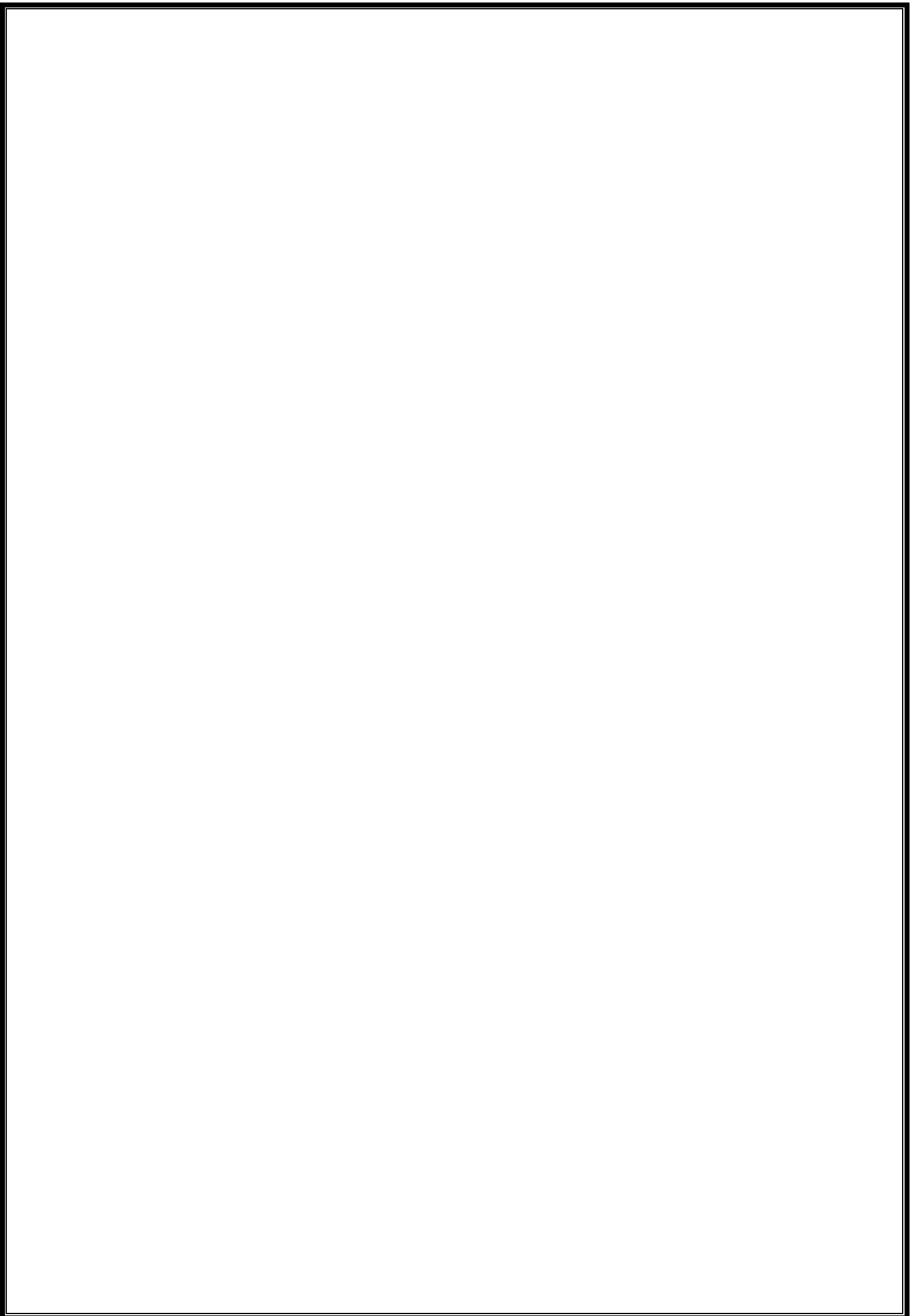
*Une amie en or ; Tidia Laliam, la source du bien-être et de bonne humeur.*

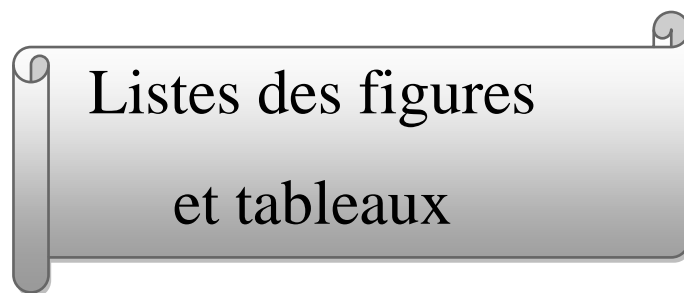
*Mes ami(e)s qui ne cessent d'embellir mes journées.*

*Mes camarades qui ont travaillé avec madame LAKABI, merci pour l'entre aide.*

*En fin, toutes personnes que j'ai croisées au cours de mon parcours scolaire puis universitaire, merci pour chaque instant que vous m'avez accordé, vous m'avez enseigné.*

*CH. SYNIA*





Listes des figures  
et tableaux

<b>Figure 1:</b> Appareil génital du lapin mâle ( Barone et <i>al.</i> , 1973) .....	4
<b>Figure 2:</b> Structure intra-testiculaire (Muller et clos, 1997 Modifié).....	6
<b>Figure 3:</b> Détail d'une portion de tubule séminifère de lapin (Junqueira et Carneiro, 2007). .....	7
<b>Figure 4:</b> Structure de la cellule de Sertoli (Russell et Griswold, 1993).....	8
<b>Figure 5:</b> Spermatozoïde des mammifères (Le Moigne et Foucrier, 2009). .....	10
<b>Figure 6:</b> Ultra structure d'une portion du tube séminifère (Banks, 1993). .....	11
<b>Figure 7:</b> Vascularisation du testicule (Gouaze, 1998) .....	13
<b>Figure 8:</b> Schéma d'un épидидyme (Glover et Nicander, 1971; Hamilton, 1990). .....	14
<b>Figure 9:</b> Représentation schématique de l'épithélium épидидymaire (Girouard, 2009) .....	15
<b>Figure 60:</b> Evolution du poids des testicules chez le jeune mâle entre 20 et 180 jour (Prud'hon, 1973 cité par Lebas, 2009).....	22
<b>Figure 11:</b> Différentes étapes de la spermatogenèse (Adaptée d'Allais-Bonnet et Pailhoux, 2014).....	24
<b>Figure 12:</b> Etapes de la spermiogenèse (Soboha, 2004). .....	25
<b>Figure 13 :</b> Stéroïdogenèse dans les cellules de Leydig et aromatisation dans les cellules de Sertoli (Thibault et Levasseur, 2001). .....	27
<b>Figure 14 :</b> Représentation schématique de l'épithélium sécrétoire épидидymaire (Rejraji et Drevet, 2004).....	29
<b>Figure 15 :</b> Axe-hypothalamo-hypophysio-testiculaire et régulation de la fonction testiculaire (Christiansen et <i>al.</i> , 2002). .....	31
<b>Figure 16 :</b> Photo des cages (Originale, 2022). .....	35
<b>Figure 17:</b> Lapins mâles de la population locale/souche synthétique âgés de trois mois (Originale, 2022). .....	36
<b>Figure 18 :</b> A : Arbre d' <i>Eucalyptus globulus</i> B : Feuilles d' <i>Eucalyptus globulus</i> (Originale, 2022).....	37
<b>Figure 19 :</b> Pesé et administration de l'huile essentielle « <i>Eucalyptus Globulus</i> » (Originale, 2022). .....	40
<b>Figure 20 :</b> Lapin sacrifié et prise du sang (Originale, 2022).....	40
<b>Figure 21 :</b> Prélèvement des organes (Originale, 2022).....	41
<b>Figure 22 :</b> Fixation des organes par le Bouin Hollande sublimé (Originale, 2022).....	42
<b>Figure 23 :</b> Série de bains de déshydratation et éclaircissement des gonades.....	42
<b>Figure 24 :</b> Imprégnation des cassettes contenant les testicules et épидидymes dans de la paraffine fondue dans l'étuve (Originale, 2022) .....	43

<b>Figure 25 :</b> Inclusion des cassettes contenant des gonades dans des moules à paraffine (Originale, 2022).....	44
<b>Figure 26 :</b> Bloc réfrigéré (Originale, 2022) .....	44
<b>Figure 27:</b> Dispositif de la coupe, microtome (Originale, 2022) .....	44
<b>Figure 28 :</b> photographie d'une série de coloration topographique.....	45
<b>Figure 29 :</b> Représentation graphique des valeurs moyennes du poids corporel des lapins prépubères traités par l'huile essentielle de l' <i>Eucalyptus globulus</i> .....	47
<b>Figure 30 :</b> Représentation graphique des valeurs moyennes de poids testiculaire des lapins prépubères traités par l'huile essentielle de l' <i>Eucalyptus globulus</i> .....	48
<b>Figure 31 :</b> Evolution du poids testiculaire droit et gauche.....	49
<b>Figure 32 :</b> Poids relatif des testicules des lapins âgés de 3 mois traité par les l'huile essentielle <i>Eucalyptus globulus</i> .....	50
<b>Figure 33 :</b> Représentation graphique des valeurs du volume testiculaire total chez les lapins de 3 mois traités par le l'huile essentielle d' <i>Eucalyptus globulus</i> .....	51
<b>Figure 34 :</b> Représentation graphique des valeurs du volume testiculaire gauche et droit chez les lapins prépubères traité par l'huile essentielle de l' <i>Eucalyptus globulus</i> .....	51
<b>Figure 35 :</b> Représentation graphique des valeurs épидидymaire total chez les lapins de 3 mois traités par le l'huile essentielle d' <i>Eucalyptus globulus</i> .....	52
<b>Figure 36 :</b> Représentation graphique des valeurs épидидymaire gauche et droit chez les lapins de 3 mois traités par le l'huile essentielle d' <i>Eucalyptus globulus</i> .....	53
<b>Figure 37 :</b> Poids relatif des épидидymes des lapins âgés de 3 mois traité par les l'huile essentielle <i>Eucalyptus globulus</i> .....	53
<b>Figure 38 :</b> Représentation graphique des valeurs des volumes épидидymaire total chez les lapins prépubères traités par l'huile essentielle de l' <i>Eucalyptus globulus</i> .....	54
<b>Figure 39 :</b> Représentation graphique des valeurs des volumes épидидymaire gauche et droit chez les lapins prépubères traités par l'huile essentielle de l' <i>Eucalyptus globulus</i> .....	55
<b>Figure 40 :</b> Microscopie de coupe histologique au niveau du testicule des lapins prépubères après coloration de trichome de Masson au grossissement (400) .....	57
<b>Figure 41 :</b> Microscopie de coupe histologique au niveau de l'épididyme des lapins prépubères après coloration de trichome de Masson au grossissement (400).....	59

## Liste des figures

---

**Tableau 01:** Spécifications physico-chimiques de l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus*  
(Koziol, 2015) .....38



## Abréviations

## Abréviations

---

**FSH:** Hormone Folliculo Stimulante

**LH:** Luteizing Hormone

**GnRH:** Gonadotropine Releasing Hormone

**ABP:** Androgen -Binding Protein

**LHRH:** Luteinizing Hormone Releasing Hormone

**ITMA:** Institut de Technologie Moyen Agricole

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

**DHT :** Dihydrotestostérone



# **Sommaire**

<b>Introduction .....</b>	<b>1</b>
<b>Chapitre 1 : Anatomie et histologie de l'appareil reproducteur du lapin mâle</b>	
<b>1-Appareil génital mâle.....</b>	<b>3</b>
<b>2-Testicule .....</b>	<b>4</b>
<b>2-1-Anatomie du testicule .....</b>	<b>5</b>
<b>2-2-Histologie du testicule.....</b>	<b>5</b>
<b>2-2-1-Tubes Séminifères .....</b>	<b>6</b>
<b>2-2-1-1-Cellules de Sertoli.....</b>	<b>7</b>
<b>2-2-1-2-Cellules germinales .....</b>	<b>9</b>
<b>2-2-1-2-1-Spermatogonie .....</b>	<b>9</b>
<b>2-2-1-2-2-Spermatocytes .....</b>	<b>9</b>
<b>2-2-1-2-3-Spermatides .....</b>	<b>9</b>
<b>2-2-1-2-4-Spermatozoïdes .....</b>	<b>10</b>
<b>2-2-2-Tissu interstitiel .....</b>	<b>11</b>
<b>2-2-2-1-Cellules de Leydig .....</b>	<b>11</b>
<b>2-2-2-2-Liquide des compartiments intra testiculaire.....</b>	<b>12</b>
<b>2-3-Vascularisation et innervation du testicule .....</b>	<b>12</b>
<b>3-Epididyme.....</b>	<b>13</b>
<b>3-1- Anatomie de l'épididyme .....</b>	<b>13</b>
<b>3-2-Histologie de l'épididyme .....</b>	<b>14</b>
<b>3-2-1-Lumière du canal épидидymaire .....</b>	<b>15</b>
<b>3-2-2-Epithélium épидидymaire .....</b>	<b>15</b>
<b>3-2-2-1-Cellules principales .....</b>	<b>15</b>

3-2-2-2-Cellules basales .....	16
3-2-2-3-Cellules en halo.....	16
3-2-2-4-Cellules claires .....	17
3-2-2-5-Cellules apicales .....	17
3-2-2-6-Cellules étroites .....	17
3-2-2-7-Cellules dendritiques .....	17
4-Canal déférent .....	18
5-Urètre .....	18
6-Glandes annexes .....	18
6-1-Vésicule séminale .....	19
6-2-Glande vésiculaire (pro prostate ou prostate craniale .....	19
6-3-Prostate .....	19
6-4-Glandes para prostatiques .....	19
6-5-Glande de Cowper .....	19
7-Pénis .....	19

## Chapitre 2 : Physiologie de la reproduction

1-Développement des gonades et puberté .....	21
2-Développement pondérale .....	21
3-Développement comportemental .....	22
4-Développement hormonal .....	22
5-Maturation sexuelle .....	23
5-1-Phase infantile .....	23
5-2-Phase pré pubertaire .....	23
5-3-Puberté.....	23
5-4-Maturité sexuelle.....	23

<b>6-Fonctions physiologiques du testicule .....</b>	<b>24</b>
<b>6-1-Fonction exocrine : Spermatogenèse.....</b>	<b>24</b>
<b>6-1-1-Spermatocytogenèse .....</b>	<b>25</b>
<b>6-1-1-2-Méiose.....</b>	<b>25</b>
<b>6-1-1-3-Spermiogénèse .....</b>	<b>25</b>
<b>6-2-Fonction endocrine : Stéroïdogenèse .....</b>	<b>26</b>
<b>7-Fonction physiologique de l'épididyme.....</b>	<b>27</b>
<b>7-1-Maturation des spermatozoïdes .....</b>	<b>27</b>
<b>7-2-Acquisition de la motilité .....</b>	<b>28</b>
<b>7-3-Protection des spermatozoïdes.....</b>	<b>28</b>
<b>7-4-Stockage .....</b>	<b>28</b>
<b>8-Mode de sécrétion de l'épididyme .....</b>	<b>28</b>
<b>8-1-Sécrétion mérocrine.....</b>	<b>29</b>
<b>8-2-Sécrétion apocrine .....</b>	<b>29</b>
<b>9-Régulation hormonale de la fonction de reproduction .....</b>	<b>30</b>
<b>9-1-Axe hypothalamo-hypophyso-gonadique .....</b>	<b>30</b>
<b>9-2-Rétrocontrôle de la sécrétion des gonadotrophines par le testicule .....</b>	<b>31</b>
<b>10-Facteurs de l'environnement influençant sur la reproduction .....</b>	<b>31</b>
<b>10-1-Effet de température.....</b>	<b>31</b>
<b>10-2-Effet de l'alimentation.....</b>	<b>32</b>
<b>10-3-Effet de la photopériode .....</b>	<b>32</b>
<b>10-4-Effet de saison .....</b>	<b>32</b>
<b>10-5-Effet de l'hygrométrie .....</b>	<b>33</b>
<b>10-6-Effet de l'hygrométrie .....</b>	<b>33</b>

**Chapitre3 : Matériel et Méthodes**

<b>1-Description des lieux de l'expérimentation.....</b>	<b>34</b>
<b>2-Condition d'élevage .....</b>	<b>34</b>
<b>3-Matériels et méthodes .....</b>	<b>35</b>
<b>3-1-Modèle animal .....</b>	<b>35</b>
<b>3-2-Modèle végétale.....</b>	<b>36</b>
<b>3-2-1-Eucalyptus globulus .....</b>	<b>36</b>
<b>3-2-2-Huile essentielle d'Eucalyptus globulus .....</b>	<b>37</b>
<b>3-2-3-Autres matériels.....</b>	<b>38</b>
<b>4-Protocole expérimental .....</b>	<b>39</b>
<b>4-1-Pesée et administration des huiles .....</b>	<b>39</b>
<b>4-2-Sacrifice et prélèvement des organes .....</b>	<b>39</b>
<b>5-Etude histologique.....</b>	<b>40</b>
<b>5-1-Fixation des échantillons .....</b>	<b>41</b>
<b>5-2-Déshydratation et éclaircissement.....</b>	<b>41</b>
<b>5-3-Imprégnation à la paraffine .....</b>	<b>42</b>
<b>5-4-Inclusion .....</b>	<b>43</b>
<b>5-5-Confection des coupes et collage.....</b>	<b>44</b>
<b>5-6-Déparaffinage et réhydratation .....</b>	<b>45</b>
<b>5-7-Coloration topographique et Déshydratation .....</b>	<b>45</b>
<b>5-8-Montage et observation des coupes .....</b>	<b>45</b>
<b>5-9-Etude statistique .....</b>	<b>46</b>

**Chapitre4 : Résultats et discussion**

<b>1-Résultats.....</b>	<b>47</b>
<b>1-1-Résultats de l'étude macroscopique .....</b>	<b>47</b>
<b>1-1-1-Poids corporel .....</b>	<b>47</b>
<b>1-1-2-Poids testiculaire.....</b>	<b>48</b>
<b>1-1-2-1-Evolution du poids testiculaire total.....</b>	<b>48</b>
<b>1-1-2-2-Poids des testicules droits et gauches des lapins prépubères traités par l'huile essentielle Eucalyptus Globulus .....</b>	<b>49</b>
<b>1-1-2-3-Poids relatif des testicules des lapins .....</b>	<b>49</b>
<b>1-1-3-Volume testiculaire.....</b>	<b>50</b>
<b>1-1-3-1-Volume testiculaire total.....</b>	<b>50</b>
<b>1-1-3-2-Volume testiculaire gauches et droits.....</b>	<b>51</b>
<b>1-1-4- Poids épидидymaire .....</b>	<b>52</b>
<b>1-1-4-1-Evolution du poids total de l'épididyme total traitée par l'Eucalyptus Globulus .....</b>	<b>52</b>
<b>1-1-4-2-Poids de l'épididyme gauche et droit des lapins traités par l'Eucalyptus Globulus .....</b>	<b>52</b>
<b>1-1-4-3-Evolution du poids relatif des épидидymes pour les lapins traités par l'Eucalyptus Globulus.....</b>	<b>53</b>
<b>1-1-5-Volumes épидидymaire .....</b>	<b>54</b>
<b>1-1-5-1-Volume épидидymaire gauche et droit .....</b>	<b>54</b>
<b>1-1-5-2-Volumes épидидymaire total .....</b>	<b>55</b>
<b>2-Résultats de l'étude microscopique .....</b>	<b>55</b>
<b>2-1- Etude histologique testiculaire .....</b>	<b>56</b>
<b>2-1-1-Etude histologique des testicules des lapins témoins .....</b>	<b>56</b>

<b>2-1-2-Etude histologique des testicules des lapins traités par l'huile essentielle de l'Eucalyptus globulus .....</b>	<b>57</b>
<b>2-2-Etude histologique épидидymaire .....</b>	<b>57</b>
<b>2-2-1-Etude histologique des épидидymes des lapins témoins .....</b>	<b>57</b>
<b>2-2-2-Etude histologique des épидидymes des lapins traités par l'huile essentielle de l'Eucalyptus globulus .....</b>	<b>57</b>
<b>3-Discussion.....</b>	<b>59</b>
<b>Conclusion.....</b>	<b>62</b>
<b>Références bibliographiques .....</b>	<b>64</b>

## Sommaire

---



# **Introduction**

En Algérie, les productions animales sont de plus en plus diversifiées, mais leurs performances restent toujours insuffisantes. Pour couvrir le déficit en protéines animales, le développement de la reproduction des lapins constitue une alternative intéressante pour réduire ce déficit.

Le lapin est l'espèce considérée à la fois comme animal domestique, animal de compagnie et animal modèle de recherche. Cette situation lui confère un statut particulier, notamment dans le domaine de la reproduction où il offre beaucoup d'avantage. En effet il est caractérisé par un court intervalle entre les générations, par une prolificité importante et par une bonne qualité de sa viande (Jolyet Theau-Clément, 2000).

La fertilité masculine est sous la dépendance de l'axe hypothalamo-hypophyso-testiculaire et elle est marquée par une différenciation gonadique, une descente des testicules, un début de la puberté couplée avec la prolifération et la maturité des cellules testiculaires (Viguera-Villasenor et *al.*, 2003).

Le testicule est constitué principalement de tubes séminifères où se déroulent la spermatogenèse et de tissu interstitiel riche en cellules de Leydig. Cette dernière synthétise et libère les androgènes, principalement la testostérone, jouant un rôle dans le maintien de la spermatogenèse (Curtis et Amann, 1981; Eurell et Frappier, 2006).

L'épididyme, long tubule pelotonné reliant le testicule au canal déférent, représente un endroit sécuritaire pour la maturation et l'entreposage des spermatozoïdes qui transitent dans son tubule. Lors de leur entrée dans l'épididyme, les spermatozoïdes sont fonctionnellement immatures et ce n'est qu'au cours de leur transit à travers l'épididyme, qu'ils acquièrent progressivement la capacité à se mouvoir et à féconder un ovocyte.

L'acquisition de la maturité des spermatozoïdes tout au long de l'épididyme jusqu'à la queue où ils seront stockés, se fait grâce aux protéines qui se retrouvent dans le fluide épидидymaire où ils baignent (Kirchhoff, 1999).

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

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

De ce fait, le but de notre travail est la détermination des effets de l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* administrée à trois doses différentes sur la structure des testicules et épидидymes des lapins mâles pré pubère (3 mois), à travers une étude histologique de leurs structures et la relation des poids vifs avec le poids et le volume testiculaire et épидидymaire

Notre travail se présente sous la forme de quatre chapitres, le premier chapitre sera consacré à une étude bibliographique portant sur l'anatomie et histologie de l'appareil reproducteur mâle du lapin ; le deuxième chapitre abordera la physiologie de la reproduction. Dans le troisième chapitre, nous exposerons les matériel et méthodes et on terminera dans le quatrième chapitre par les résultats et la discussion. Enfin, ce document sera clôturé par une conclusion globale qui ouvrira la porte à d'autres perspectives au profit de futures recherches scientifiques.

# **Chapitre I**

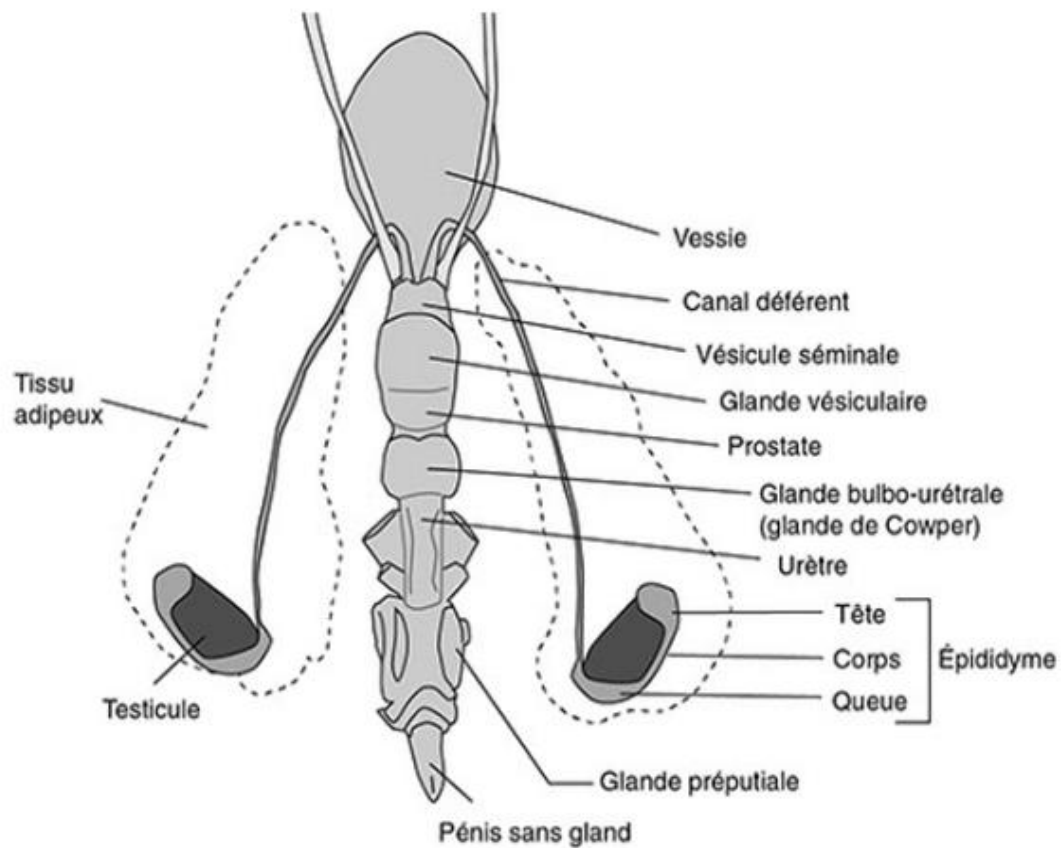
Anatomie et Histologie de l'appareil  
reproducteur du lapin mâle

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

### **1- Appareil génital mâle**

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

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



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

## 2- Testicule

Les testicules sont des organes dotés d'une double structure, compartiment tubulaire et compartiment interstitiel. Ils ont une double fonction, une fonction endocrine correspondant à la synthèse et la sécrétion de la testostérone et une fonction exocrine par production de spermatozoïdes (Muller et Clos, 1997).

Selon Van et Nathalie (2007), les testicules sont des organes situés dans le scrotum, à l'extérieur de la cavité abdominale. Cette situation leur permet de se maintenir à une température inférieure de 2 à 3°C de la température du corps, une température de 34 à 35°C est essentielle à une spermatogenèse normale.

Selon Boussit (1989) et Barone (2001), les testicules du lapin sont alternativement exorchide lorsqu'ils montent dans la cavité abdominale en raison de l'absence de fermeture du

canal inguinale, sous l'effet de la frayeur, ou énorchide lorsqu'ils redescendent dans les bourses grâce à un tissu musculaire appelé crémaster.

### **2-1- Anatomie du testicule**

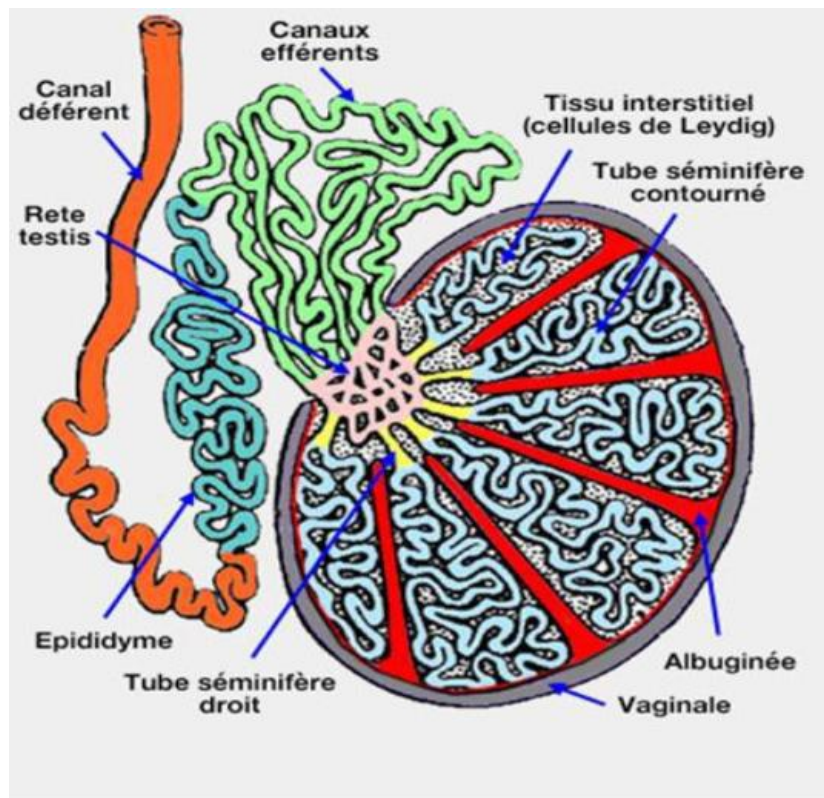
Les testicules du lapin sont des organes pairs de forme ovoïde (Bedosa, 1998) amincis aux extrémités avec un pôle caudal plus pointu qui ont 3 à 3,5cm de longueur, 1 à 1,5 cm de largeur, 1 à 1,3 cm d'épaisseur et pèsent 1,5 à 2g jusqu'à 6g chez certaines races (Herbertetal, 2005). Ils sont situés de part et d'autre de la ligne médiane inguinale, 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).

### **2-2- 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, *rete testis*. Du corps d'Highmore partent des cloisons conjonctives, les *septa testis* qui délimitent 200 à 300 lobules intra-testiculaires. Chaque lobule contient 2 à 3 tubes séminifères très longs qui débouchent par de courts segments rectilignes, les tubes droits, dans le *rete testis* (Figure 2) (Vacheret, 1999 ; Siffroi, 2001).

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

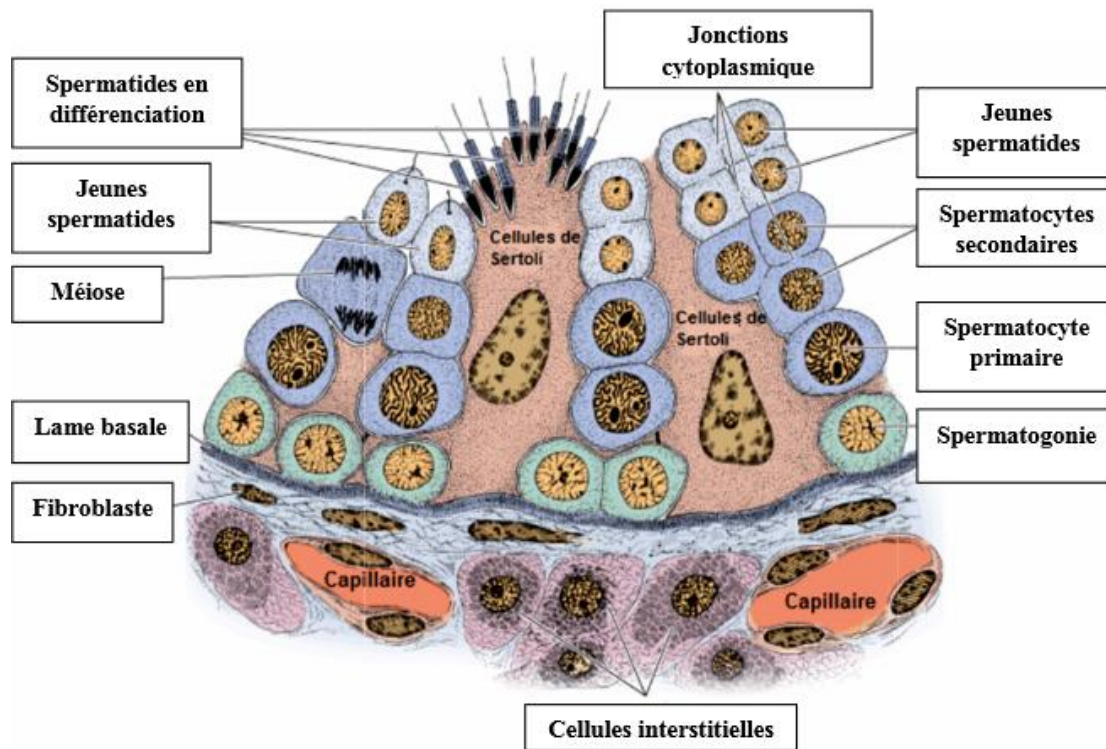


**Figure 2:** Structure intra-testiculaire (Muller et clos, 1997 Modifié).

### 2-2-1 Tubes Séminifères

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

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



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

### 2-2-1-1- Cellules de Sertoli

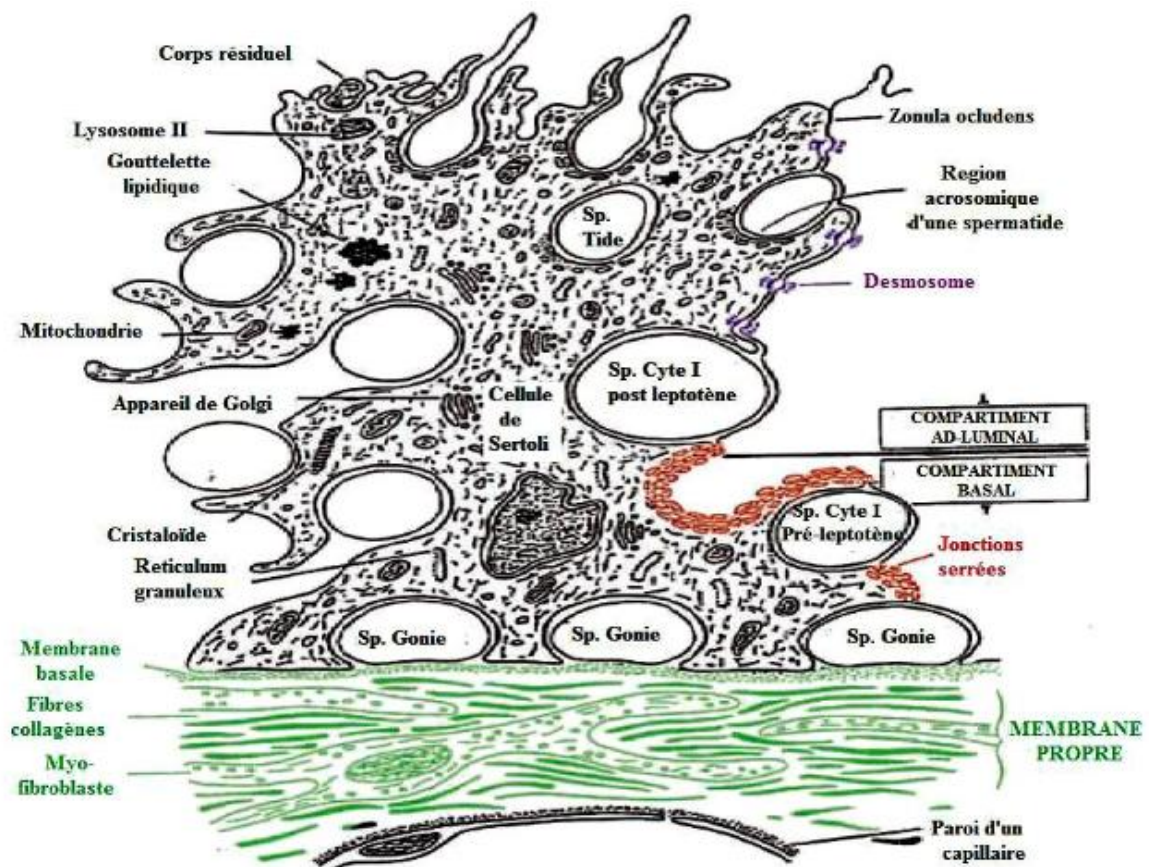
La cellule de Sertoli est une grande cellule pyramidale de 9 à 12 $\mu$ m de longueur qui s'étend sur toute la hauteur de l'épithélium séminifère. Ces cellules sont caractérisées par un noyau allongé ou polygonal, un réticulum endoplasmique granuleux et un réticulum endoplasmique lisse développés, un cytosquelette formé de microtubules et un réseau dense de microfilaments d'actine et de filaments intermédiaires. (Raymond, 1988; Dadoune et al, 1990).

Chaque cellule de Sertoli est connectée aux cellules adjacentes par des jonctions serrées disposées au pôle basal limitant deux compartiments : un compartiment basal, périphérique et un compartiment central ou adjacent à la lumière. D'autres types de jonction relient les cellules Sertoli entre elles et avec les cellules germinales dont des jonctions

d'ancrage et des jonctions communicantes de types gap (Figure 4) (Hazard et Perlemuter, 2000).

La cellule de Sertoli, en plus du rôle protecteur contre les réactions immunitaires, exerce une fonction mécanique et trophique, permettant la migration et la maturation des cellules germinales. Elle est responsable de la production du plasma séminal primitif et assure une activité sécrétoire importante pour le soutien et la maturation des cellules germinales (Holstein *et al.*, 2003 ; Mruk et cheng, 2004).

D'après Imbeaud (1994), l'inhibine, l'activine et l'hormone anti mullerienne sont parmi les glycoprotéines sécrétées par les cellules de Sertoli nécessaires au contrôle de la prolifération, la différenciation et au métabolisme des cellules germinale.



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

### **2-2-1-2 Cellules germinales**

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

#### **2-2-1-2-1 Spermatogonie**

Les spermatogonies du lapin, comme celles de tous les mammifères, se divisent en deux catégories principales : spermatogonies de type A qui en se proliférant donnent naissance à des spermatogonies de type B (Fawcett et Burgos, 1956).

Les spermatogonies de type A, caractérisées par un noyau condensé, se subdivisent en deux sous-types qui se divisent par mitoses: celles qui possèdent un noyau sombre avec des nucléoles périphériques et des vacuoles nucléaires dites spermatogonies Ad (dark) et celles qui présentent des noyaux pâles, des nucléoles centraux et sans vacuoles nucléaires dites spermatogonies Ap (pâle). (Dadoune et *al.*, 2000).

#### **2-2-1-2-2 Spermatocytes**

D'après Marthin et Barry (2001), deux types de spermatocytes sont produits au cours de cette activité spermatique : le spermatocyte de 1<sup>er</sup> ordre et le spermatocyte de 2<sup>ème</sup> ordre.

Le premier type c'est une cellule déjà engagée dans les premières étapes de la méiose est caractérisé par un cytoplasme abondant et un noyau volumineux contenant une chromatine disposée en amas grossiers ou en fins filaments, facilement reconnaissable.

Le spermatocyte II issu de la première division de la méiose des spermatocytes I, est une cellule plus petite qui va rapidement terminer la deuxième division de la méiose et engendrer des cellules à n chromosomes, les spermatides

#### **2-2-1-2-3 Spermatides**

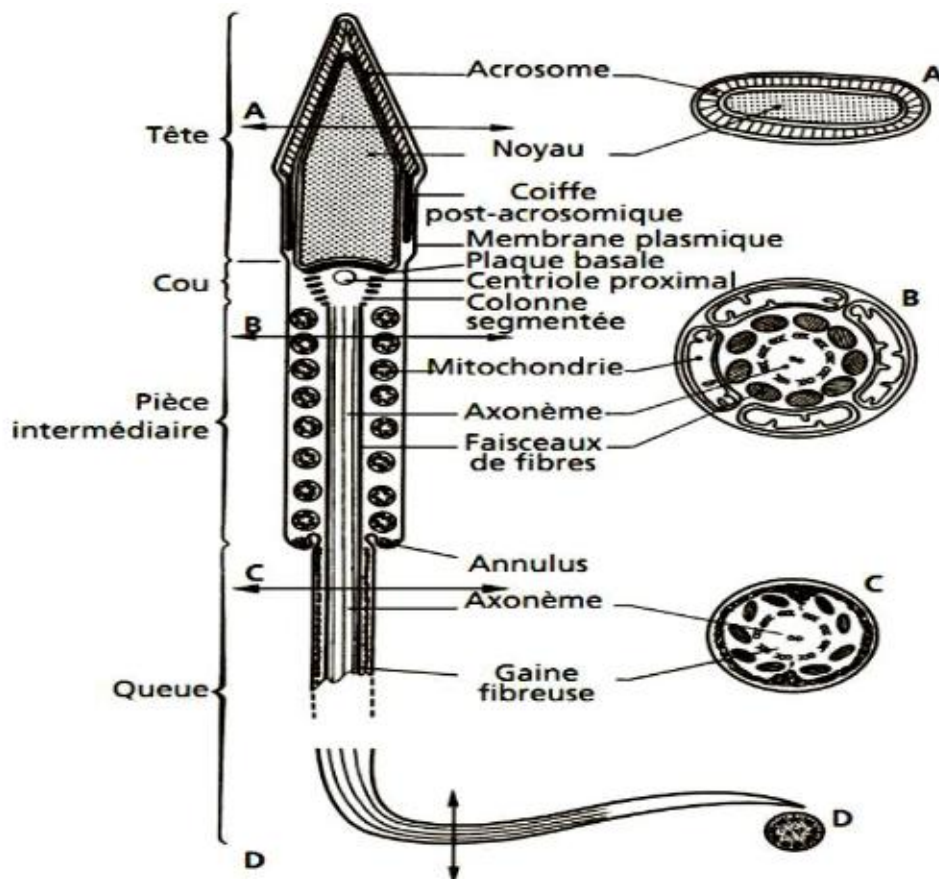
Les spermatides sont des cellules haploïdes de petite taille, ovoïdes avec un noyau rond et clair contenant un ou deux masses nucléolaires qui se localisent à proximité de la lumière des tubes séminifères (Dadoune et *al.*, 2000 ; Junqueira et Carneiro, 2007).

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).

#### 2-2-1-2-4 Spermatozoïdes

Les spermatozoïdes, résultat final de la spermatogénèse, disposés en bouquet à l'apex des cellules de Sertoli, sont des cellules très petites allongées de 55 à 57µm de longueur chez le lapin (Figure5) dotées d'une motilité flagellaire et d'une forme filiforme constitués de trois parties distinctes la tête, la pièce intermédiaire et le flagelle (Robert et Vincent, 1995).

La tête ovoïde est formée par le noyau coiffé de l'acrosome (Robert et Vincent, 1995) qui est pourvu d'enzymes responsable de la pénétration de la membrane de l'ovocyte lors de la fécondation (Barone 2001). Le col est une pièce d'union entre la tête et la queue, qui s'attache à l'extrémité postérieure du noyau par une pièce basale d'où naît le centriole proximal. La queue du spermatozoïde du lapin, mesurant 45 µm est composé d'un complexe axonème typiquement mammalien ; deux microtubules centraux et neuf diplo-microtubules périphériques (Baronne, 2001 ; Boiti, 2005).

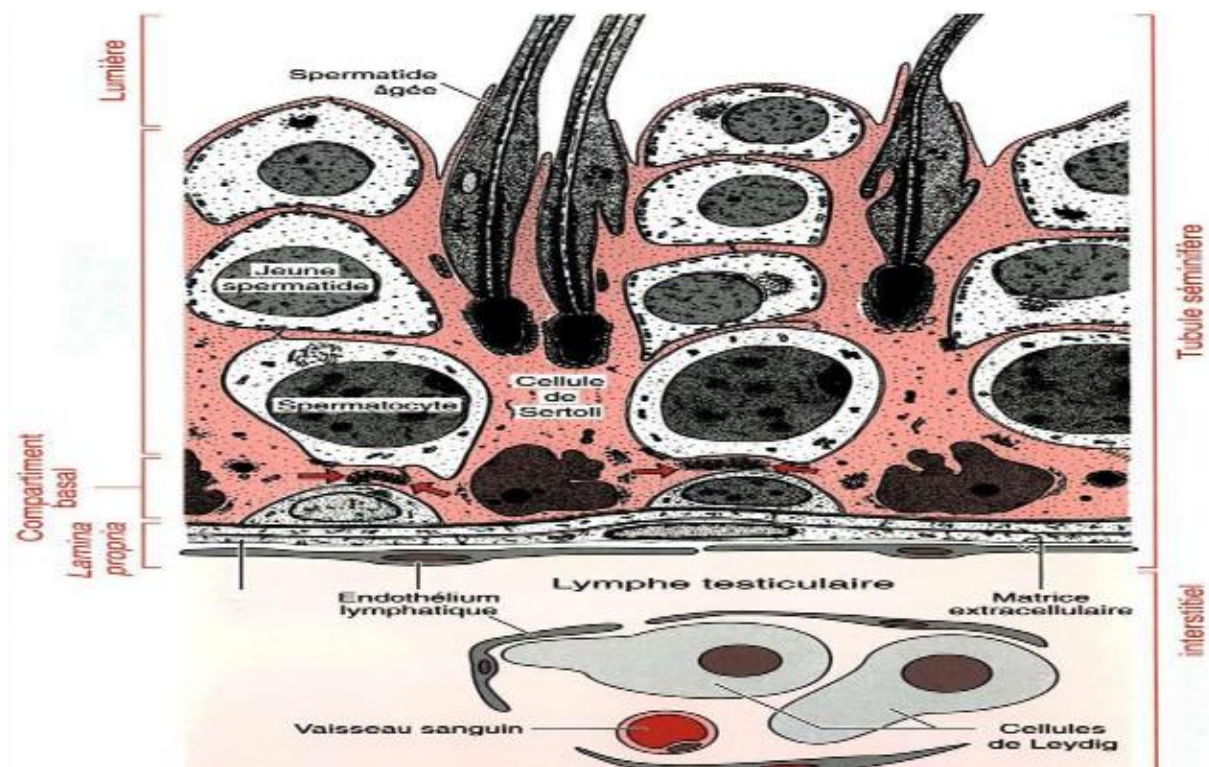


**Figure 5:** Spermatozoïde des mammifères (Le Moigne et Foucrier, 2009).

## 2-2- 2- Tissu interstitiel

Le tissu interstitiel est un tissu conjonctif lâche qui se situe entre les tubes séminifères, il comporte des vaisseaux sanguins, lymphatiques et nerfs ainsi que des îlots de cellules endocrines, les cellules de Leydig produisant la testostérone et d'autres cellules libres (macrophages, lymphocytes et fibroblastes).

La quantité du tissu interstitiel varie suivant l'espèce, elle est de 10% du tissu testiculaire chez le chien et le cobaye, d'environ 25 à 30% chez l'homme et 40% chez le verroat (Figure 6) (Dadoune et Demoulin, 2001).



**Figure 6:** Ultra structure d'une portion du tube séminifère (Banks, 1993).

### 2-2-2-1 Cellules 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).

#### **2-2-2-2 Liquide des compartiments intra testiculaire**

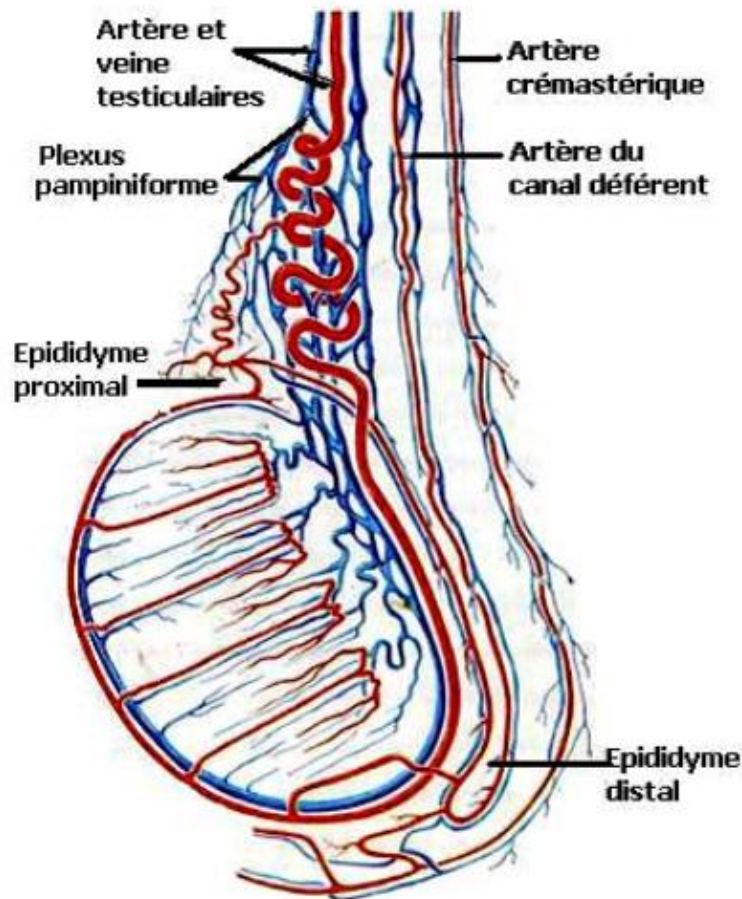
Les cellules de Leydig et les tubes séminifères logent dans les espaces périvitubulaires et baignent dans le liquide interstitiel qui participe aux fonctions endocrines et paracrines du testicule et contribue au transport des spermatozoïdes ainsi qu'à leur nutrition. Il a pour origine le plasma sanguin et il est riche en sucres, minéraux, neurotransmetteurs, hormones et composé de 90% d'eau. Tandis que la composition du liquide au niveau de *rete testis* est remaniée dû probablement aux échanges avec les veines testiculaires (Hochereau de Reviers et Royere, 1996).

#### **2-3- Vascularisation et innervation du testicule**

Le testicule renferme un complexe vasculaire formé par les artères testiculaires et les veines testiculaires et épидидymaire (Hochreau de Reviers et Royere, 1996).

La vascularisation artérielle des testicules est assurée par l'artère spermatique, qui naît le plus souvent de la face antérolatérale de l'aorte juste au-dessous de l'artère rénale (Bailleul et Mauroy, 1991).

Les testicules sont irrigués par les artères testiculaires et sont drainés par les veines testiculaires qui constituent une ramification du plexus pampiniforme autour de l'artère testiculaire située sous la vaginale du testicule. L'innervation dépend de deux plexus nerveux; le plexus spermatique qui est parasympathique et le plexus différentiel qui est sympathique (Jardin et De Fourmestaux, 1984) (Figure 7).



**Figure 7:** Vascularisation du testicule (Gouaze, 1998).

### 3- Epididyme

L'épididyme est un organe du tractus génital mâle 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 3 chez les lapins (Barone, 1978; Grasse, 1995) et peut atteindre jusqu'à 5 mètres chez l'homme (Sullivan, 2004).

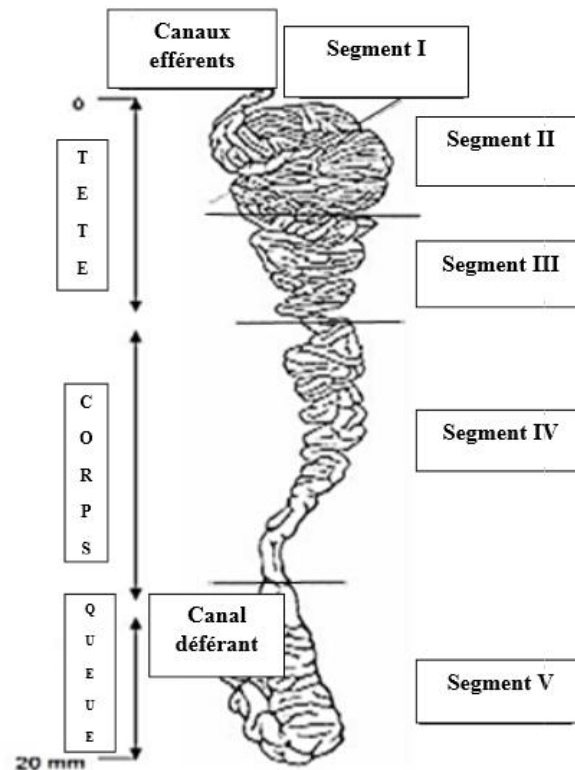
#### 3-1 -Anatomie de l'épididyme

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

Ces régions sont également subdivisées en plusieurs segments (Figure8) (Abe et *al.*, 1983 ; Abou-Haila et Fain-Maurel, 1984 ; Johnston et *al.*, 2005), chacun d'entre eux étant délimité par des cloisons conjonctives ou *septa*.

Cette subdivision repose sur des analyses ultra structurales, ainsi que sur l'étude des activités enzymatiques et transrationnelles de l'organe (Takano, 1980).

Cependant cette zonation physiologique de l'épididyme est plus complexe car aucun repère anatomique ne permet de distinguer les différentes régions épидидymaire spécialisées dans des activités précises (Barone, 2001).



**Figure 8:** Shéma d'un épидидyme (Glover et Nicander, 1971; Hamilton, 1990).

### 3-2- 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 musculaire lisse et du tissu conjonctif qui contient des terminaisons nerveuses et des capillaires sanguins (Robaire et Hermo, 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).

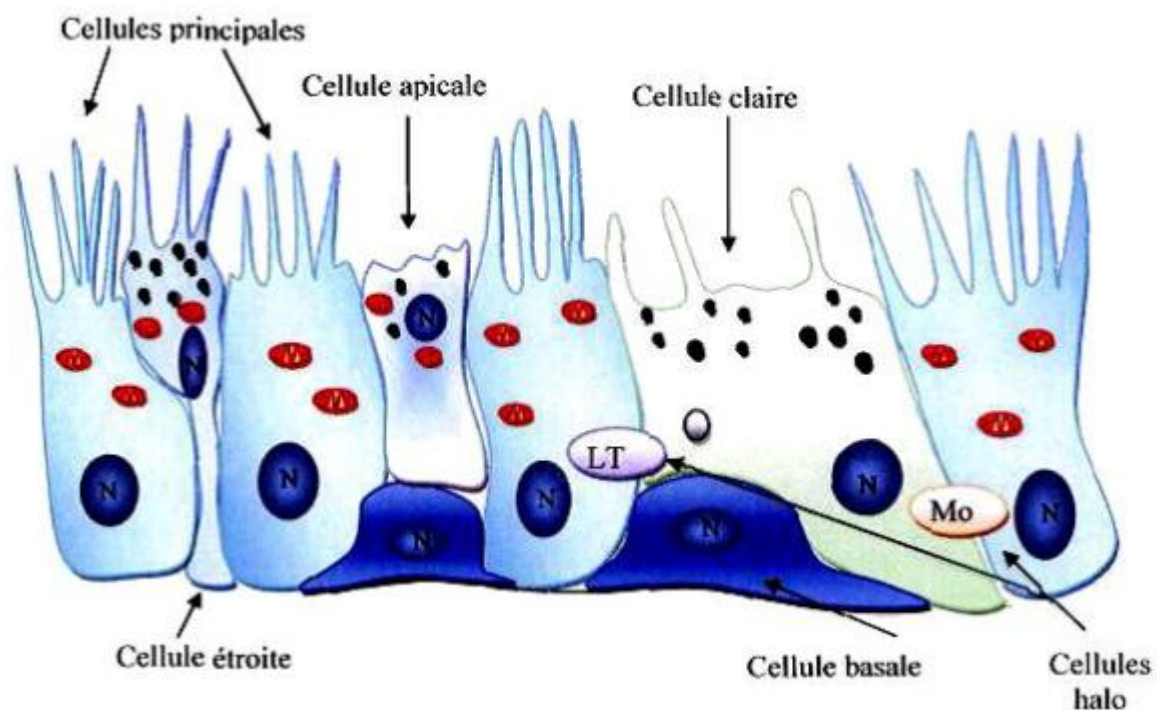
### 3-2-1- Lumière du canal épидидymaire

Pour atteindre le système éjaculateur depuis les gonades mâles, les spermatozoïdes traversent l'épididyme au niveau de leur lumière, où ils baignent dans un environnement très complexe : le liquide épидидymaire qui 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 d'absorption des cellules épithéliales, la composition du fluide épидидymaire varie tout au long du canal (Adamali et *al.*, 1999 ; Hermo et Robaire, 2002).

### 3-2-2 -Epithélium épидидymaire

Sept types de cellules entrent dans la composition de l'épithélium épидидymaire: les cellules principales, basales, en halo, claires, apicales, étroites et dendritiques (Figure 9), dont la proportion varie tout au long de l'organe, assurant ainsi une évolution de la composition du fluide épидидymaire (Robaire et *al.*, 2006 ; Cornwall; 2009 ; Shum et *al.*, 2011).



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

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

#### 3-2-2-1- Cellules principales

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

initial et ne représentent que 65% de la population cellulaire totale dans la queue de l'épididyme (Figure 9) (Trasler *et al.*, 1988).

Elles présentent des modifications morphologiques en fonction des régions dans les quelles elles se situent, en lien avec l'évolution de leur fonction (Hermo *et al.*, 1994).

Dans le segment initial, ces cellules sont hautes et possèdent à leur pôle apical de nombreuses microvillosités qui se projettent dans la lumière du tubule (Abe *et al.*, 1983). La hauteur de ces cellules ainsi que le nombre et la taille des microvillosités diminuent fortement dans la queue de l'épididyme.

Ces cellules jouent un rôle important dans le transport, la sécrétion et l'absorption de petites particules et de protéines induisant ainsi la maturation épидидymaire des spermatozoïdes (Hermo et Robaire, 2002) et participent également à la formation de la barrière hémato-épididymaire via l'établissement des jonctions serrées (Suzuki et Nagano, 1978).

### **3-2-2-2- Cellules basales**

Les cellules basales représentent 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. Elles contiennent noyau est irrégulier et un cytoplasme pauvre en organites (Soranzo *et al.*, 1982) (Figure 9), et possèdent de longues projections pouvant s'étendre jusqu'à la lumière de l'épididyme (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 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).

### **3-2-2-3- Cellules en halo**

Les cellules en halo sont des petites cellules à bord étroit avec un cytoplasme clair et un noyau dense (Robaire *et al.*, 2006). Elles sont présentes tout au long de l'épithélium et se situent vers la base de l'épithélium épидидymaire (Figure 9).

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

#### **3-2-2-4- 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).

Ces cellules ont un rôle d'endocytose bien plus important que celui des cellules principales (Olson et Hinton, 1985 ; Robaire et Hermo, 1988) et sont capables de récupérer le contenu des gouttelettes cytoplasmiques relarguées par les spermatozoïdes lorsqu'ils traversent le canal épидидymaire (Hermo et *al.*, 1988 ; Robaire et Hermo, 1988). Elles sont également impliquées dans l'absorption de certains composés présents dans le compartiment luminal comme la V-ATPase (Beaulieu et *al.*, 2005) et dans la régulation du pH du fluide épидидymaire (Kujala et *al.*, 2007).

#### **3-2-2-5 -Cellules apicales**

Qualifiées ainsi en raison de la localisation de leur noyau au pôle apical de l'épithélium, les cellules apicales présentent quant à elles un cytoplasme dense très riche en mitochondries.

Elles se trouvent principalement dans le segment initial où elles représentent 10% de la population cellulaire totale de l'épididyme, leur nombre diminue tout au long de l'organe pour ne représenter que 1% des cellules dans la queue de l'épididyme (Adamali et Hermo, 1996).

Elles participent à l'acidification du fluide épидидymaire; grâce à la production d'anhydrase carbonique qui permet la sécrétion des ions H<sup>+</sup> et la réabsorption des bicarbonates (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) (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).

De plus, elles semblent également jouer un rôle dans la régulation de l'homéostasie du cholestérol au sein de l'épithélium épидидymaire (Figure 8) (Ouvrier et *al.*, 2009).

Enfin la proportion de ce type cellulaire est augmentée en cas de stress inflammatoire tel que celui occasionné lors d'une carence en magnésium, sans que leur implication dans ces processus inflammatoires soit réellement connue (Vernet et *al.*, 2004).

#### **3-2-2-6- Cellules étroites**

Les cellules étroites se retrouvent dans le segment initial et intermédiaire de l'épididyme, pourvue d'un noyau allongé en position apicale. Ces cellules se prolongent entre les cellules principales pour atteindre la région basale de l'épithélium épидидymaire, ce qu'elles leur confèrent un aspect en calice. Leur cytoplasme est riche en vacuole, vésicules

endocytiques, lysosome et mitochondrie et leur membrane apicale émet des villosités courtes, épaisses et irrégulières (Figure 8) (Hermo et *al.*, 2000).

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

### **3-2-2-7 -Cellules dendritiques**

Selon Da Selva (2011), des cellules dendritiques ont été découvertes au sein de l'épididyme murin, qui formeraient un réseau dense situé à la base de l'épithélium avec des projections dendritiques qui passent entre les cellules épithéliales et seraient orientées en direction de la lumière du tubule. Ces cellules posséderaient des marqueurs de cellules immunitaires, dont le rôle serait de maintenir l'homéostasie immunitaire afin de protéger les spermatozoïdes (Wang et Duan, 2016).

## **4- Canal déférent**

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

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

## **5 -Urètre**

C'est un conduit de 12 à 13cm de longueur dont 8 à 9 cm qui 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 à la fois l'évacuation de l'urine lors de la miction et du sperme lors de l'éjaculation. Il se divise en trois parties : urètre prostatique, partie membranacée qui se trouve dans le diaphragme urogénital et une partie spongieuse qui passe dans le pénis et s'ouvre vers l'extérieur par le méat urétral (Marieb, 2006).

## **6- Glandes annexes**

Les glandes annexes associées au tractus génital mâle sont 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).

### **6-1- Vésicule séminale**

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

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

### **6-2- Glande vésiculaire (pro prostate ou prostate craniale)**

La glande vésiculaire est de forme ovale relativement volumineuse, bilobée, de couleur blanchâtre dû 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).

### **6-3- Prostate**

Selon Thomas et *al.*, (2008), chez le lapin, la prostate est remplacée par un complexe de plusieurs glandes dont la sécrétion formant jusqu'à un tiers du volume du sperme, jouant un rôle dans l'activation des spermatozoïdes, elles présentent une partie diffuse disséminée dans la paroi de l'urètre et une partie conglomérée. On y reconnaît à la prostate deux parties:

- Prostate craniale qui est au contact avec la vésicule séminale et le conduit déférent sur sa face dorsale.
- Une prostate caudale ou prostate proprement dite un peu plus petite, elle se divise en lobe ventraux et latero-dorsaux

### **6-4- 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).

### **6-5- 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).

## **7-Pénis**

Le lapin est une espèce à pénis rétrochfléchi, logé dans le prépuce et ne sort que de lors l'accouplement. C'est un organe court en forme de tube légèrement en pointe qui mesure

environ 8 cm de long, il est dirigé caudalement au repos et cranialement à l'érection (Roger, 2002).

# **Chapitre II**

Physiologie de la reproduction

La fertilité est l'un des attributs fondamentaux des êtres vivants, qui vise à assurer la pérennité de l'espèce. Comme tout les mammifères, les mécanismes de régulation de la fonction de reproduction chez les lapins sont complexes, reposant sur la coordination cellulaire, hormonale et chimique de différents composant anatomique : les organes génitaux et aussi le système neuroendocrinien y compris l'hypothalamus. Axe pituitaire-gonadique.

### 1- Développement des gonades et puberté

La différenciation des organes reproducteurs mâles se produit pendant la période fœtale avec la formation de l'albuginée entre les jours 14 et 15 de la gestation, quelques jours plus tard les tubules séminifères émergent des cellules germinales et au 19<sup>ème</sup> jour de la gestation il y aura la production d'œstrogènes (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).

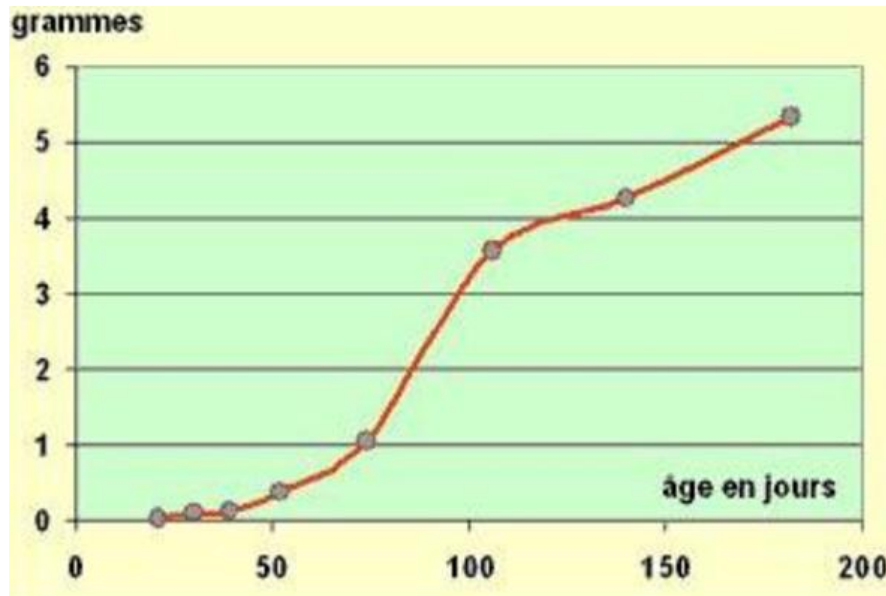
A la naissance, les testicules se trouvent en position abdominale et la descente de ces derniers dans les sacs scrotaux coïncide avec la puberté (Alvarino, 1993).

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).

### 2- Développement pondérale

Le développement du poids corporel jusqu'à l'âge de 5 mois ne présente pas de dimorphisme sexuel et le poids des lapins mâles et femelles est identique. D'après Martinet (1973), la croissance testiculaire a une allure sigmoïdale ; d'abord plus lente que celle du corps puis elle subit une accélération vers 45 jours d'âge.

Selon Alvarino (2000), la taille des testicules augmente jusqu'à l'âge de 8 mois, et durant cette période les vésicules séminales croissent rapidement. Le rapport entre le poids testiculaire et le poids corporel augmente pour atteindre 2,86g après la 5<sup>ème</sup> semaine d'âge. La spermatogenèse est établie vers l'âge de 70 jours et au 84<sup>ème</sup> jour tous les tubes séminifères sont actifs (Figure 10).



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

### 3- Développement comportemental

Les premières manifestations de comportement sexuel apparaissent vers 60-70 jours où 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 montrent un certain nombre de manifestations sexuelles (renflement 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- Développement hormonal

De la naissance à 40 jours, de faibles niveaux de testostérone et la dihydrotestostérone (DHT) sont présent dans les testicules et le plasma, puis ces concentrations augmentent fortement et atteignent un maximum entre les jours 60 et 90 suivie d'un chute significativement jusqu'aux valeurs adultes. Dans les testicules, la testostérone est le principal androgène jusqu'à 60 jours, ensuite la concentration de DHT est égale ou supérieure à celle de la testostérone, cette variation est spécifique aux lapins (Berger *et al.*, 1982).

## 5- Maturation sexuelle

Chez le lapin la maturation sexuelle est une étape du développement d'un organisme au cours de laquelle il acquiert la capacité de se reproduire qui s'effectue en 4 phases: phase infantile, phase pré pubertaire, puberté et maturité sexuelle.

### 5-1- Phase infantile

La phase infantile s'étale de la naissance à l'âge de 40 jours et elle se caractérise par une croissance lente des testicules et de la vésicule séminale ainsi que des faibles concentrations plasmatiques de FSH et de testostérone (Boussit, 1989).

### 5-2- Phase pré pubertaire

La phase pré pubère débute vers l'âge de 40 jours et marque l'accélération de la croissance testiculaire et de l'élévation des androgènes et des gonadostimulines dans le plasma, avec des concentrations maximales entre 60 et 70 jours d'âge. La croissance des testicules s'accélère et les cellules de Leydig responsables de la spermatogenèse commencent à fonctionner (Berger *et al.*, 1982 ; Boussit, 1989).

### 5-3- Puberté

Selon Mann et Parsons (1950), la puberté est le stade à partir duquel la fonction endocrine devient évidente et les glandes annexes commencent la sécrétion du fructose et d'acide citrique. Dans ce cas la puberté serait alors atteinte dès l'âge de 42 jours, bien avant l'apparition des premiers spermatozoïdes dans l'éjaculat du mâle (Skinner, 1967).

La puberté serait définie d'après Boussit (1989), par le moment où les organes reproducteurs mâles sont capables de produire de façon constante des spermatozoïdes aptes à féconder un ovule, qui est atteinte vers 4 à 5 mois peu après la descente des testicules dans le scrotum.

### 5-4- Maturité sexuelle

La maturité sexuelle est définie comme le moment où la production quotidienne de spermatozoïdes n'augmente plus. En effet, les premières manifestations de comportement sexuel apparaissent vers 60-70 jours : le jeune lapin commence alors à faire des tentatives de chevauchement. Les premiers coïts peuvent survenir vers 100 jours mais dans ces premiers éjaculats, la viabilité des spermatozoïdes est faible à nulle donc il faut attendre 135 à 140 jours pour les premiers accouplements féconds.

## 6- 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 spermatogenèse et fonction endocrine qui permet la production de la testostérone (Dadoune et Démoulin, 2001).

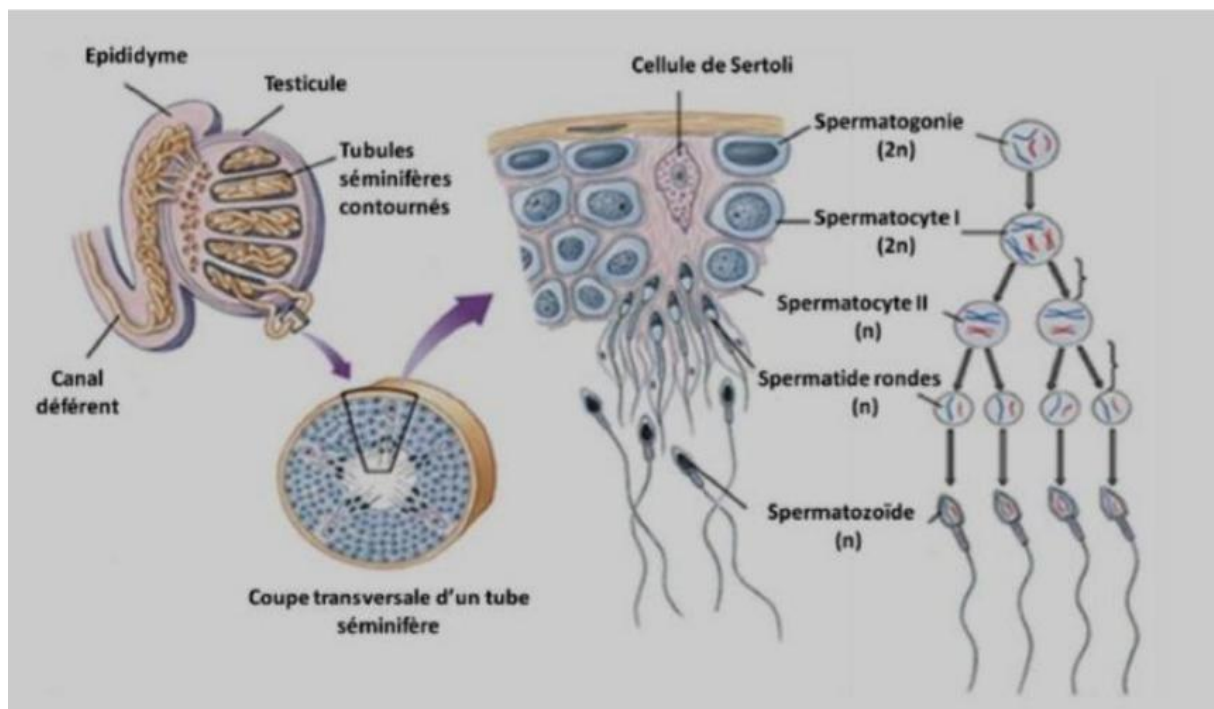
### 6-1 Fonction exocrine : Spermatogenèse

La spermatogenèse est le processus de production des gamètes mâles matures à partir des cellules souches au niveau du testicule (Lebas, 2009). Elle commence plus précocement vers l'âge de 40 à 50 jours, mais les premières divisions zonales ne donneront des spermatocytes que vers 60 jours (Martinet, 1973).

Les premiers spermatozoïdes n'apparaissent dans la tête de l'épididyme qu'à 112 jours (Leeson et Leeson, 1976) et L'éjaculat contiendra des spermatozoïdes dès 120 jours au moins.

La durée de la spermatogenèse ou temps nécessaire pour une spermatogonie d'évoluer vers le stade final de spermatozoïde est de 38 à 41 jours (Swistra, 1965 cité par Martinet, 1973).

La spermatogenèse se déroule au sein des tubules séminifères des testicules. Trois grandes étapes sont nécessaires pour passer d'une spermatogonie à un spermatozoïde: la spermatocytogenèse, la méiose et la spermiogénèse (Figure 11) (Amman, 1993).



**Figure 11:** Différentes étapes de la spermatogenèse (Adaptée d'Allais-Bonnet et Pailhoux, 2014).

### 6-1-1 Spermatocytogenèse

La spermatocytogenèse est caractérisée par une phase de multiplication 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).

### 6-1-2 Méiose

La méiose est caractérisée par l'échange de matériel génétique entre les chromosomes homologues des spermatocytes primaires, induisant la production des spermatocytes secondaire ensuite les deux divisions successives de la méiose produisent les spermatides haploïdes (Amman, 1993).

### 6-1-3 Spermiogénèse

La spermiogénèse permet le passage de la spermatide au spermatozoïde, C'est au cours du transit épидидymaire que le spermatozoïde subit divers changements de maturation le rendant apte à la fécondation : acquisition de sa motilité, condensation nucléaire, modification de la forme de l'acrosome et modification de la surface de la membrane plasmique (figure12) (Tortora et Derrickso, 2009).

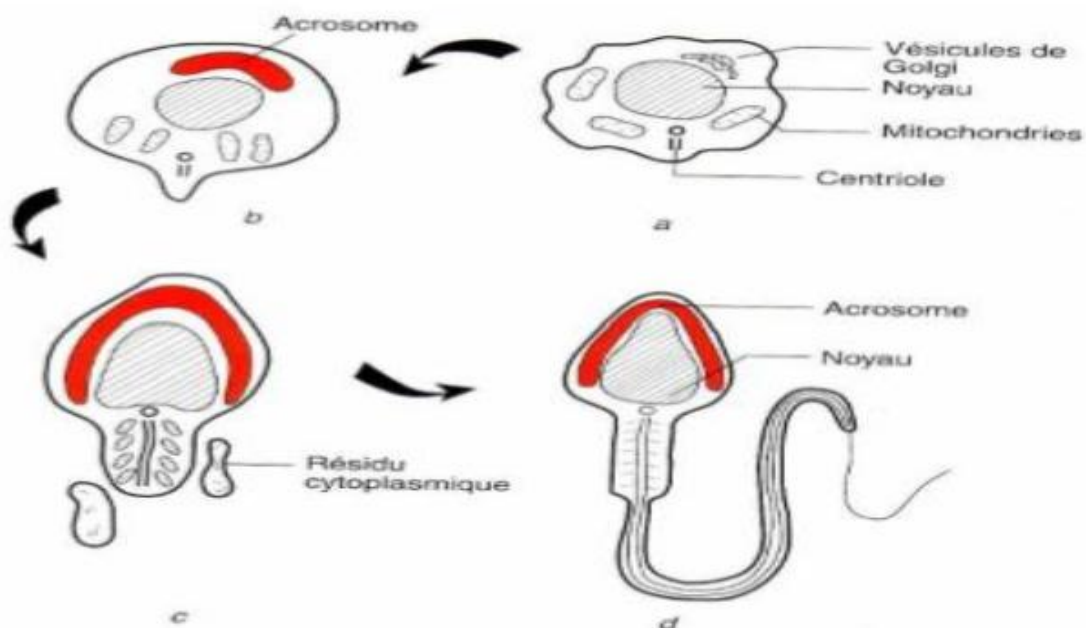


Figure 12: Etapes de la spermiogénèse (Soboha, 2004).

- a. spermatide; b, c, d. condensation du noyau, mise en place de l'acrosome, de la pièce intermédiaire et du flagelle.

### 6-2 Fonction endocrine : Stéroïdogénèse

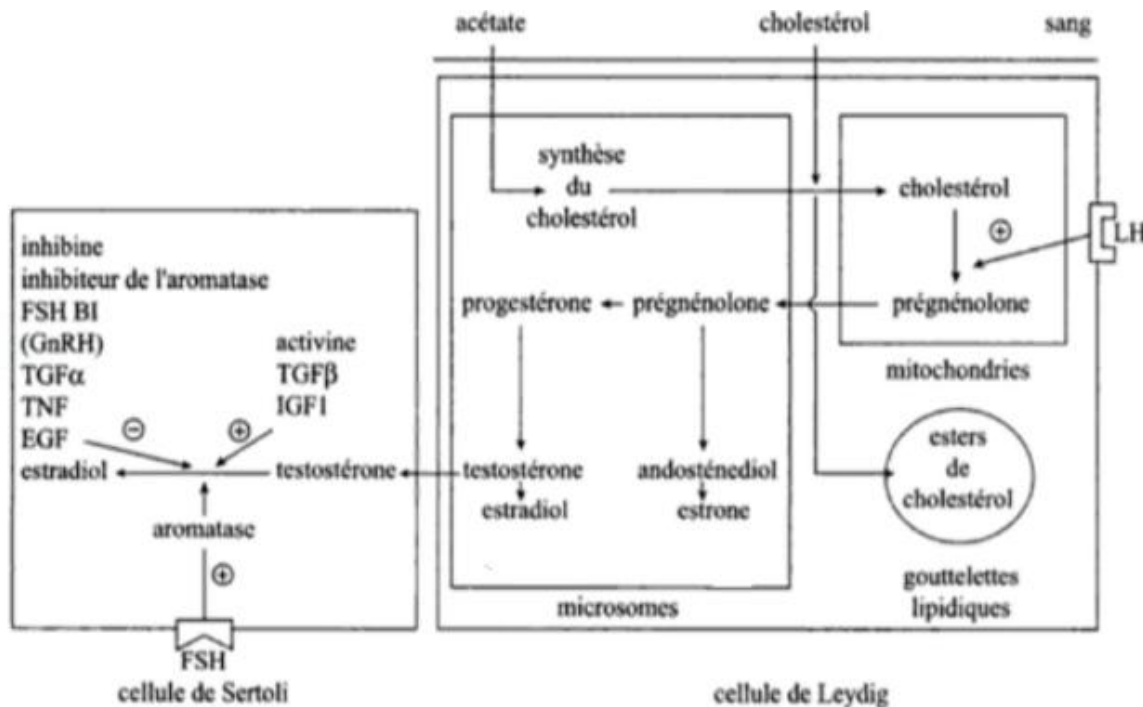
La fonction endocrine du testicule est assurée par les cellules de Leydig qui synthétisent et sécrètent les androgènes en particulier la testostérone, nécessaire à la spermatogénèse ainsi qu'au développement et au maintien morphologique et fonctionnel des glandes accessoires de l'appareil génital mâle. Elle agit aussi sur la différenciation des canaux de Wolf, le développement et le maintien des caractères sexuels secondaires (Barone, 2001) après son métabolisme en dihydrotestostérone par l'enzyme 5- $\alpha$  réductase dans les tissus périphériques (prostate, épидидyme et vésicule séminale).

La synthèse des stéroïdes commence par le transport du cholestérol du cytoplasme vers la membrane mitochondriale où a lieu la première réaction enzymatique de la stéroïdogénèse qui est une étape clé et limitante de ce processus faisant intervenir différentes protéines comme la protéine STAR (Clark et *al.*, 1996).

La conversion du cholestérol en prégnénolone s'effectue au niveau de la membrane interne des mitochondries et requiert plusieurs enzymes comme les 20 hydroxylase et les desmolases (Dupouy et *al.*, 1993).

La prégnénolone produite est métabolisée par différentes réactions chimiques au niveau du cytoplasme pour produire la testostérone.

La stéroïdogénèse est régulée par la LH (luteinizing hormone) qui stimule la cellule de Leydig qui contient des enzymes nécessaires pour le déroulement de la synthèse de la testostérone. En association avec la FSH, la LH initie et maintient la spermatogénèse dans les cellules de Sertoli (Figure 13) (Wosnitzer et Paduch, 2013).



**Figure 13 :** Stéroïdogénèse dans les cellules de Leydig et aromatisation dans les cellules de Sertoli (Thibault et Levasseur, 2001).

### 7- Fonction physiologique de l'épididyme

Selon Badran et Hermo (2002), l'épididyme assure plusieurs fonctions: maturation des spermatozoïdes, l'acquisition de la motilité, protection, stockage des spermatozoïdes.

#### 7-1 Maturation des spermatozoïdes

La maturation des spermatozoïdes est évaluée par l'acquisition de la motilité, la capacité de reconnaître la zone pellucide et la fusion avec l'ovocyte. Ces différentes sont acquises au cours de leur transit épидидymaire.

La progression des spermatozoïdes immobiles et immatures dans l'épididyme est due à la fois à la pression du fluide entrant produit en permanence par le testicule, et aux mouvements péristaltiques des fibres musculaires lisses qui entourent l'épithélium épидидymaire. C'est en traversant les différents segments de l'épididyme et en s'exposant aux changements de la composition du fluide qui varie tout au long du tubule grâce aux activités de sécrétion et d'endocytose de l'épithélium spécifiques à chaque segment, que les spermatozoïdes acquièrent leur motilité (Bedford, 1979 ; Saez et *al.*, 2011).

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).

### **7-2 Acquisition de la motilité**

La durée de transit des spermatozoïdes dans l'épididyme est de l'ordre de 12 jours environ (Rowley et *al.*, 1970). Chez la plupart des mammifères, les spermatozoïdes commencent à osciller dans la tête de l'épididyme avec des mouvements vibratoires de la queue alors que dans le corps il y a apparition de 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 et se fait grâce aux changements de concentration de différents ions et énergie produite par les mitochondries. L'ATP produite permet la mise en place de la phosphorylation de la tyrosine sur la totalité du flagelle (Ho et Suarez, 2001; Mukai et Okuno, 2004), qui se produit d'une façon graduelle au cours de sa progression dans la lumière de l'épididyme pour atteindre son maximum dans la queue où le spermatozoïde est pleinement mature et acquiert la capacité de se mouvoir (Aitken et *al.*, 2007). La concentration intra-spermatique en AMPc augmente aussi lors du transit épидидymaire et permet d'induire la motilité.

### **7-3 Protection des spermatozoïdes**

Selon Pollanen et Cooper (1994), la protection des spermatozoïdes matures, cibles de multiples agressions, se fait grâce à la barrière hémato-épididymaire qui les protège contre les attaques du système immunitaire et certaines protéines sécrétées par l'épithélium épидидymaire ont, quant à elles, une action protectrice contre les dommages protéolytiques et oxydatifs.

### **7-4 Stockage**

Les spermatozoïdes matures atteignent la queue de l'épididyme qui servira de réservoir durant l'attente de la 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).

## **8 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.

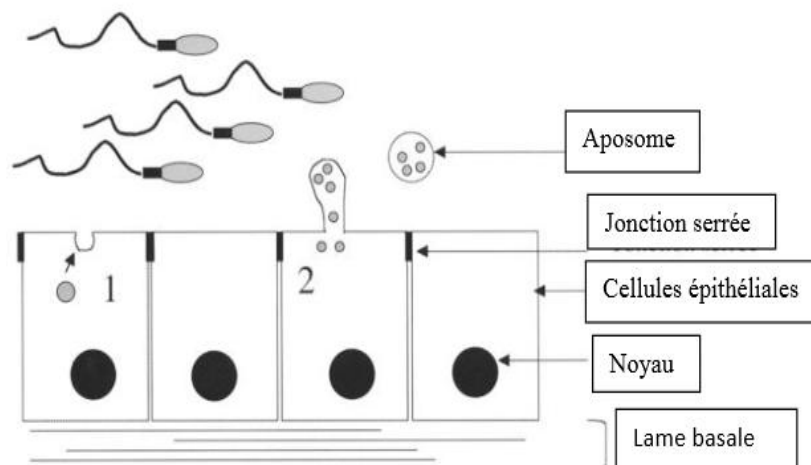
### 8-1 Sécrétion mérocrine

Ce mode de sécrétion est le mode le plus fréquent chez les différents types cellulaires, durant lequel 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).

### 8-2 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 ces protéines ne peuvent pas s'associer au réticulum endoplasmique et leur synthèse a donc lieu exclusivement sur des ribosomes libres (Figure 14) (Girouard, 2009).



**Figure 14 :** Représentation schématique de l'épithélium sécrétoire épididymaire (Rejraji et Drevet, 2004) 1- sécrétion mérocrine 2- sécrétion apocrine.

## 9- Régulation hormonale de la fonction de reproduction

La fonction sexuelle du lapin mâle fait l'objet d'une régulation de type neuroendocrinienne. Les hormones intervenant dans cette régulation ont deux origines : le complexe hypothalamo-hypophysaire et les testicules (Bonnes et *al.*, 2005).

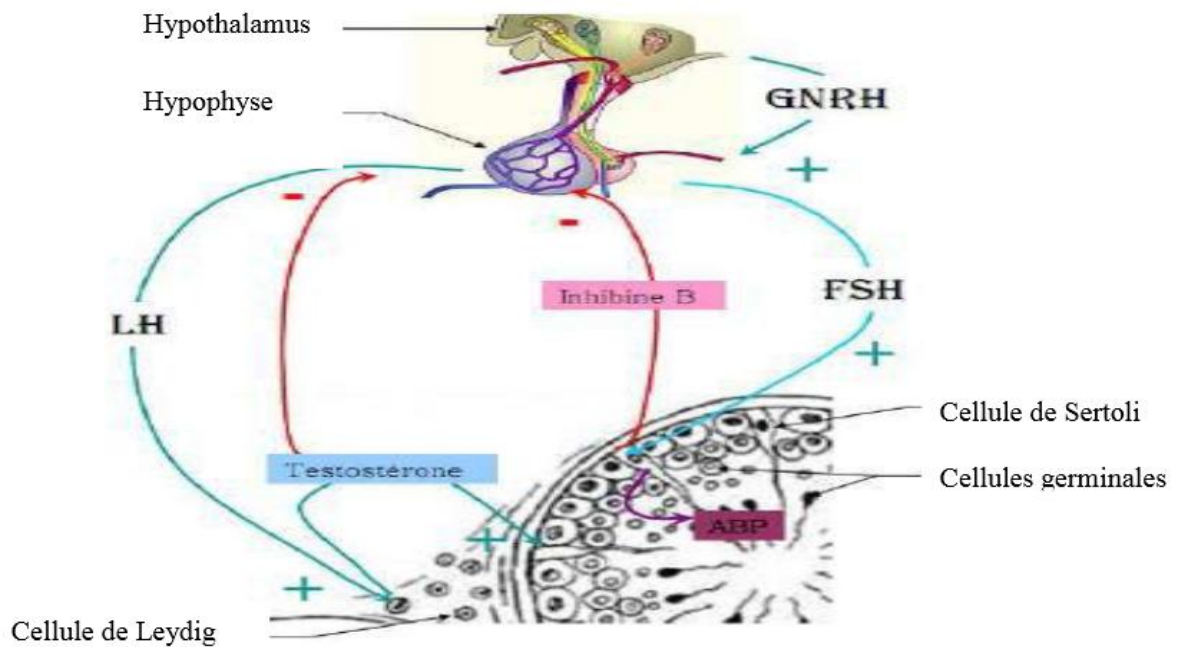
### 9-1 Axe hypothalamo-hypophyso-gonadique

Au niveau hypothalamique le fonctionnement gonadique est sous la dépendance d'une gonadolibérine la GnRH (Gonadotrophin Releasing Hormone ou gonadolibérine), qui est un décapeptide sécrété par des neurones embryologiquement issus de la placode olfactive, dont les corps cellulaires sont situés dans l'hypothalamus médiobasal (noyau arqué) et antérieurs (noyaux pré et supra optiques) et dont les axones se terminent pour la plupart dans l'éminence médiane (EM) (Thibault et Levasseur, 2001).

Les neurones à GnRH sont eux-mêmes régulés par des neurotransmetteurs, des neuromodulateurs et des facteurs du microenvironnement local (en particulier les cellules gliales environnantes). Ces neurones présentent un mode de sécrétion pulsatile, ce qui est indispensable aux mécanismes de la reproduction. Cela se traduit par des changements de concentration plasmatique, à intervalles plus ou moins réguliers (Cohen-Tannoudji et *al.*, 2014 ; Duittoz et Prévot, 2014).

La GnRH exerce une action stimulatrice en se fixant sur ces récepteurs localisés sur les cellules gonadotropes de l'antéhypophyse et stimule ainsi la synthèse et la sécrétion de deux gonadotrophines: LH (Luteinizing hormon ou hormone lutéinisante) et FSH (follicule stimulating hormon ou hormone folliculostimulante) qui jouent un rôle primordial dans le développement et la fonction endocrine des gonades (Counis et *al.*, 2001).

Au niveau testiculaire, la LH se lie aux récepteurs situés sur les cellules de Leydig et stimule la sécrétion de la testostérone qui favorise la spermatogenèse (Widmaier et *al.*, 2009), tandis que la FSH se lie à des récepteurs présents sur les cellules de Sertoli (Figure 15), induisant la production de facteurs sertoliens tel que l'ABP (Androgen Binding protein), la transferrine et divers agents nécessaires au bon déroulement de la spermatogenèse (Christiansen et *al.*, 2002).



**Figure 15 :** Axe-hypothalamo-hypophysaire-testiculaire et régulation de la fonction testiculaire (Christiansen et *al.*, 2002).

### 9-2 Rétrocontrôle de la sécrétion des gonadotrophines par le testicule

Le contrôle exercé par l'axe hypothalamo-hypophysaire-testiculaire est modulé par un rétrocontrôle assuré par les hormones testiculaires de nature stéroïdienne (testostérone) et protéique (inhibine) (Roser, 2008).

La testostérone circulante qui induit la puberté et la virilisation exerce un rétrocontrôle inhibiteur sur la sécrétion de LH et à moindre degré la FSH par l'hypophyse et sur celle de la GnRH par l'hypothalamus (Bridges et *al.*, 1993; Dohle et *al.*, 2003).

Selon l'intensité de la spermatogenèse, les cellules de Sertoli sécrètent l'inhibine  $\beta$  dans le sang (Anderson et Sharpe, 2000) qui exerce un rétrocontrôle inhibiteur de la sécrétion de FSH par l'hypophyse (Ying, 1988; Dohle et *al.*, 2003).

### 10- Facteurs de l'environnement influençant sur la reproduction

Les variations environnementales sont un paramètre très important à identifier dans un élevage. Les lapins sont des animaux très sensibles au facteur d'environnement tels que: température, humidité, alimentation, saison...

#### 10-1 Effet de température

La spermatogenèse du lapin montre une variation saisonnière liée à la photopériode et à la température externe, l'activité étant maximale au printemps et minimale à l'automne.

Pour des températures comprises entre 13°C et 26°C, peu de variations sont observées sur les caractéristiques de la semence.

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

D'après 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 quantité et la qualité de la semence produite sont extrêmement sensibles à de fortes chaleurs couplées à une forte hygrométrie.

### **10-2 Effet de l'alimentation**

Dans les zones tropicales ou subtropicales, la sous-alimentation est probablement un des facteurs principaux de l'environnement qui limite les performances de reproduction.

Selon Luzi *et al.* (1996), un protocole alimentaire restreint réduit la *libido* et quelques caractères séminaux et la restriction des apports énergétiques ou azotés provoque un retard dans l'âge à la première saillie et une diminution de la production initiale du sperme.

Des carences en vitamine A peuvent provoquer des lésions de l'appareil génital et bloquer la spermatogénèse, alors que l'absence de vitamine E dans la ration entraînant l'atrophie des testicules et la formation d'oedème interstitiel (Chevrel et Cormier, 1948).

Par contre, des niveaux élevés de cholestérol dans le régime alimentaire agissent négativement sur le métabolisme des cellules de Sertoli et le processus normal de la spermatogénèse (Yamamoto *et al.*, 1999).

### **10-3 Effet de la photopériode**

D'après Lebas *et al.* (1990), les mâles exposés à un éclairage artificiel pendant 16 heures sur 24 heures sont significativement plus de spermatozoïdes dans les gonades que chez ceux exposés à la lumière pendant 8 heures.

### **10-4 Effet saison**

Les variations saisonnières de la fonction de reproduction de nombreux mammifères se traduisent par une alternance entre une période d'activité et une période de quiescence.

Le moment de l'année où les animaux présentent une reproduction active varie selon les espèces et les latitudes.

Le rythme saisonnier de l'activité de reproduction dépend de la durée de la gestation, mais aussi de la nécessité de synchroniser la gamétogénèse, le comportement sexuel et les périodes de gestation durant l'année (Bronson and Heideman, 1994). C'est ainsi que le

volume des éjaculats et leur concentration en spermatozoïdes sont maximum en mars (Frolich, 1948) et minimum 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 des spermatozoïdes, une diminution de la concentration en spermatozoïdes, une augmentation du pourcentage de spermatozoïdes anormaux et une baisse de la *libido* (Hiroe et Tomizuka, 1965).

### **10-5 Effet de l'hygrométrie**

L'humidité relative c'est le rapport entre le poids réel de vapeur d'eau contenu dans l'air et le poids d'eau maximum qu'il pourrait contenir qui doit être en préférence maintenue entre 55 et 80% (idéalement entre 60-70%).

Une humidité excessive augment la charge microbienne de l'air et provoque ainsi une sensation de froid chez l'animal et plus souvent des maladies respiratoires et digestives.

Une humidité relative trop basse (moins de 50%) est néfaste car elle favorise la formation de poussières qui dessèchent les voies respiratoires qui se traduit par une réduction des performances de la reproduction (Finzi et *al.*, 2000).

### **10-6 Effet des huiles essentielles**

Des études récentes ont montré que les variations de la fonction de reproduction chez le lapin ne peuvent se limiter aux facteurs cités en dessous. Cependant une étude a été réalisée pour étudier l'effet de l'huile essentielle de sarriette (*Satureja khuzestanica*) sur la fertilité des rats mâles, cette huile a été administrée par voie orale à différentes doses (75 ,150 et 225 mg /Kg /jour) pendant 45 jour, et elle a induit une augmentation significative de la concentration en FSH et en testostérone, de même l'augmentation de poids de vésicule séminale et de la prostate (Haeri et *al.*, 2006). Comme les huiles essentielles peuvent avoir une toxicité plus au moins importante chez les lapins et rongeurs de compagnie selon la plante utilisé (Kammerer et *al.*, 2012).





# **Chapitre III**

Matériels et méthodes

Cette étude fait partie des activités de l'équipe de recherche dirigée par Professeur L. Lakabi au niveau de son laboratoire sis au département de Biologie de l'université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.

L'objectif de ce modeste travail est de voir l'impacte de l'huile essentielle d'*Eucalyptus Globulus* sur la structure testiculaire et épидидymaire des lapins mâles de la population locale âgée de trois mois ; leurs structures ont été étudiées histologiquement en relation avec le poids vif et les poids et volume testiculaires et épидидymaires.

### 1- Description des lieux de l'expérimentation

Le travail s'est déroulé du mois de mai au mois de juillet 2022 sur 30 lapins de la population locale au niveau de l'institut de Technologie Moyen Agricole spécialisé de Boukhalfa Tizi-Ouzou (ITMAS), situé à 5Km du chef-lieu de la wilaya de Tizi-Ouzou, Puis au niveau du laboratoire de production, sauvegarde des espèces menacées et des récoltes. Influence des variations climatiques (PSMRVC) au sein de l'université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.

### 2- Condition d'élevage

Les animaux ont été placés dans des cages spéciales aménagés pour l'élevage cunicole (figure 16) et exposés aux mêmes conditions de température, lumière et humidité (celle de l'environnement ambiant). Les animaux ont été nourris *ad libitum* à base d'un aliment sec granulés fabriqué et commercialisé par l'ONAB d'Alger (Office National de l'Aliment de Bétail). L'eau distribuée aux animaux provient du réseau local d'eau potable disponible en accès libre permanent.

Avant de commencer l'expérimentation, les animaux ont été laissés une période d'adaptation dans le nouveau milieu pour éviter l'effet du stress.



**Figure16** : Photo des cages (Originale, 2022).

### 3- Matériels et méthodes

Durant notre expérimentation, nous avons utilisé le lapin de la population locale comme modèle animal et le l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* comme modèle végétale.

#### 3-1 Modèle animal

La population utilisée est une population locale qualifiée de population blanche par Zerrouki et *al.* (2007), à cause de la prédominance totale du phénotype blanc néozélandais et californien par rapport aux croisés (noir, gris, fauve et croisé) (Figure 17).

Cette population se caractérise par une variabilité phénotypique, un moyen format, une prolificité faible, une bonne fertilité, un poids adulte moyen de 3,6 Kg (poids d'abattage proche du poids adulte), et une bonne aptitude à produire toute l'année, y compris en été sous les conditions climatique du nord de l'Algérie. Selon Grace (1949) et Lebas et *al.* (1984) ; la taxonomie du lapin (*Orytolagus cuniculus*) est :

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



**Figure17:** Lapins mâles de la population locale/souche synthétique âgés de trois mois (Originale, 2022).

### 3-2 Modèle végétale

Le model végétale qu'on a utilisé dans notre expérience est l'huile essentielle de la plante locale *Eucalyptus globulus*.

#### 3-2-1 *Eucalyptus globulus*

*Eucalyptus globulus*, appelé aussi Gommier bleu (Figure 16) fait partie de la famille des Myrtacées, il a été découvert en 1792. C'est un arbre originaire de Tasmanie (Australie) mesurant 30 à 60 mètres de hauteur et peut atteindre jusqu'à 100 mètres dans certains cas. Son tronc est lisse et sa couleur varie du blanc au gris, dont l'écorce se détache facilement en longues bandes. Les jeune feuilles sont cireuses, ovales, claires, opposées et sessiles mais ce sont les feuilles poussant sur les vieilles branches qui sont officinales car se sont les seules à posséder des poches à essences sur la face inférieure. Ces feuilles (Figure 18) peuvent atteindre 25 centimètres de longueur, elles sont falciformes, alternes, pétiolées, de couleur gris-vert. Les feuilles ont une nervure principale surtout distincte sur la face inférieure. La plante coupée est reconnaissable par la présence de nombreuses poches sécrétrices sur la face inférieure de la feuille.

Selon Cronquist (1981) l'*Eucalyptus globulus* suit la classification suivante :

- Règne : plantae.
- Sous règne : Tracheobiota.
- Division : Magnoliophyta.
- Classe : Magnoliopsida.
- Ordre : Myrtales.
- Famille : Myrtaceae.
- Genre : Eucalyptus.
- Espèce : Eucalyptus globulus.



**Figure 18** : A : Arbre d'*Eucalyptus globulus* B : Feuilles d'*Eucalyptus globulus* (Originale, 2022).

### 3-2-2 Huile essentielle d'*Eucalyptus globulus*

Il s'agit d'une huile essentielle obtenue par entraînement à la vapeur d'eau des feuilles et rameaux broyés ou non et récemment récoltés d'*Eucalyptus globulus* Labillardière de la famille des Myrtaceae. Cette l'huile essentielle est liquide de couleur jaune à jaune pâle dégageant une forte odeur de 1,8-cinéole.

L'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* est inscrite à la pharmacopée européenne vu ses propriétés physico-chimique suivante : 1,8-cinéole : au minimum 70%, limonène : 0,05 à 15%,  $\alpha$ -pinène : 0,05 à 10 %, Sabinène : au maximum 0,3%,  $\beta$ -pinène : 0,05 à 1,5 %,  $\alpha$ -phellandrène : 0,05 à 1,5%, camphre : au maximum 0,1%.

D'après la pharmacopée, l'huile essentielle d'*Eucalyptus Globulus* doit contenir au minimum 70% de cinéole (Koziol, 2015).

La norme AFNOR NF T75-225 définit ainsi les constituants principaux de l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* :

**Tableau 01:** Spécifications physico-chimiques de l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* (Koziol, 2015).

Constituants	Huile essentielle cru		Huile essentielles rectifiées	
	Broyées en verts	Traditionnelles	70 % à 75 %	80 % à 85 %
Minimum % $\alpha$ -pinène	10	10	Traces	Traces
maximum %	20	22	20	12
Minimum % Limonène	2	1	2	2
maximum %	4	8	15	15
Cinéole-1.8 minimum%	48	58	70	80
Minimum % Para-cymène	1	1	1	1
maximum %	3	5	6	10
Minimum % Trans-pinocarvéol	1	1	Traces	Traces
maximum %	4	5	10	6
Minimum % Aromadendrène	6	1	–	–
maximum %	10	5	Traces	Traces
Minimum % Globulol	0.5	0.5	–	–
maximum %	2.5	1.5	traces	Traces

### 3 2-3 Autres matériels

Durant notre expérimentation nous avons également des : béchers, tubes sec, éprouvettes graduées, bavettes, papiers filtres, portoirs, eppendorfs, gants, ciseaux, pinces, scotch, étiquettes, spatules, poire, pissettes, balance de précisions, centrifugeuse, étuve, micropipettes (10-100 $\mu$ l ; 100-1000 $\mu$ l), cassette d'inclusion, moules à paraffine, microtome, lames et lamelles.

#### 4- Protocole expérimental

Durant cette étude, 30 lapins ont été utilisés et réparties en deux lots différents, un lot témoins (T) non traité et un lot expérimental traité par l'huile essentiel d'*Eucalyptus globulus*.

Le lot témoin n'a reçu aucun traitement, le lot expérimental a reçu des traitements équivalents en premier lieu puis variés par la suite. Le premier traitement consistait à administrer une dose de 200  $\mu\text{l}/\text{kg}$  qui ont été sacrifié après cinq jours, en suite ; le second traitement concernait les deux derniers lots en leurs administrant une dose de 300  $\mu\text{l}/\text{kg}$  après intervalle de 5 jours du précédent qui a leurs tour été sacrifié. En fin, le dernier traitement a touché le troisième lot étant le dernier avec une dose de 400 $\mu\text{l}/\text{kg}$  en respectant le même intervalle de temps.

##### 4-1- Pesée et administration des huiles

Après la période d'adaptation, les lapins ont été pesés pour déterminer la quantité d'huile essentielle à administrer par animal et par dose. Le volume de l'huile essentielle pipeté a été mélangé avec 0,5 ml d'eau distillée et administrer par voie orale aux lapins le matin (Figure 19).



**Figure 19 :** Pesé et administration de l'huile essentielle « *Eucalyptus Globulus* »  
(Originale, 2022).

##### 4-2- Sacrifice et prélèvement des organes

Après l'administration de l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* avant d'administré la prochaine dose 5 lapins sont sacrifiés par saignement le matin entre 9h:00 et 12h:00 au niveau du laboratoire de production, sauvegarde des espèces menacées et des récoltes. Influence des

variations climatiques (PSMRVC). Le sang est recueilli immédiatement dans des tubes secs ensuite centrifugé ; le sérum est gardé dans des eppendorfs puis congelé à 4C° pour des dosages hormonaux ultérieurs (Figure 20).



**Figure 20 :** Lapin sacrifié et prise du sang (Originale 2022).

Après la dissection des animaux, les organes de l'appareil reproducteur ont été prélevés à savoir les testicules et leurs épидидymes dégraissés puis pesés à l'aide d'une balance de précision et le volume déterminé par la méthode de la mesure du volume d'eau déplacé à l'immersion de l'organe dans une éprouvette graduée contenant un volume d'eau initialement connu (Figure 21).



**Figure 21 :** Prélèvement des organes (Originale, 2022).

### 5- 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 Déshydratation.

### 5-1- 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 utilisé dans notre expérience est le Bouin Hollande sublimé (mélange de formol et d'acide picrique) qui appartient à la famille des fixateurs coagulants à base de métaux lourds.

Les organes sont placés dans des cassettes d'inclusion puis déposés dans des piluliers contenant un volume de Bouin Hollande trois fois supérieur à celui de l'organe, pendant 7 jours à température ambiante afin d'immerger totalement (Figure 22).



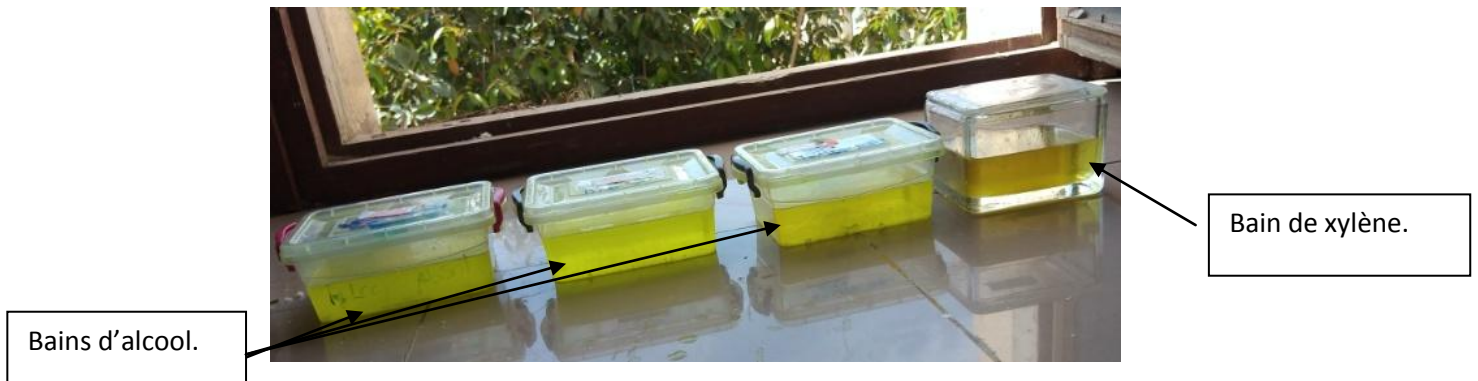
**Figure 12 :** Fixation des organes par le Bouin Hollande sublimé (Originale, 2022)

### 5-2- Déshydratation et éclaircissement

La déshydratation est la suppression de toute l'eau contenue dans l'organe, permettant l'inclusion de l'échantillon dans la paraffine. Celle-ci est caractérisée par sa plasticité et sa température de fusion qui peut aller de 56° à 60°C.

Pour réaliser la déshydratation de l'organe, une série de bains d'alcools éthyliques à des degrés croissants (50°, 70°, 90°, 100°) a été utilisée, pendant 20minutes pour chaque bain afin d'éviter la désorganisation des structures. Le dernier bain est un bain de xylène pour compléter

la déshydratation et préparer l'imprégnation de l'organe à la paraffine, car l'éthanol n'est pas miscible à la paraffine (Figure 23).



**Figure 23** : Série de bains de déshydratation et éclaircissement des gonades.

### 5-3- Imprégnation à la paraffine

L'imprégnation consiste à plonger les organes dans trois bains successifs de paraffine, de 20 minutes pour chacun à 60°C, immédiatement après les bains de xylène. Le premier est constitué d'une moitié paraffine et moitié xylène, tandis que le deuxième et le troisième bain renferment de la paraffine pure. Un séjour prolongé des pièces dans le deuxième bain ne présente aucun inconvénient, à condition que la température ne dépasse pas 60°C.

Les deux opérations déshydratation et imprégnation sont réalisées au niveau de laboratoire de production, sauvegarde des espèces menacées et des récoltes. Influence des variations climatiques (PSMRVC) au sein de l'université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou (Figure 24).

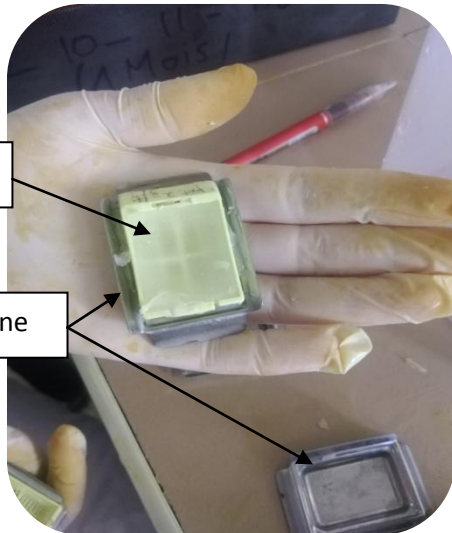


**Figure 24 :** Imprégnation des cassettes contenant les testicules et épидидymes dans de la paraffine fondue dans l'étuve (Originale, 2022)

#### 5-4- Inclusion

L'inclusion qui a pour but de réaliser des coupes fines et régulières, consiste à enrober l'organe déshydraté dans de la paraffine fondue à 60°C. Nous avons utilisé des cassettes d'inclusion sur lesquelles sont inscrits les numéros des échantillons et des moules de métal spécifiques et adaptés aux dimensions de l'organe et de la cassette. La paraffine liquide est versée dans les moules légèrement préchauffés à 45°C, l'organe est placé au centre du moule puis recouvert de la partie marquée de la cassette sur lesquels de la paraffine fondue est versée (Figure 25).

Le bloc est refroidi rapidement sur une plaque réfrigérée, après leur durcissement ils sont démoulés facilement et les blocs peuvent être ainsi conservés sans risque d'être endommager (Figure 26).



Cassette

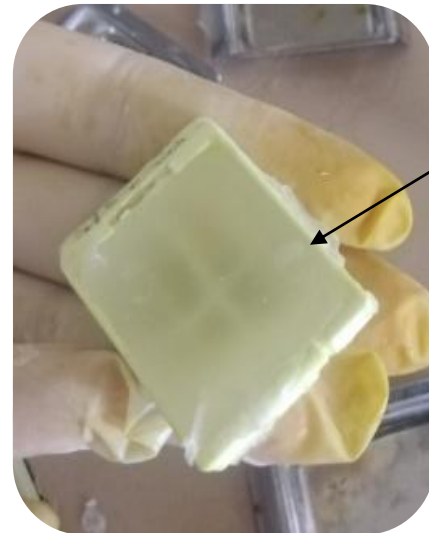
Moule à paraffine

**Figure 25 :** Inclusion des cassettes contenant des gonades dans des moules à paraffine (Originale, 2022)

### 5- 5- Confection des coupes et collage

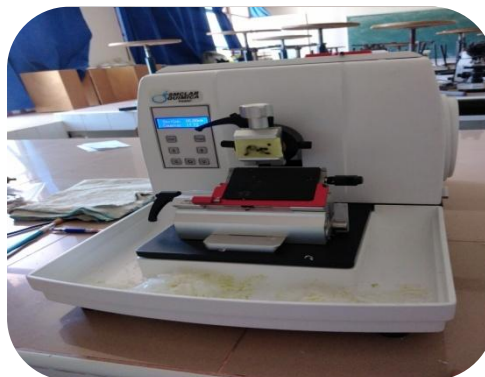
Des coupes minces ont été réalisées sur blocs d'organes à l'aide d'un microtome de type SMCLAB QUIMICA au laboratoire de physiologie Animale à Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. Des coupes de 2 à 5 $\mu$ m d'épaisseur sont ainsi réalisées et récoltées sous forme de ruban à l'aide d'un pinceau (Figure 27).

Les coupes sont récupérées sur des lames de microscope propre placées ensuite dans l'étuve à 38°C pour l'incubation.



Bloc à paraffine

**Figure 26 :** Bloc réfrigéré (Originale, 2022).



**Figure 27:** Dispositif de la coupe, microtome (Originale, 2022).

### 5-6- Déparaffinage et réhydratation

Avant d'entamer la coloration des lames nous devons les déparaffiner et les placer dans un milieu aqueux car les colorants qu'on utilise en histologie sont aqueux.

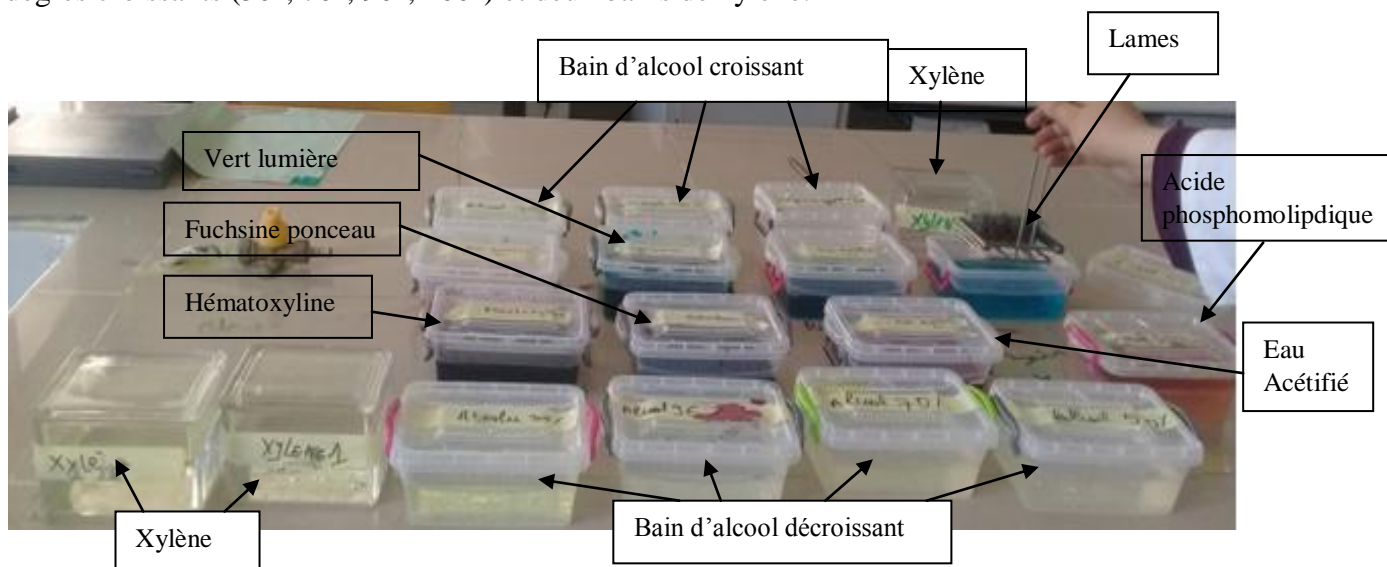
Le déparaffinage est une opération qui permet de retirer la paraffine qui imprègne la coupe, qui est suivi d'une réhydratation dans une séquence inverse de celle de la déshydratation, elle consiste en deux bains de xylène, puis en bains d'alcool éthylique à degrés décroissants (100°, 90°, 70°, 50°) (Figure 28).

### 5-7- Coloration topographique et Déshydratation

Pour la coloration des échantillons, la coloration topographique choisie est la coloration de Trichrome de Masson (Figure 28). Elle s'effectue avec trois colorants: l'hématoxyline, fuch sine-ponceau, orange G et vert lumière et un rinçage avec de l'eau courante et à l'eau acétifiée.

Les noyaux sont colorés en noir, les cytoplasmes acidophiles et les nucléoles en rose, les sécrétions sont soit rouges soit vertes en fonction de leur nature, les muscles sont rouges et les fibres collagènes vertes.

Cette coloration est suivie d'une déshydratation dans des bains d'alcools éthyliques à degrés croissants (50°, 70°, 90°, 100°) et deux bains de xylène.



**Figure 28** : photographie d'une série de coloration topographique.

### 5-8- Montage et observation des coupes

Le montage est l'opération qui consiste à fixer une lamelle de verre sur l'échantillon histologique à l'aide d'une goutte de l'Eukitt, qui permette l'adhérence entre la lame et la lamelle. Une légère pression sur la lamelle permet de chasser les bulles d'air

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

L'observation des lames se fait à l'aide d'un microscope photonique qui permet d'observer toute variation ou modification des structures histologiques des gonades. Des photographies sont prises grâce à un appareil photo numérique, de ce fait le grossissement de l'observation change, il est calculé de la manière suivante:

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

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

### 5-7 Etude statistique

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

Notre étude consiste à déterminer les effets de l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* sur le poids des testicules et épидидymes et le poids relatif chez les lapins prépubères de 3 mois ainsi que sur les structures gonadiques testiculaires et épидидymaire.

## 1-Résultats

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

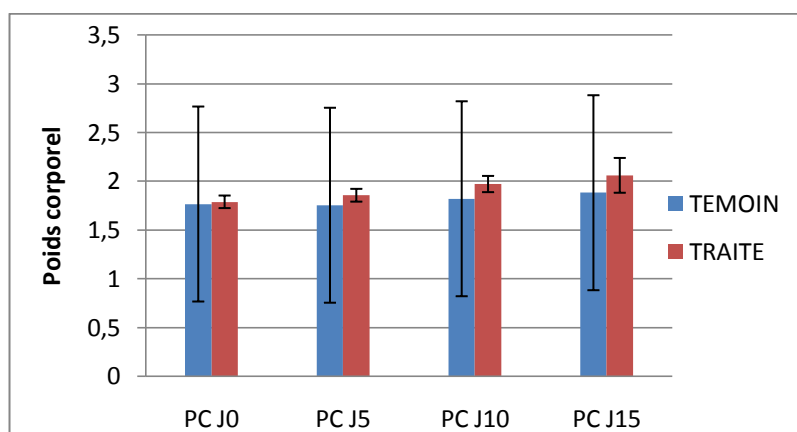
### 1-1- Résultats de l'étude macroscopique

Les animaux ont été pesés durant toute l'expérimentation, ce qui a permis de suivre l'évolution pondérale des lapins prépubères (3 mois) de la population locale.

#### 1-1-1- Poids corporel

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 âgés de 3 mois témoins et traités par l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* est représenté dans la Figure 29.



**Figure 29 :** Représentation graphique des valeurs moyennes du poids corporel des lapins prépubères témoins et traités par l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus*.

PC J0 : poids corporel à J0 ; PC J5 : poids corporel à J5 ; PC J10 : poids corporel à J10 ; PC J15 : poids corporel à J15.

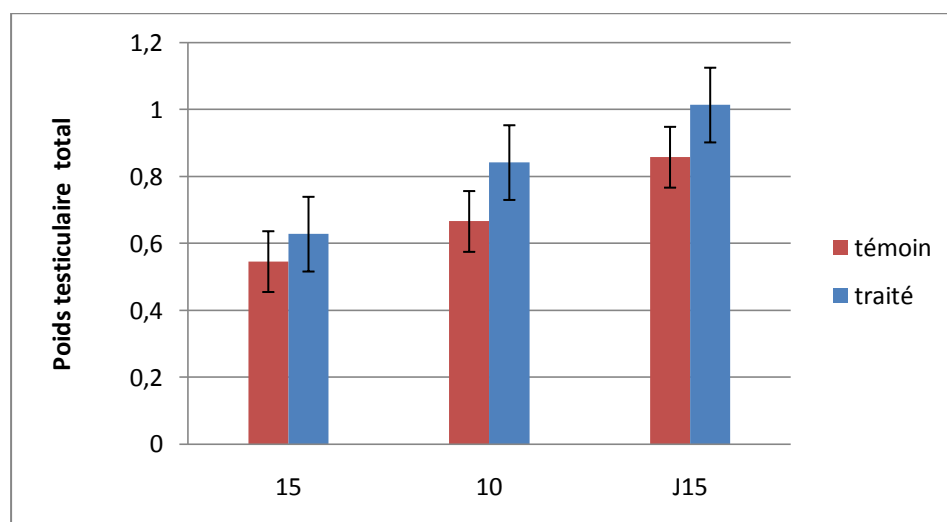
Les résultats obtenus révèlent que le poids corporel des lapins augmente en fonction du temps chez les deux lots, cependant cette augmentation est plus importante chez ceux traité par l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* par rapport au lot témoin, dont le poids passe de  $1,76 \pm 0,057\text{kg}$  à  $1,88 \pm 0,13\text{kg}$  entre le début et la fin de l'expérimentation. En effet, les lapins ayant été traités par trois doses (J15 : 200 ,300 et 400) ont un poids corporel supérieur à ceux ayant eu deux doses (J10 : 200 et 300)et une dose (J5 : 200), dont les valeurs passent de  $1,78 \pm 0,064\text{kg}$  à  $2,06 \pm 0,179 \text{kg}$ .

### 1-1-2- Poids testiculaire

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

#### 1-1-2-1- Evolution du poids testiculaire total

Le poids total des testicules pour les lapins prépubères témoins et traités par l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* est représenté dans la Figure 30.

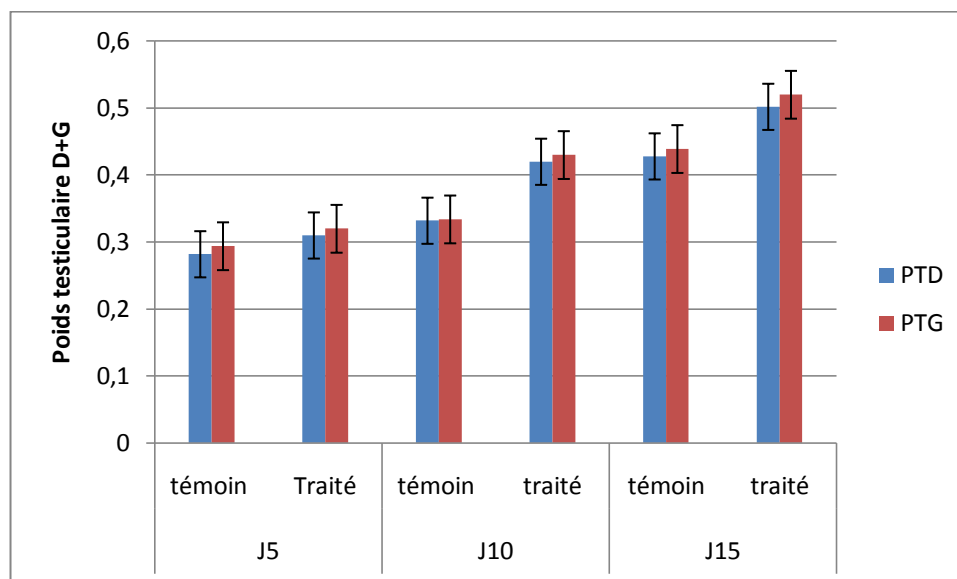


**Figure 30 :** Représentation graphique des valeurs moyennes de poids testiculaire des lapins prépubères témoins et traités par l'huile essentielle de l'*Eucalyptus globulus*.

Le poids testiculaire total suit une évolution progressive chez les témoins allant de  $0,54 \pm 0,13$  à  $0,85 \pm 0,07\text{g}$  entre le début et la fin de l'expérimentation. Chez les lapins traités par l'huile essentielle *Eucalyptus globulus* présentent une évolution plus importante et plus intense cependant cette augmentation est plus marquée chez ceux ayant reçu les 3 traitements et ceux qui ont reçu 2 traitements et ceux qui ont reçu qu'une seule dose.

### 1-1-2-2- Poids des testicules droites et gauches des lapins prépubères traités par l'huile essentielle *Eucalyptus Globulus*

Le poids des testicules droites et gauches des lapins prépubères en fonction de la dose de l'huile essentielle administrée est représenté dans la (Figure 31).

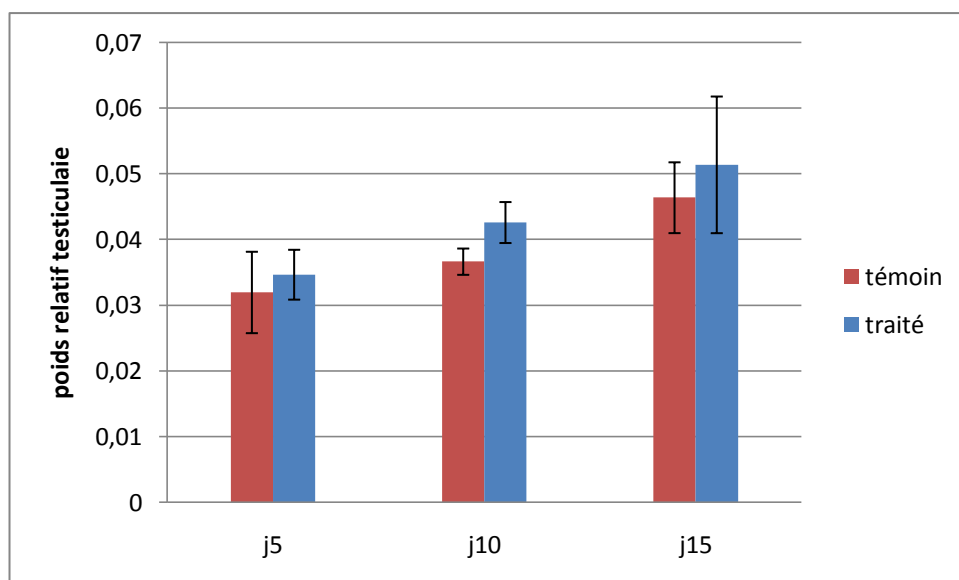


**Figure 31** : Evolution du poids testiculaire droit et gauche.

La comparaison entre les poids testiculaires droits et gauches a révélé que leurs valeurs moyennes chez le lot témoin sont presque identiques évolution de 0,26 à 0,28g. Alors que chez ceux traités par huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* à trois traitements différents lot1 (200 µl/kg), lot2 (200 et 300 µl/kg), lot3 (200, 300 et 400 µl/kg), le testicule gauche est plus élevé que le testicule droit sachant que leurs valeurs ont été de 0,32±0,024, 0,43±0,031, 0,51±0,054 respectivement, contre 0,28±0,02, 0,42±0,031, 0,50±0,064.

### 1-1-2-3- Poids relatif des testicules des lapins

Les valeurs moyennes des poids relatifs à 100 g de poids corporel des testicules des lapins âgés de 3 mois traités par l'huile essentielle *Eucalyptus Globulus* sont présentées dans la Figure 32.



**Figure 32 :** Poids relatif des testicules des lapins âgés de 3 mois témoins et traité par les l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus*

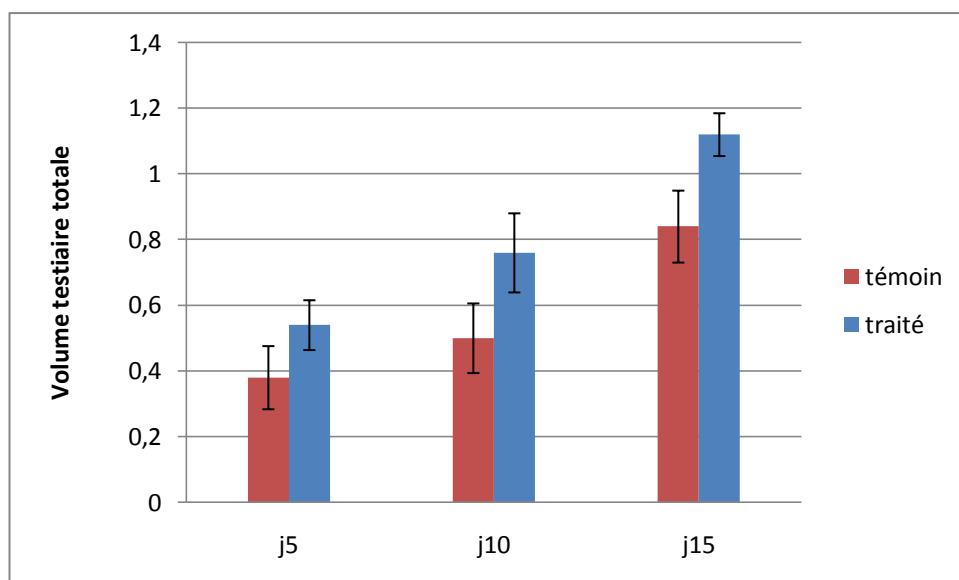
La valeur moyenne des poids relatifs à 100g de poids corporel des testicules est plus élevée chez les animaux traités par l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* par rapport aux témoins dont la valeur est  $0,031 \pm 0,006$  g alors que ceux qui sont traités par la dose de  $200 \mu\text{l}/\text{kg}$  présente une valeur de  $0,034 \pm 0,003$  g et ceux qui ont reçu le traitement de (200 et  $300 \mu\text{l}/\text{kg}$ ) :  $0,042 \pm 0,003$  g et enfin ceux qui ont reçu un traitement composé de 3 doses (200, 300 et  $400 \mu\text{l}/\text{kg}$ ) présente la valeur  $0,051 \pm 0,010$  g.

### 1-1-3 Volume testiculaire

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

#### 1-1-3-1 Volume testiculaire total

Le volume total des testicules des lapins prépubères témoins et traités par l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* administrée est présenté dans la Figure 33.

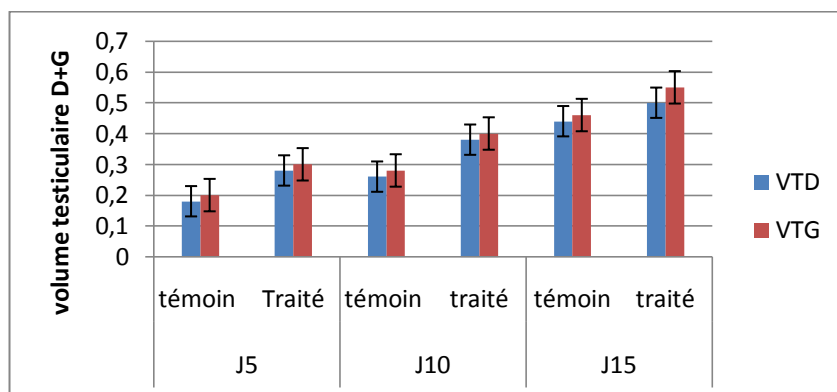


**Figure 33 :** Représentation graphique des valeurs du volume testiculaire total chez les lapins de 3 mois témoins et traités par le l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus*.

Les valeurs moyennes du volume total de testicule est de  $0,5 \pm 0,106$ ml chez le lot témoin alors qu'il est plus élevé chez les traités par l'huile essentielle de l'*Eucalyptus globulus* avec les valeurs respectives de  $0,54 \pm 0,076$ ml pour le lot1 traité par  $200 \mu\text{l}/\text{kg}$  et  $0,76 \pm 0,120$ ml pour le lot2 traité par 200 et 300  $\mu\text{l}/\text{kg}$  et  $1,12 \pm 0,065$  pour le lot 3 traité par 200, 300 et 400  $\mu\text{l}/\text{kg}$ .

### 1-1-3-2 Volume testiculaire droits et gauches

Le volume des testicules gauches et droits des lapins âgés de 3 mois en fonction de la dose de l'huile essentielle de l'*Eucalyptus globulus* administrée est représenté dans la Figure 34.



**Figure 34 :** Représentation graphique des valeurs du volume testiculaire droits et gauches chez les lapins prépubères témoins et traité par l'huile essentielle de l'*Eucalyptus globulus*.

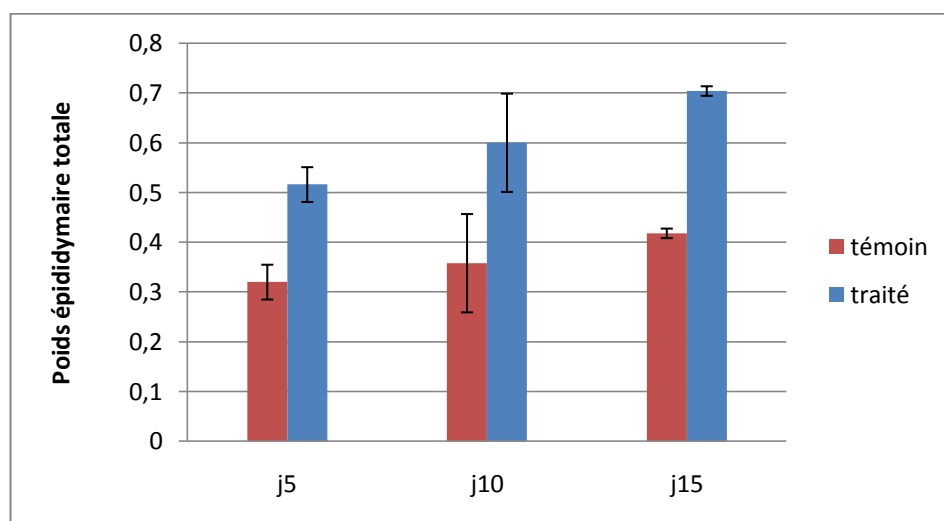
La comparaison entre les volumes testiculaires droits et gauches a révélé que leurs valeurs moyennes chez le lot témoin sont presque identiques et cela on le remarque par cette évolution faible de  $0.26 \pm 0.057$  à  $0.28 \pm 0.022$  ml, alors que chez ceux traités par huile essentielle de *Eucalyptus globulus*.

#### 1-1-4- Poids épидидymaire

Poids de l'épididyme en g est exprimé par la valeur moyenne  $\pm$  l'erreur standard à la moyenne (ESM).

##### 1-1-4-1 Evolution du poids total de l'épididyme total traitée par l'*Eucalyptus Globulus*

L'évolution du poids total de l'épididyme pour les lapins prépubères témoins et traités par le l'huile essentielle *Eucalyptus Globulus* est présentée dans la Figure 35.

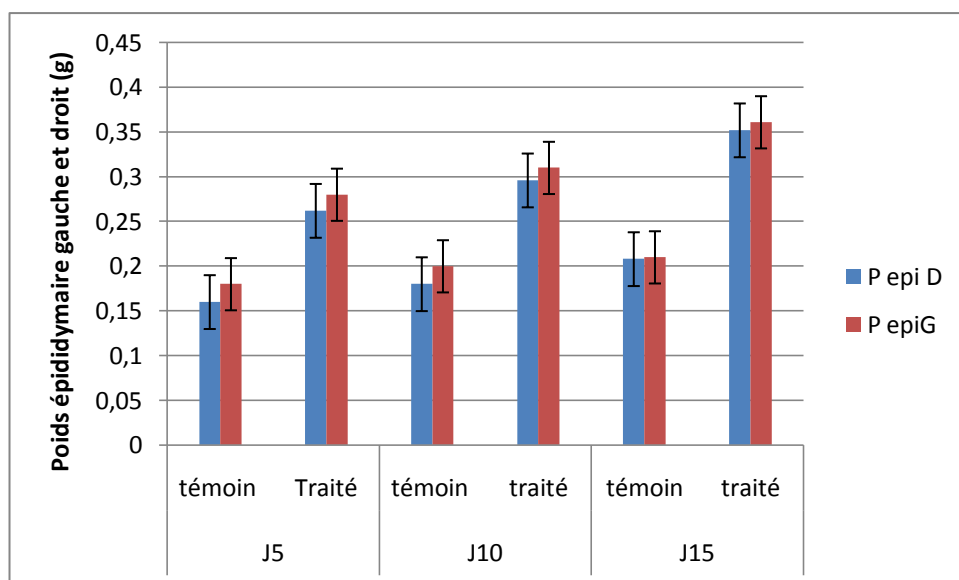


**Figure 35 :** Représentation graphique des valeurs épидидymaire total chez les lapins de 3 mois témoins et traités par le l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus*

Le poids épидидymaire total suit une évolution progressive et lente chez les témoins allant de  $0.32 \pm 0.035$  au j0 à  $0.41 \pm 0.010$ . à J15 cependant les lapins traités par cette l'huile essentielle présentent une évolution plus importante et plus intense surtout chez ceux qui ont reçu les 3 traitements (200, 300 et 400  $\mu\text{l}/\text{kg}$ ) avec une a valeur moyenne de  $0.70 \pm 0.061$  et ceux qui ont reçu 2 traitements de 200 et 300  $\mu\text{l}/\text{kg}$  avec une valeur moyenne de  $0.6 \pm 0.059$  et ceux qui ont reçu qu'une seule dose 200  $\mu\text{l}/\text{kg}$  de  $0.51 \pm 0.051$ .

##### 1-1-4-2- Poids de l'épididyme droit et gauche des lapins traités par l'*Eucalyptus Globulus*

La Figure 36 présente le poids des épидидymes droits et gauches des lapins âgés de 3 mois témoins et traité par l'huile essentielle *Eucalyptus globulus*.

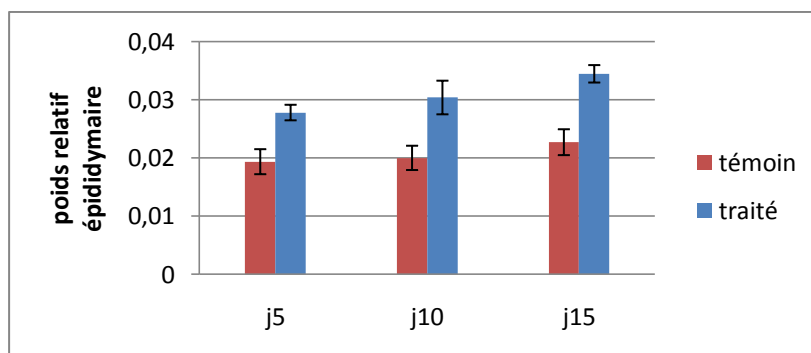


**Figure 36 :** Représentation graphique des valeurs épидидymaire droit et gauche chez les lapins de 3 mois témoins et traités par le l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus*

La comparaison entre les poids épидидymaire droits et gauches a révélé que leurs valeurs moyennes sont légèrement plus élevées au niveau des épидидymes gauches par rapport aux droits chez tous les lots.

#### 1-1-4-3 Evolution du poids relatif des épидидymes pour les lapins traités par l'*Eucalyptus Globulus*

L'évolution des valeurs moyennes des poids relatifs à 100 g de poids corporel des épидидymes des lapins de 3 mois traités par l'huile essentielle *Eucalyptus Globulus* sont présentées dans la Figure 37.



**Figure 37 :** Poids relatif des épидидymes des lapins âgés de 3 mois témoins et traité par l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus*.

La valeur moyenne des poids relatifs à 100g de poids corporel des épидидymes est plus élevée chez les animaux traités par l'huile essentielle de *Eucalyptus globulus* par rapport au témoins dont la valeur est  $0,019 \pm 0,002$  galors que ceux qui sont traités par la dose de  $200 \mu\text{l}/\text{kg}$  présente une valeur de  $0,02 \pm 0,001$  g et ceux qui ont reçu le traitement de (200 et  $300 \mu\text{l}/\text{kg}$ ) :  $0,03 \pm 0,002$  g et enfin ceux qui ont reçu un traitement composant de 3 doses (200, 300 et  $400 \mu\text{l}/\text{kg}$ ) présente la valeur  $0,034 \pm 0,001$  g.

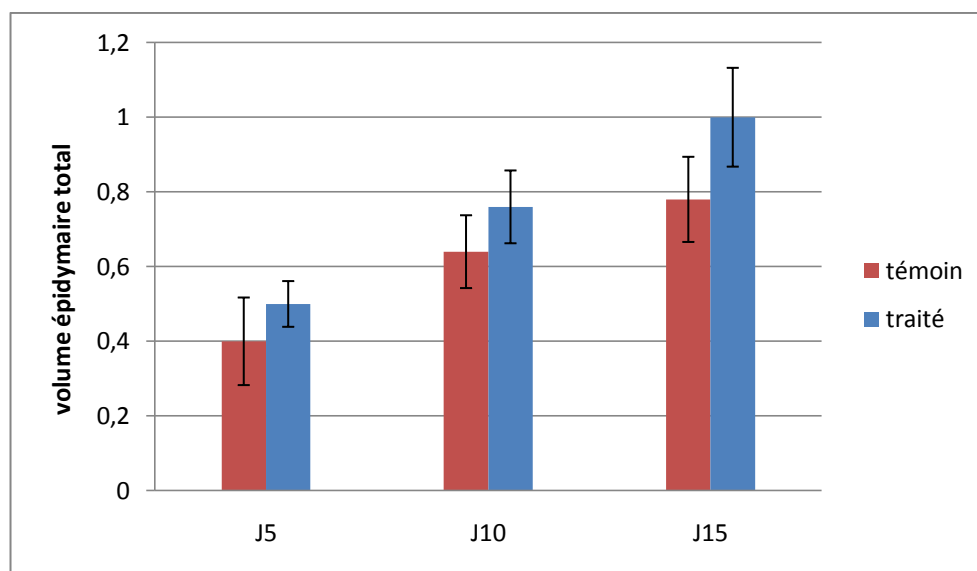
### 1- 1-5 Volumes épидидymaire

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

#### 1-1-5-1 Volumes épидидymaire total

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

Le volume épидидymaire total des lapins prépubères témoins et traités par l'huile essentielle est représenté dans la figure 38.

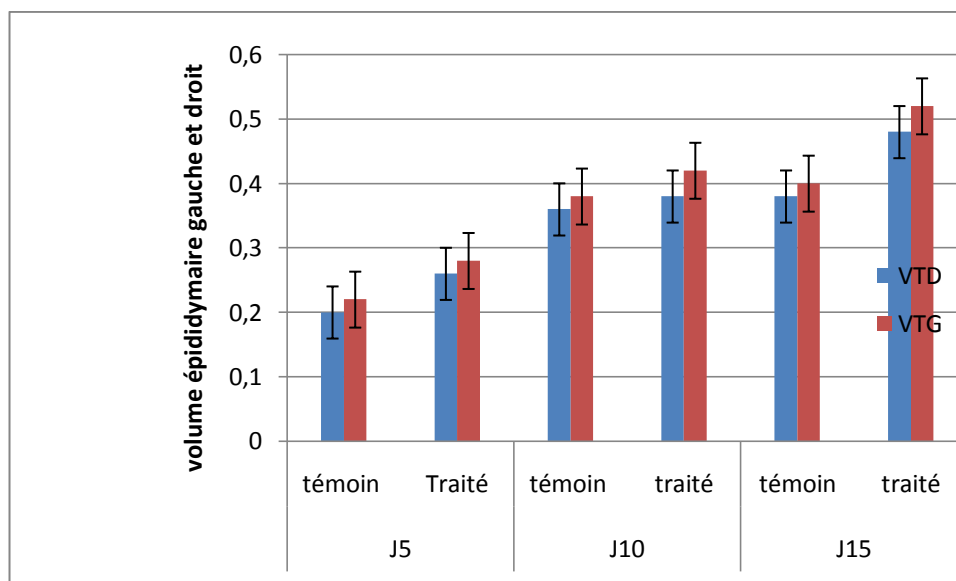


**Figure 38** : Représentation graphique des valeurs des volumes épидидymaire total chez les lapins prépubères témoins et traités par l'huile essentielle de *Eucalyptus globulus*.

Les valeurs moyennes du volume total de l'épididyme est de  $0,4 \pm 0,106$  ml chez le lot témoin alors qu'il est plus élevé chez les traités par l'huile essentielle de *Eucalyptus globulus* avec les valeurs respectives de  $0,50 \pm 0,076$  ml pour le lot1 traité par  $200 \mu\text{l}/\text{kg}$  et  $0,76 \pm 0,120$  ml pour le lot2 traité par 200 et  $300 \mu\text{l}/\text{kg}$  et  $1 \pm 0,065$  pour le lot 3 traité par 200, 300 et  $400 \mu\text{l}/\text{kg}$ .

### 1-1-5-2- Volume épидидymaire droit et gauche

Le volume des épидидymes gauches et droits des lapins prépubères en fonction de la dose de l'huile essentielle de l'*Eucalyptus globulus* administrée est représenté dans la figure 39.



**Figure 39** : Représentation graphique des valeurs des volumes épидидymaire gauche et droit chez les lapins prépubères témoins et traités par l'huile essentielle de l'*Eucalyptus globulus*.

La comparaison entre les volumes épидидymaire droits et gauches a révélé que le volume des testicules gauches est plus élevé légèrement par rapport au volume des testicules droits chez le lot témoins, alors que chez ceux traités par huile essentielle de d'*Eucalyptus globulus* à trois traitement différents lot1 (200 µl/kg), lot2 (200et 300 µl/kg), lot3 (200,300 et 400 µl/kg), le volume du testicule gauche est plus élevé que le volume testicule droit sachant que leurs valeurs été de  $0,28 \pm 0,024$ ,  $0,42 \pm 0,031$ ,  $0,51 \pm 0,054$  respectivement, contre  $0,03 \pm 0,02$ ,  $0,42 \pm 0,031$ ,  $0,50 \pm 0,064$ .

## 2. Résultat de l'étude microscopique

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

## 2-1- Etude histologique testiculaire

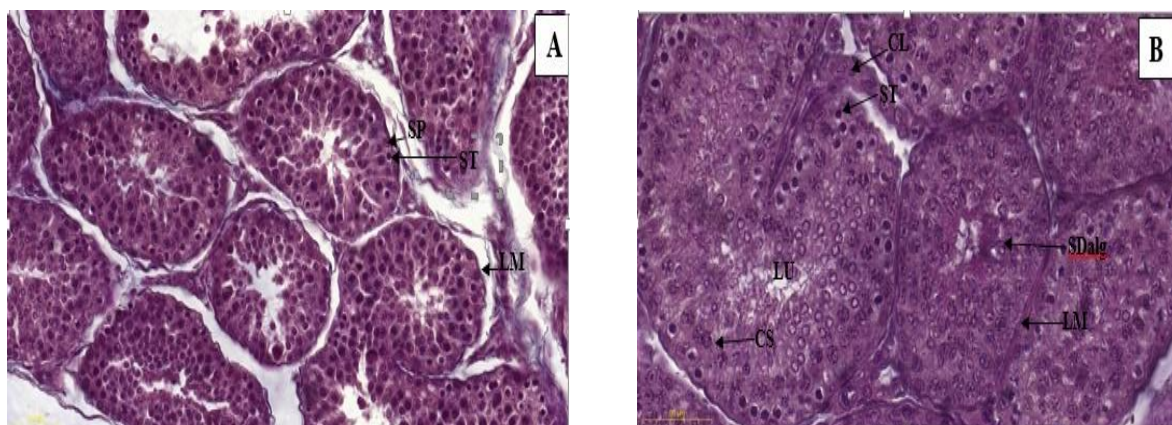
### 2-1-1- Etude histologique des testicules des lapins témoins

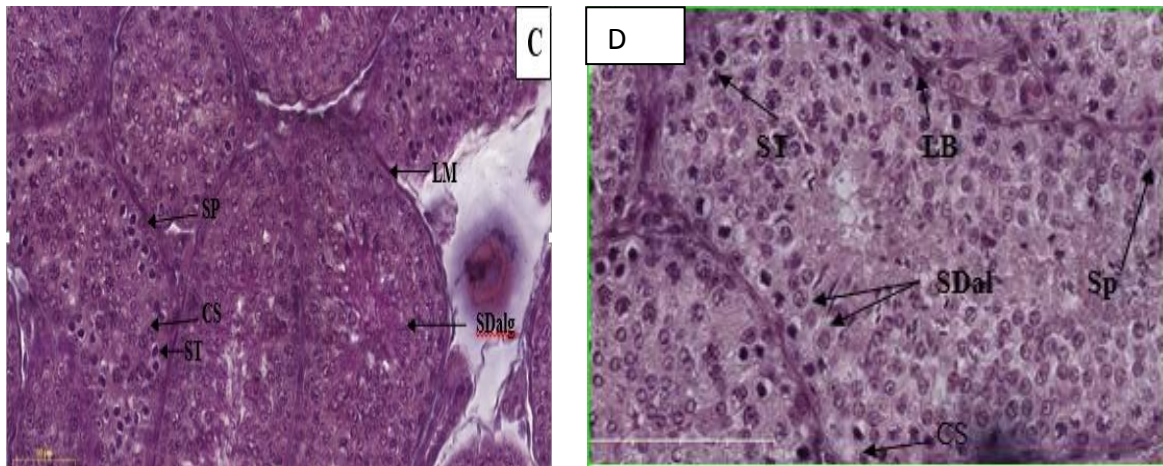
Chez les lapins témoins nous avons observé des tubes séminifères qui ont la paroi formée d'un épithélium comprenant des cellules de la lignée germinale : spermatogonies à noyaux ronds et condensés, spermatocytes I à noyaux volumineux et à chromatine décondensée grossiers, de nombreuses cellules de petite taille qui sont les spermatides rondes et des cellules de Sertoli à noyau triangulaire. Un tissu conjonctif intertubulaire entoure ces tubes, il est riche en cellules péri-tubulaires à noyaux aplatis et des cellules de Leydig à noyau arrondis (Figure 40 A).

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

Pour les lapins traités du lot1 (200µl/kg) par l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* nous avons observé presque la même structure histologique que les lapins témoins avec l'apparition des premiers spermatides allongés est très réduit dans certains tubes séminifères, qui explique que le tube séminifère est actif (Figure 41B).

Cependant, pour les lapins traités du lot2 (200 puis 300µl/kg) par l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* (Figure 41) on remarque la apparition des spermatides allongés plus nombreux que ceux traités précédemment et touche plus de tubes séminifères. De plus, les lapins du lot3 présentent l'abondance de ces derniers et leurs élancement remarquable comparant à tous les précédents.





**Figure 40:** Microscopie de coupe histologique au niveau du testicule des lapins prépubères après coloration de trichrome de Masson au grossissement (400).

## 2-2- Etude histologique épидидymaire

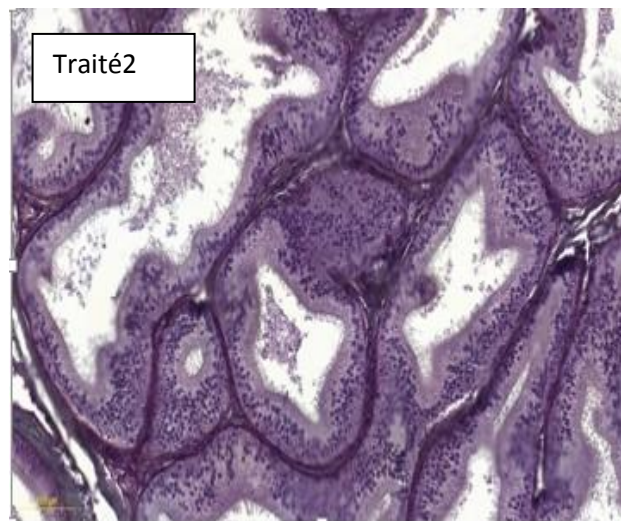
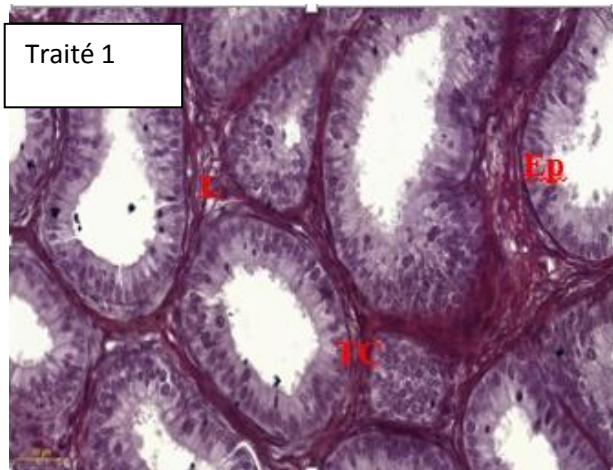
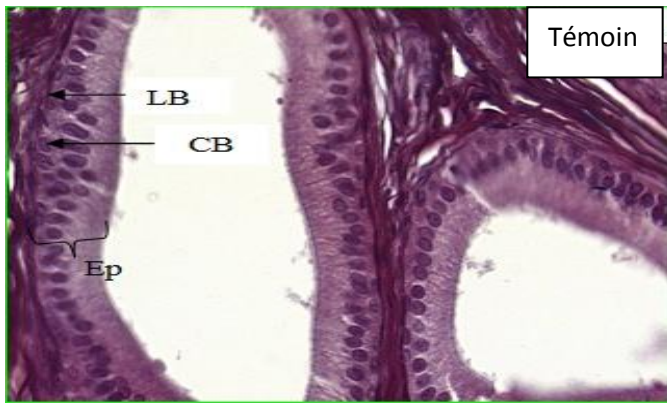
### 2-2-1- Etude histologique des épидидymes des lapins témoins

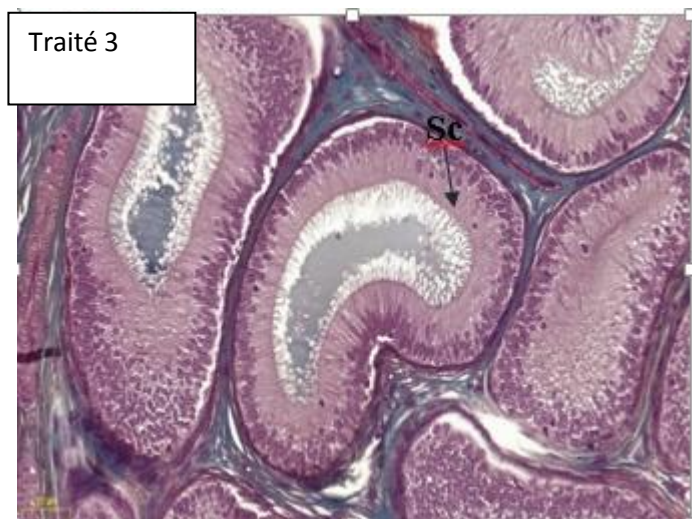
Chez les lapins témoins, nous avons observé un épithélium épидидymaire cubique à prismatique constitué de cellules principales avec des stéréocyles vers la lumière, ainsi que des cellules basales reposant sur une lame fine et un tissu conjonctif interlobulaire

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

L'observation des structures histologiques des épидидymes révèle une grande variabilité entre les lapins du lot témoin et les lapins des lots traités par l'huile essentielle.

Chez les lapins traités par l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* à 200µl/kg, nous avons observé que le tube épидидymaire est bordé par une paroi musculaire à laquelle adhère une couche d'épithélium épидидymaire typique à savoir prismatique et pseudo stratifié, avec une lumière dépourvue de spermatozoïdes riches en sécrétions épидидymaire ce qui indique le déclenchement de l'activité sécrétoire de l'épидидyme, et des stéréocyles localisés au niveau apical des cellules principales. Cependant la hauteur des épithéliums et le nombre ainsi la quantité des stéréocyles augmentent avec le nombre de dose administrée.





**Figure 41** : Microscopie de coupe histologique au niveau du testicule des lapins prépubères après coloration de trichrome de Masson au grossissement (400)

### 3- Discussion

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

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

Durant notre expérimentation nous avons constaté que l'administration de l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* induit une augmentation du poids corporel ainsi que gonadique des lapins traités par rapport aux lapins témoins d'une part, d'autre part le poids corporel et gonadique des lapins qui ont reçu les trois doses d'*Eucalyptus globulus* 200, 300 et 400  $\mu\text{l}/\text{kg}$  avec 5 jours d'intervalle est plus élevé par rapport à ceux qui ont reçu deux doses 200 et 300  $\mu\text{l}/\text{kg}$  toujours avec un intervalle de 5 jours, qui de même plus important que ceux qui ont reçu qu'une dose de 200  $\mu\text{l}/\text{kg}$ .

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

En effet, chez les lapins témoins nous avons observé un épithélium séminifère comprenant des cellules de la lignée germinale : spermatogonies, spermatocytes I, et des spermatides ronds ; tandis que chez les lapins traités par la dose de 200µl/kg de l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* nous avons observé la même structure histologique que les lapins témoins mais avec apparition des premières spermatides allongées dans quelques tubes séminifères, tandis que chez les lapins traités par les doses (200 puis 300 puis 400µl/kg) de cette l'huile essentielle ont induit la mise en place de nombreux spermatides allongées comparant à ceux traités par une seule dose de 200 µl/kg et cela dans plusieurs tubes séminifères qui reste moins important que ceux qui ont reçu une dose de 200 et 300 µl/kg.

Au niveau des épидидymes, nous avons observé un épithélium épидидymaire prismatique et pseudostratifié chez les différents lots néanmoins la hauteur de cet épithélium est plus élevés chez ceux traités par cette huile essentielle avec des stéréocytes plus nombreuses et plus hautes que les témoins d'une part, d'autre part elles est importantes chez les lapins traités par les doses de 200, 300 et 400µl/kg que chez ceux traités par les doses de 200 et 300µl/kg et a leur tour sont plus important par rapport aux lapins qui ont reçu uniquement une dose de 200µl/kg

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

Kuçukyilmaz K et *al.*, (2017) soulignent que l'huile essentielle Lavande pourrait être considérée comme un facteur de croissance car elle induit une augmentation du poids corporel de 47 et 83g chez les oiseaux nourris avec 24 et 48mg de cette huile pendant 60 jours sans consommer d'aliments supplémentaires.

Selon Allrichet *al.* (1983), les dimensions des testicules et de l'épididyme sont très corrélées avec l'âge, le développement et le poids corporel. En effet une augmentation de la taille des testicules est due à l'augmentation du diamètre et de la largeur du tubule séminifère et l'augmentation du nombre de cellules de Leydig.

Nos résultats corroborent avec ceux obtenu par Fellag et Fethoun (2018) qui ont constatés une augmentation des poids corporels, testiculaires et épидидymaire qui est dose dépendante suite à un traitement par l'huile essentielle de la Menthe poivrée.

D'après Garcia Tomas et *al.*, 2007, l'augmentation du volume testiculaire est probablement liée à la prolifération cellulaire au niveau des tubes séminifères suite à une

augmentation importante de testostérone plasmatique. L'évolution du poids des épидидymes se fait selon une courbe de croissance sigmoïde. Cette croissance est rapide, ce qui indique que l'activité spermatogénique pouvait avoir commencé

D'après Iczkowski et al. (1991) l'augmentation du poids épидидymaire est probablement liée à la prolifération cellulaire due à une importante augmentation des niveaux de testostérone plasmatique entre 4 et 8 semaines d'âge qui a une action directe dans le maintien de la morphologie des cellules principales et dans l'inhibition de l'apoptose (Fan et Robaire, 1998).

En effet selon Viger et Robaire (1996), la régulation des fonctions de l'épithélium et de la lumière de l'épидидyme est sous le contrôle des androgènes les plus particulièrement 5 $\alpha$ -dihydrotestostérone (DHT) et 5 $\alpha$ -androstane-3 $\alpha$ , 17  $\beta$ -ol (3 $\alpha$ -diol), issus de la conversion de la testostérone, sont considérés comme les modulateurs principaux de différentes fonctions de l'épидидyme. Et selon Fan et Robaire (1998), la testostérone a une action directe dans le maintien de la morphologie des cellules principales épидидymaires et dans l'inhibition de l'apoptose.

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

Kumar (2008), n'a observé aucun changement significatif au système reproducteur après l'utilisation à court terme de Menthe verte, mais l'utilisation à long terme a causé des dommages irréversibles à ce système, tels qu'une diminution significative du poids des vésicules séminales, épидидymes, testicules et prostates avec changement histopathologiques significative dans ces tissus.



# **CONCLUSION**

## Conclusion

---

Au terme de notre travail sur les effets de l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* à différentes doses (200µl/kg, 300µl/kg et 400µl/kg) sur la structure testiculaire et épидидymaire des lapins mâles prépubères de la population blanche locale, nous avons constaté que cette l'huile à engendrée des modifications sur les paramètres macroscopiques (poids corporel, poids et volume testiculaire et épидидymaire) et microscopiques (les structures histologiques des testicules et des épидидymes).

Les résultats de notre étude ont montré que les paramètres macroscopiques (poids vif, poids et volume des testicules et des épидидymes) sont plus élevés chez les lapins traités par rapport aux témoins d'une part, d'autre part les lapins traités par les trois doses (200, 300 et 400µl/kg) présentes des valeurs plus importantes que ceux traités par les deux doses (200 puis 300µl/kg) qui sont de même fait supérieurs à ceux qui sont traités par une unique dose de 200µl/kg.

Sur le plan histologique, la structure des testicules des lapins traités par l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* à la dose 1 (200µl/kg) présente très peu de spermatides allongés dans les tubes séminifères alors que chez les témoins la spermatogenèse est en stade spermatide rond, tandis que les doses du troisième lot (200 puis 300 puis 400µl/kg) de cette l'huile essentielle ont induit la mise en place de nombreux spermatides allongées comparant à ceux traitées par une seule dose de 200 µl/kg et cela dans plusieurs tubes séminifères. On déduit donc que les lapins traités présentent des changements remarquables par rapport à la structure des cellules qui définissent les stades de la spermatogénèse car on voit bien l'augmentation des spermatides allongés allant vers des doses plus élevés respectivement des trois lots.

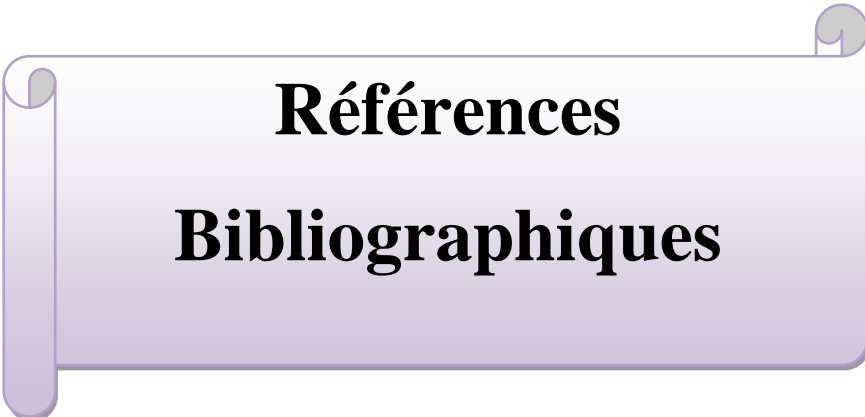
Chez les lapins traités par l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus*, nous avons observé un épithélium épидидymaire prismatique et pseudostratifié, riche en stéréocyles et sécrétions épидидymaire ce qui indique le déclenchement de l'activité sécrétoire avec une lumière dépourvue de spermatozoïdes. Nous avons observé chez les lapins traités par les trois doses d'intervalle équivalents de cinq jours (200, 300 et 400 µl/kg) une histologie plus développée concernant le nombre des stéréocyles ainsi que leurs nombre comparant ceux traités par deux doses (200 puis 300µl) qui sont plus élevés à ceux traités par une seule dose de 200µl/kg. Ce qui nous laisse dire qu'il existe une concordance entre les doses et la hauteur ainsi le nombre des stéréocyles.

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

## Conclusion

---

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



**Références  
Bibliographiques**

# A

- **Abe K., Takano H. et Ito T. (1983).** Ultrastructure of the mouse epididymal duct with special reference to the regional differences of the principal cells. *Archiv.Histo.Jap.*, 46 (1) :51-68.
- **Abou-Haila A., et Fain- Maurel M. A. (1984).** Regional differences of the proximal part of mouse epididymis: morphological and histochemical characterization. *The Anat. Rec.*, 209(2): 197-208.
- **Abraham L. et Kierszenbaum. (2002).** *Histologie et biologie cellulaire : une introduction à l'anatomie pathologique.* 1<sup>éd.</sup>, De Boeck, Paris : 529p.
- **Abo-el-ezz., Z., Salem M.H., Abd El-Fatah G.A., Yassen A.M, (1984).** Effect of exposure to direct solar radiation on body weight, thermoregulation and reproductive efficiency in the male rabbit. In: *Proceedings of 1<sup>st</sup> Egyptian-British Conference on Animal and Poultry Production*, Zagazig University, Egypt, 1:c119-135.
- **Adamali H.I. et Hermo L. (1996).** Apical and narrow cells are distinct cell types differing in their structure, distribution, and functions in the adult rat epididymis. *J.Androl.*, 17 : 208-222.
- **Agrawal S., Kumar A., Gullaiya S., Dubey V., Nagar A., Tiwari P., Dhar P. et Singh V. (2012).** Activité anti-fécondité d'écorce méthanolique d'*Aegle marmelos* (L) chez des rats Wistar mâles. *DARU. J.Pharma. Sci.*, 20 (1) : 94
- **Aitken R.J., Nixon B., Lin M., Koppers A.J., Lee YH. et Baker MA. (2007).** Proteomic changes in mammalian spermatozoa during epididymal maturation. *Asian JAndrol*: 554-564.
- **Allais-Bonnet, A., et Pailloux, E. (2014).** Role of parion protein family in the gonades. *Front cell Dev Biol*, 2,56. Doi: 10.3389/fcell.2014.00056
- **Alvarino M.R. (1993).** *Control de la reproducción en el conejo.* 1er éd., IRYDA, mundi-prensa : 137.
- **Alvariño J.M.R. (2000).** Reproductive performance of male rabbits. In: *Proc. 7<sup>th</sup>. World Rabbit Congresses.* Valencia, A: 13-35.
- **Amann R.P. (1993).** *Physiology and Endocrinology.* In: Mc KINNON AO, VOSS

JL (eds), Equine Reproduction, 1ed., Lea et Febigereds, Philadelphia: 1137-1154 5.

- **Anderson RA. et Sharpe RM. (2000).** Regulation of inhibin production in the human male and its clinical application. International Journal of Andrology .23 : 136 -144. Animale. Vol 6 (1) : 6169.

## 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. Journal of andrology, vol.23, pp : 358-373.
- **Bailleul J.P. et Mauroy B. (1991).** Anatomie des testicules et voies spermatiques et des bourses, éditions techniques EMC (Paris-France), Néphrologie-Urologie, 18600 A10, 14p
- **Barone R., Pavaux C., Blin P.C. et Cuq P. (1973).** Atlas d'anatomie du lapin, éd Masson, Paris: 220.
- **Barone R. (1978).** Anatomie comparée des Mammifères domestiques: Tome 3 : Splanchnologie 2: Appareil uro-génital, foetus et ses annexes, péritoine et topographie abdominale. Paris: Vigot.-896p.
- **Barone R. (1984).** Anatomie comparée des mammifères domestique, tome 2: Splanchnologie 1, appareil digestif, appareil respiratoire. Eds. Vigot, Paris (France) : 853p.
- **Barone R. (2001).** Anatomie comparée des mammifères domestiques. Tome 4 : splanchnologie II. Edition Vigot Frères, Paris : 896 p.
- **Beaulieu V., Da Silva N., Pastor-Soler N., Brown C.R., Smith P.J.S., Brown D. et BretonS. (2005).** Modulation of the actin cytoskeleton via gelsolin regulates vacuolar H<sup>+</sup> -ATPase recycling. J. Biol.Chem., 280: 8452-8463.
- **Bedford JM. (1979).** Evolution of the sperme maturation and sperm storage functions of the epididymis. In: fawcett dw, Bedford JM(éd). The spermatozoa. Baltimore : Urban ET schawarzenberg, pp : 7-21.
- **Bedossa L. (1998).** Exploration de la fonction de reproduction. Versant masculin. Cahier de formation, bio. méd., 42 : 12-15.
- **Bell D.J .et Mitchell S. (1984).** Effects of female urine on growth and sexual maturation in male rabbits. Journal of Reproduction.

- **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 behavior al development. *Acta Endocrino.*, 99: 459-465.
- **Boiti C. (2005).** Guidelines for the handling of rabbitbucks and semen. *World RabbitSci, WRSA, UPV*: 72-80.
- **Bonnes G., Desclaude J., Desclaude J., Drogoul C., Gadoud R., Jussiau R., Le Loc'h A., Montémas L. et Robin G. (2005).** Reproduction des animux d'élevage. 2éme Ed. Educagri., Jenève:407p.
- **Boussit D. (1989).** Reproduction et insémination artificielle en cuniculture chez le lapin. Edition Association Française de Cuniculture, France : 240.
- **Boussit D. (1989).** Reproduction et insémination artificielle en cuniculture. Edition Association française de cuniculture. diffusion Lavoisier TEC & DOC, France : 17-34.
- **Brambell F.W.R. (1944).** The reproduction of the wild rabbit, *oryctolagus cuniculus*. *proc. zool. Soc. lond.*, 114: 1-114.
- **Bridges NA., Hindmorsh PC., Pringle PJ., Matthews DR. et Brouk CG. (1993).** The relationship between endogenous testosterone and gonadotrophin secretion. (edition oxford ) *Clin Endocrinol*, 38:373-378.
- **Bronson F. H. et Heideman P. D. (1994).** Seasonal regulation of reproduction in mammals, the physiology of reproduction. Eds. Knobil et Neill, Lenders: 2684 p.

## C

- **Cheverel M.I. et Cormier M. (1948).** Effets de la carence en vitamine A sur le système génitale male du lapin. *CR. acad. Sci.*, 8: 226-1854.
- **Christiansen P., Andersson A., Skakkebaek N.E. et Juul A. (2002).** Serum inhibin B, FSH, LH and testosterone levels before and after human chorionic gonadotropin stimulation in prepubertal boys with cryptorchidism. *Eur. Jour. Endoc.*, 147 : 95-101.
- **Clark B.J., Wells J., King S.R. et Stocco D.M. (1996).** The purification, cloning and expression of a novel luteinizing hormone-induced mitochondrial protein in MA-10 mouse leydig tumor cells. Characterization of the steroidogenic acute regulatory protein (STAR). *J.bio. Chem.*, 269 (45) : 224-283.

- **Cohen J.P., Hoffer A.P. et Rosen S. (1976).** Carbonic anhydrase localization in the epididymis and testis of the rat: histochemical and biochemical analysis. *Biol. Reprod.* 14: 505-517.
- **Cohen-Tannoudji J., Combarrous Y., Counis R., Saint-Dizier M. et Chastand Mailard (2014).** La sécrétion des hormones Gonadotropes hypophysaires et sa régulation; In la reproduction animales et humaine. Edi. Quae: 912 p.
- **Counis R., Combarrous Y., Chabot V., Taragnat C., Thibault C. et Levasseur M.C. (2001).** Régulation de la synthèse et de la libération des gonadotropines hypophysaires. In la reproduction chez l'homme et les mammifères. Quae, France :954 p.
- **Cornwall G.A. (2009).** New insights into epididymal biology and function. *Hum.Reprod. Upd.* 15 : 213-227.
- **Cooper T.G. (1998).** Interactions between epididymal secretions and spermatozoa. *Journal Reproduction and Fertility Suppl*, vol 53, p. 119-136
- **Curtis S. K. et Amann R.P. (1981).** Testicular development and establishment of spermatogenesis in Holstein bulls. *J. Anim. Sci.*, 53: 1645-1657.

## D

- **Da Silva N., Cortez-Retamozo V., Reinecker H.C., Wildgruber M., Hill E., Brown D., Swirski F.K., Pittet M.J et Breton S. (2011).** A dense Network of dendritic cells populates the murine epididymis *Reproduction. Biol.Reprod.*, 141(5) : 653-663.
- **Dadoune J.P., Hadjisky P. et Vendrly J.P.S. (1990).** *Histologie. Edition Médecine Science Flammarion, France: 352-353.*
- **Dadoune J.P., Hadjisky P., Siffroi J.P. et Vendrely G. (2000).** *Histologie : de la biologie à la clinique. 2<sup>ème</sup> édi. Méd.sci. flammarion, Paris: 960 p.*
- **Dadoune J.P. et Demoulin P. (2001).** *Structure et fonction du testicule chez les mammifères chez l'homme. Edition INRA, Paris: 669 p.*
- **Dupouy J -P, Bourbon J., Fremminet A., Garel J-M., Husson A., Lahlou B., Legrand C, Magre S., Maltier J-P., Picon L. O., Rose C., et Verdetti J., (1993).** *Hormones et grandes fonctions. Edition Marketing. Tome 2. P512.*

- **Dohle G. R., Smit M. et Weber R.F. (2003).** Androgens and male fertility. *World J. Urol.*, 21(5):p. 341-345
- **Duittoz A., Prevot V., Saint-Dizier M. et ChastandMailard S. (2014).** developpement neuroanatomie et fonction des neurones à Gonadotropin Releasing Hormone .In la reproduction animales et humaine. Quae , France: 839 p.

## E

- **EL kalamouni.(2010).** Caractérisations chimiques d'extraits de plantes.*J. végét. Sci.*, 40: 22-38
- **Eurell J.N. et Frappier B.L. (2006).** Dellmann's textbook of veterinary histology.Blackwell Pub, Ames, Iowa.

## F

- **Fan X. et Robaire B. (1998).** Orchidectomy induces a wave of apoptotic cell death in the epididymis. *Endocrinol.*139, 2128-2136.
- **Fawcette D.D.W. et Burgos M.H. (1956).** Observation on the cutomophosis of the germinal and interstitialcells of the human testes. In : Ciba fondation colloquium on Agein., 2: 84-86.
- **Finzi A., Daader A., Yamani K., Soliman A. et Askar A. (2000).** Influence of chronique high relative humidity on semenquality of hot stressedbucks. 7th world Rabbit congress.
- **Frend R., Bogerd J., França L. et Vilela D.A.R. (1973).** La fonction reproductive masculine. Organisation de la Santé, Genève ; 520 : 6-11.
- **Frolich A. (1948).** Sorne factors affecting semen production in rabbits. primo. Congo intern. fisiopat. h.iprod. animal fecond. artif. ,Milano.

## G

- **Glover T. D. et Nicander L. (1971).** Some aspects of structure and function in the mammalian epididymis. *Journal of reproduction and fertility. J. Reprod. Fertil. Suppl;* 13: 39-50.
- **Gouaze A. (1998).** Etymologie et structures des termes médicaux. Sauramps, France: 229p.
- **Girouard J. (2009).** Rôle des domaines membranaires rafts dans le transfert et la compartimentation des protéines impliquées dans la maturation épидидymaire des spermatozoïdes b vins. Thèse de Doctorat en physiologie-endocrinologie. Département d'obstétrique et gynécologie faculté de médecine université laval QUÉBEC.
- **Grasse P. P.,(1949).** Traité de zoologie Anatomie, Systématique, Biologie. Ed. Masson et Cie, Paris: 979 p.
- **Grasse P. P., (1995).** Traité de zoologie Anatomie, Systématique, Biologie. -Paris : Ed. Masson et Cie : 979 p.

## H

- **Hamilton D.W. (1990).** Anatomy of mammalian male accessory reproductive organs. *Marshall's physiology .repro; 2 : 691-746.*
- **Hazard J. et Perlemuter L. (2000).** *Endocrinologie, Abrégé.* Edition Masson, Paris: 363-375.
- **Hermo L., Dworkin J. etOko R. (1988).** Role of epithelial clear cells of the rat epididymis in the disposal of the contents of cytoplasmic droplets detached from spermatozoa. *Am. J. Anat., 183: 107-124.*
- **Hermo L., Adamali H. I. et Andonian S. (2000).** Immunolocalization of CA II and H+V-ATPase in epithelial cells of the mouse and rat epididymis. *J Androl 21 : 376-391.*
- **Hermo L. et Robaire B. (2002).** Epididymal cell types and their functions. In : Robaire

- B., Hinton B.T. The epididymis: From Molecules to Clinical Practice. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York : 81-102.
- **Hermo L., Chong D.L., Moffatt P., Sly W.S., Waheed A. et Smith C.E. (2005).** Region-and cell-specific differences in the distribution of carbonic anhydrases II, III, XII, and XIV in the adult rat epididymis. *J. Histochem. Cytochem.*,53: 699-713.
  - **Hinton B.T., Palladino M.A., Rudolph D. et Labus J.C. (1995).** The epididymis asprotector of maturing spermatozoa. *Reproduction, Fertility and Development*; 7 (4) :731-745.
  - **HiroeK. et TomizukaT. (1965).** Effets d'un environnement à température élevée sur la production de sperme chez les animaux domestiques. (jap.) -bulletin of the national Institute of animal industry, japan no 9, 27-3s.
  - **Ho H. C. et Suarez S. S. (2001).** Hyperactivation of mammalian spermatozoa: function and regulation. *Reproduction* 722: 519-526p.
  - **Hochereau De Reviers M.T.H.et Royere D. (1996).** Anatomie fonctionnelle du testicule in Dros down sky M.A., Belaisch J. et Vermeulen A. (1996). *Endocrinologie masculine*. Edition Doin, Paris: 35-46.
  - **Hoffer A.P., Hamilton D.W. et Fawcett D.W. (1973).** The ultrastructure of the principal cells and intraepithelial leucocytes in the initial segment of the rat epididymis. *Anat. Rec.* 175 : 169-201.
  - **Holstein A.F., Schulze W. et Davidoff M. (2003).** Understanding spermatogenesis is a prerequisite for treatment. *Reprod. Biol. Endocrino.*, 14: 100-107
  - **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.

# I

- **Imbeaud S. (1994).** Molecular genetics of the persistent mullerian duct syndrome: a study of 19 families. *Hum. Mol. Genet.*, 3(1): 125-31

## J

- **Joly T. et Theau C.M., (2000).** Reproduction et Physiologie de la Reproduction au 7<sup>ème</sup> Congrès Mondial de Cuniculture, ISARA–FESIA, 31 place Bellecour-69288Lyon.
- **Johnston D.S., Jelinsky S.A., Bang H., Di Candeloro P., Wilson E., Kopf G.S. et Turner T.T. (2005).** The mouse epididymal transcriptome: transcriptional profiling of segmental gene expression in the epididymis. Biol.Reprod., vol. 73 : 404-413p.
- **Junqueira L.C. et Carneiro J. (2007).** Basic histology.11th ed. Copyright © The McGraw hill companies.

## K

- **Kammerer M., Leclerc S., Poncet A. (2012).** 100 Intoxications chez les animaux de compagnie. Maloine. Paris. p 185-186.
- **Kasa I.W. et Thwaites C.J. (1992).** Semenquality in bucks exposed to 34°C for 8h on either 1 or 5 days. J.App. Rabbit Res., vol15: 500-568.
- **Kirchhoff C. (1999).** Gene expression in the epididymis. Int RevCytol 188, 133-202.
- **Kuçukyilmaz K., Kigma Z., AKdag A., ÇetinKaya M., AtalayH., Ates A., Gursel F. E.et BOZKurt M.(2017).** effet of lavender (*Lavandula stoechas*) essential oil on growt animal. Reprod.,47: 178-186.
- **Kujala M., Hihnala S., Tienari J., Kaunisto K., Hästbacka J., Holmberg C., Kere J., et Höglund P. (2007).**Expression of ion transport-associated proteins in human efferent and epididymal ducts. Reprod.,133: 775-784.
- **Kumar V, Kural MR, Pereira BMJ, Roy P.** Spearmint inducedhypothalamic oxidative stress and testicular anti-androgenicity in male rats –altered levels of gene expression, enzymes and hormones. Food Chem Toxicol. (2008) ; 46:3563–3570.

- **Kumar V, Kural MR, Pereira BMJ, Roy P.** Spearmint induced hypothalamicoxidative stress and testicular anti-androgenicity in male rats – alteredlevels of gene expression, enzymes and hormones. *Food ChemToxicol.* (2008); 46:3563–3570.

## L

- **Lakabi L.(2015).** Etude développement postnatal des structures gonadiques et qualité de la semence du lapin mâle de la population blanche. Thèse de doctorat, Université d’ummto, Algérie: 148p.
- **Le Moigne A. et Foucrier J. (2009).** Biologie du développement. 7ème Edi. DUNOD Inc, Paris: 200 p.
- **Lebas F., Coudert P., Rouvier R. et De Rochambeau H. (1984).** Le lapin: élevage et pathologie. Ed. F. A.O., Rome: 298 p.
- **Lebas F., oudert P. et De Rochambeau H. (1990).** Le lapin: élevage et pathologie. Collection F.A.O: production et santé animale pp-210.
- **Lebas F., Coudert P., De Rochambeau H.et Thébault R.G. (1996).** Le lapin, élevage et pathologie (nouvelle édition révisée). FAO éditeur, Rome: 227p.
- **Lebas F. (2009).** Biologie du lapin. Sous chapitre 7.2.reproduction du mâle.
- **Leesson TS et LeesonRC. (1976).** Histologie. Masson. Barcelone Milan pages : 388-403. luminal content. *Biol Reprod*61, 705-714.
- **Little T.V. et Holyoak Gr. (1992).** Reproductive anatomy and physiology of the stallion. *Vet Clin North Am Equine Pract*, 8 (1), pp. 1-29.
- **Luzi F., Maertens L., Mtjten P.et Pizzi F. (1996).** Effect pfeedinglevel and dietaryprotein content on libido and semencharacteristics of bucks. In *Processe.: 6th Word Rabbit Congres.*, Toulouse, 2:87-92p.

## M

- **Marieb N.E. (2006).** Anatomie et physiologie humaines. 6ème éd. Renouveau pédagogique, France : 1096 p.

- **Micol D., Robelin J. et Geay Y., (1993).** Composition corporelle et caractéristiques biologiques des muscles chez les bovins en croissance et à l'engrais. *Production Animale*.6 (1) :61-69.
- 
- **Marieb E N (2008).** Biologie humaine: Principe d'anatomie et de physiologie. Edition Pearson/ Education (8<sup>ème</sup> édition), pages: 571-578.
- **Martinet L.(1973).** Quelques aspects de la physiologie de la reproduction du lapin. Conférence, Session ITAVI Toulouse, sept.1973.
- **Marthin H. J. et Barry J. E.(2001).** Reproduction. De Boeck, Paris : 298p.
- **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.
- **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 Prod.Anim.* 6 (1):61-69.
- **Mruk D.D. et Cheng C.Y. (2004).** Sertoli-Sertoli and Sertoli-germ cell interactions and their significance in germ cell movement in the seminiferous epithelium during spermatogenesis. *Endocrno. Rev.*, 25 (5) : p 747-806
- **Mukai C. et Okuno M. (2004).**Glycolysis plays a major rôle for adenosine triphosphate supplementation in mouse sperm flagellar movement. *BiolReprod* 71,540-547.
- **Muller Y. et Clos J. (1997).** La reproduction (Gonades, gamètes et fécondation). Ed.Nathan, Paris: 9-31.Paris: 220.

## N

- **Nantia E.A., Moundipa P.F., Beboy NS., Mousees TK.et carreauS.(2007).** Etude de l'effet androgénique de l'extrait au methanol de *Basella alba* L. (Basellaceae) sur la fonction de reproduction du rat mâle. *J. andro.*, 2 :129-133.

## O

- **Ouvrier A., Cadet, R., Vernet P., Laillet B., Chardigny J.-M., Lobaccaro J.-M.A., Drevet J.R., et Saez F. (2009).** LXR and ABCA1 control cholesterol homeostasis in the proximal mouse epididymis in a cell-specific manner. *J. Lipid Res.*, 50: 1766–1775.

## P

- **Pollanen P. et Cooper T.G. (1994).** Immunology of the testicular excurrent ducts. *J. Reprod Immunol*; 26:167-216.

## R

- **Ramé, Alain, Sylvie T. et Héron N.(2007).** Anatomie et physiologie. El sevier Masson SAS, paris : 592.
- **Raymond E. (1988).** Effects of testosterone on neuronal nitric oxide Synthase and tyrosine hydroxylase. *Brain. Research.*, 836(1-2) :90-98.
- **Rejraji H. et Drevet R. (2004).** Sécrétions apocrines dans le tractus génital mâle :Rôles potentiels dans la maturation des gamètes. *Andrologie*; 14: 22-3.
- **Robaire B. et Hermo L. (1988).** Efferent ducts, epididymis and vas deferens: structure functions, and their regulation. In: Knobil E., Neill J. (éd.). *The physiology of reproduction*. New York: Raven press, pp: 999-1080.
- **Robaire B., Syntin P., Jervis K. Pineau C. et Saez J.(2003).** The coming of age of the epididymis. In J~gou B. eds. *Testis, Epididymis and Technologies in the year*. New-York, Springer-Verlag: 229-262.
- **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 : 700

- **Roger T.(2002).** Anatomie comparée des Animaux de Laboratoire. Edition Médecine Science Flammarion, Lyon: 200 p.
- **Roser J.F. (2008).** Regulation of testicular function in the stallion: an intricate network of endocrine, paracrine and autocrine systems. *Anim. Reprod. Sci.*, 107(3-4): p.179-96
- **Rowley M. J., Teshima F. et Heller C.G.(1970).** Duration of transit of spermatozoa through the human male ductular system. *Fertil. Steril.* 21: 390–396.
- **Russel L.D et Griswold M.D., 1993.** The Sertoli cell. Cache River press, clearwater,FL..P : 826.

## S

- **Saez F., Ouvrier A. et Drevet J.R. (2011).** Epididymis cholesterol homeostasis and sperm fertilizing ability. *Asian J. Androl.*, 13: 11-17.
- **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.
- **Sebbagh M.,1983,** Etude de la sexualité et de la reproduction du lapin domestique (*Oryctolagus cuniculus*) à des températures élevées en corrélation avec la régulation thermique, le comportement alimentaire et le fonctionnement thyroïdien et surrénalien en période d'adaptation au stress thermique. Thèse: Méd vét: Dakar; p32-33.
- **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.
- **Seiler P., Wenzel I., Wagenfeld A., Yeung C.H., Nieschlag E. et Cooper T.G. (1998).** The appearance of basal cells in the developing murine epididymis and their temporal expression of macrophage antigens. *Int. J. Androl.*, 21 : 217-226.
- **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: 65-76p.
- **Setchell B.P., Maddocks S. et Brooks D.E. (1994).** Anatomy, vasculature, innervation and fluids of the male reproductive tract. In : *The physiologie of*

reproduction, seconde édition, Knobil E. et Neill J.D. Rav. Pres. Ltd, NY, 1994 : 1063-1175.

- **Shum W.W., Ruan Y.C., Da Silva N. et al.(2011).** Establishment of cell-cell cross talk in the epididymis: control of luminal acidification. *J.Androl.* 32: 576-586. Shum W.W., Smith T.B., Cortez-Retamozo V., Grigoryeva L.S., Roy J.W., Hill E., Pittet M.J., Breton S. et Da Silva N. (2014). Epithelial basal cells are distinct from dendritic cells and macrophages in the mouse epididymis. *Biol. Reprod.*, 90 : 85-90.
- **Siffroi J.P. (2001).** L'appareil génital masculin. Service d'Histo. Biol. Reprod. Cyto. génét., Paris:886 p.
- **Siffroi J.P. (2006).** Aspect moléculaires des anomalies génétique rencontrées dans l'infertilité humaine: des chromosomes aux gènes. *Med. reprod.*, 8: 311-318.
- **Skinner J.D. (1967).** Puberty in the male rabbit (Brief communication). *J. Reprod. Fert.*14: 151-154.
- **Soranzo L., Dadoune J.P. et Fain-Maurel M.A. (1982).** [Segmentation of the epididymal duct in mouse: an ultrastructural study]. *Reprod. Nutr. Dev.*, 22: 999-1012.
- **SOY A., SAHU R. et Rath S., 2016.** A Histomorphological study of the effect of Mint on the testes of albios RATs. *Journal of dental and medical sciences*: 32-35. sperm fertilizing ability. *Asian J Androl* 13, 11-17.
- **Sullivan R. (2004).** Male fertility markers, myth or reality. *Anim.Reprod. Sci.*,83 : 341-347p.
- **Sullivan R., Saez F., Girouard J. et Frenette G.(2005).** Role of exosomes in sperm maturation during the transit along the male reproductive tract. *Blood Cells MolDis.*
- **Suzuki F. et Nagano T. (1978).** Development of tight junctions in the caput epididymal epithelium of the mouse. *Dev. Biol.*,63: 321–334.
- **Sulmaz H., Bagher M., Gholamreza A., Shekoufeh N., Reza K., Esmaily H., Alinazar S., Abdollahi M., 2007.** Effect of satureja khuzestanica essential oil on male fertility. January. 2007. *Fitoterapia* 77 (7-8) : 459-9.

## T

- **Tegegne A., Entwistle K.W. et Mukasamugerwa E. (1991).** A quantitative histological study of testicular and epididymal development in boran and boran-x Friesian bulls in Ethiopia. *Theriogenology*; 35 (5): 991-1000.

- **Takano H. (1980).** Qualitative and quantitative histology and histogenesis of the mouse epididymis, with special reference on the regional difference. *Acta Anat Nippon*, vol. 55 : 573-587.
- **Thibault C, Levasseur M-C (2001).** La reproduction chez les mammifères et l'homme. Editions Quae 940 p.
- **Thibault C. et Levasseur M.C. (2001).** La reproduction chez les mammifères et l'homme. Nouvelle Edition, éd. Ellipses (Paris) p: 928.
- **Thibault C. et Levasseur M.C. (2001).** La reproduction chez les mammifères et l'homme. Nouvelle édition, éd. Ellipses (Paris): page 258-260-276.
- **Thomas O, McCracken, Robert A, Kainer, 2008.** Color atlas of small animal anatomy. library of congress cataloging-in publication Data. 2<sup>ème</sup> édition.
- **Tortora G. J., Grabowski S. R. et Parent J.C. (1995).** Biologie humaine Cytogénétique régulation-reproduction. Edition CEC, collégial et universitaire, p 311-322.
- **Tortora G.J., Derrickson (2009).** Manuel d'anatomie et de physiologie humaine (Paris): pages 311-322.
- **Trasler J.M., Hermo L. et Robaire B. (1988).** Morphological changes in the testis and epididymis of rats treated with cyclophosphamide: a quantitative approach. *Biol. Reprod.*, 38 : 463-479.

## V

- **Vacheret N. (1999).** Histologie fonctionnelle des organes [en ligne]. Faculté de Médecine. Laennec.-Université Claude Bernard -Lyon 1 France: 1-4.
- **Van N.T. et Nathalie F. (2007).** La reproduction des vertèbres. De Boeck mémento sciences, Paris: 840 p.
- **Vernet P., Britan A., Gueux E., Mazur A. et Drevet J.R. (2004).** Dietary magnesium depletion does not promote oxidative stress but targets apical cells within the mouse caput epididymidis. *Biochim. Biophys. Acta.*, 1675: 32-45.
- **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.

- **Viger RS. et Robaire B. (1996).** The mRNAs for the steroid 5alpha-reductase isozymes, types 1 and 2, are differentially regulated in the rat epididymis. *Journal of Andrology*, vol.17, p.27-34.
- **Vigueras-villasenor R.M., Montlongo-Solis P., Chavez-Saladana M.D., Gutiérrez-perez o., Arteaga-Silva M.et Rojas-Castaneda J.C. (2003).** postnatl testicular developpement in the chinchilla rabbit. *Acta Histochemica*: 9.

## W

- **Wang P. et Duan Y.G. (2016).** Therole of dentritic cells in male reproductivetract. *Am. J. Reprod. Immunol.*,76 (3): 186-192.
- **Welsch U. (2002).** Précis D'histologie. Cytologie, Histologie, Anatomie Microscopique.Ed. Médicales internationales, Tournai (Belgique): 260 p.
- **Widmaier H., Raff K. et Strang T. (2009).** Physiologie humaine. Edi. maloine., Paris: 703p
- **Wosnitzer M.S. et Paduch D.A. (2013).** Endocrinological issues and hormonal manipulation in children and men with Klinefelter syndrome. *Am J Med Genet C Semin Med Genet.* 163. (1) pp:16-26.

## Y

- **Yamamoto Y., Shimamamoto K., Sofukitis N. et Miyagawa I. (1999).** Effect of hypercholesterolemia on Leydig and Sertoli cell secretory function and the overall sperm fertilizing capacity in the rabbit. *Human Reprod.*,14: 1516-1521.
- **Yeung C.H., Nashan D., Sorg C., Oberpenning F., Schulze H., NieschlagE. et Cooper T.G. (1994).** Basal cells of the human epididymis-antigenic and ultrastructural similarities to tissue-fixed macrophages. *Biol. Reprod.*, 50: 917-926.
- **Ying S.Y.(1988).** Inhibins, activins, and follistatins: gonadal proteins modulating the secretion of follicle stimulating-hormone. *Endo. Rev.*, 9: 267-293.
- **Young B, Heath J.W, Lowe J, etStevens A, 2008.** Histologie fonctionnelle de Whaeter. De Boeck université. 467p.

## Z

- **Zerrouki N. (2007)**. Characterisation of a kabylia population of rabbits in algeria: birth to weaning growth performance. *World Rabbit Sci.* 2007.15: 111 –114.

## Annexe 1 : Fiche technique d'histologie

### Fiche technique N° 1:

**Bouin hollandaise** : fixateur (GABE, 1968)

Broyer à froid dans un mortier:

Acétate de cuivre ..... 2,5 g

Eau distillée..... 100 ml

Agiter puis ajouter peu à peu :

Acide picrique..... 4 g

Le liquide se conserve indéfiniment.

Filtrer après complète dissolution et ajouter:

Formaldéhyde 36-40% (en solution saturée)..... 10ml

Acide acétique cristallisable.....1ml

### Fiche technique N° 2:

**Eau gélatinée de Masson (MARTOJA, 1967).**

Gélatine en poudre .....0,1 à 0,5g

Eau distillée..... 100 ml

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

Conservation limitée.

### Fiche technique N° 3:

**Trichrome de Masson (MARTOJA, 1967)**

Mode opératoire:

Les coupes déparaffinées hydratées passent successivement dans:

L'hématoxyline de Groat.. ..... 3 minutes.

Lavage à l'eau courante ..... 5 minutes.

Mélange fuchsine ponceau ..... 5 minutes.

Eau acétifiée à 1% ..... Rinçage.

Orange G .....5 minutes.

Eau acétifiée à 1% ..... Rinçage.

Vert lumière ..... 5 minutes.

Eau acétifiée à 1% ..... Rinçage.

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

**Résultats:**

Les noyaux sont colorés en brun noir.

Les cytoplasmes en rouge vif ou bleu.

**Hématoxyline de Groat (MARTOJA, 1967):**

**Préparation à froid :**

Première solution : Acide sulfurique concentré.....0,8 ml

Alun de fer.....1g

Eau distillée..... 50 ml

Deuxième solution: Hématoxyline.....0,5g

Alcool à 95°.....50 ml

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

Se conserve pendant trois mois environ.

**Mélange fuchsine acide ponceau (MARTOJA, 1967):**

**Préparation à froid :**

Fuchsine acide.....0,1g

Ponceau.....0,2g

Eau distillée.....300 ml

Après dissolution ajouter:

Acide acétique.....0,6 ml

Conservation illimitée.

**Orange G** (MARTOJA, 1967) :

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

Conservation illimitée

**Vert lumière** (MARTOJA, 1967) :

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

Conservation illimitée.

## Résumé

L'objectif de cette étude est de déterminer les effets de l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* sur les paramètres macroscopiques (poids corporel, poids testiculaire et épидидymaire, volume testiculaire et épидидymaire) et microscopiques (structure testiculaire et épидидymaire) des lapins mâles prépubères de la population locale. Notre étude porte sur 20 lapins répartis en quatre lots dont un lot témoin et trois traités par l'huile essentielle l'*Eucalyptus globulus* en l'occurrence le premier lot traité par 200µl/kg, le second par une dose de 200µl/kg puis 300µl/kg avec un intervalle de 5 jours et en fin un troisième lot traité par trois doses de 200 puis 300 en fin 400µl/kg avec intervalle de 5 jours aussi. Après cinq jours les lapins ont été sacrifiés, les organes génitaux prélevés, dégraissés, pesés et fixés pour effectuer une étude histologique. Les résultats obtenus montrent que les paramètres macroscopiques sont plus élevés chez les lapins traités par rapport aux lapins témoins d'une part, d'autre part les lapins traités par les trois doses (200, 300 puis 400µl/kg) présentent des valeurs plus importantes que ceux traités par les deux doses (200 puis 300µl/kg) qui sont de même fait supérieur à ceux traités par une unique dose de 200µl/kg. Sur le plan histologique au niveau des testicules on remarque une abondance des spermatozoïdes allongés chez les lapins avantagés des doses de l'huile. Au niveau épидидymaire, une histologie plus développée concernant le nombre de stéréocyles ainsi que leurs nombre comparant ceux traités par deux doses qui sont plus élevés à leur tour par rapport à ceux traités par une seule dose. De ce fait il semblerait que l'huile essentielle utilisée à différentes doses a induit un effet positif sur le développement des testicules et des épидидymes, la spermatogenèse et la fertilité les lapins prépubères.

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

## Abstract

The objective of this study is to determine the effect of *Eucalyptus globulus* essential oil on the macroscopic (body weight, testicular and epididymal weight, testicular and epididymal volume) and microscopic (testicular and epididymal structure) parameters of prepubertal male rabbits of the local population. Our study concerns twenty rabbits divided into four batches including a control batch and three treated with the essential oil of *Eucalyptus globulus*, in this case the first batch treated with 200 IU / kg, the second with a dose of 200 IU / kg then 300ul/kg with an interval of 5 days, the third batch treated with three doses of 200ul/kg then 300ul/kg and finally 400ul/kg with an interval of 5 days as well. After 5 days, the rabbits were sacrificed, the genitals removed, degreased, weighed and fixed to carry out a histological study. The results obtained show that the macroscopic parameters are higher in the treated rabbits compared to the control rabbits on the one hand, and on the other hand the rabbits treated with the three doses (200, 300, then 400ul/kg) present higher values than those treated with two doses, which are also superior to those treated only with a single dose of 200ul/kg Histologically, there is an abundance of elongated spermatozoa in the testicles in the rabbits having received At the epididymal level, we see a more developed histology regarding the number of stereocyles, compared to those treated with two doses, which in turn are higher than those treated with a single dose. In fact, it would seem that the essential oil used at different doses induced a positive effect on the development of the testicles and epididymides, spermatogenesis and fertility of prepubertal rabbits.

**Keywords:** male rabbits, essential oil, *Eucalyptus globulus*, testis, epididymis, reproduction.