

*République Algérienne démocratique populaire*  
*Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique*

*Université de Blida – 1*



*Institut des Sciences Vétérinaires*

*Projet de fin d'étude*  
*En vue de l'obtention du Diplôme de*  
*Docteur Vétérinaire*

*Thème*

*Etude de la lactation et de ses facteurs de variation chez les lapines de souche synthétique*

*Réalisé par :*

*Khelifa Amina*

*Devant le jury composé de :*

**Promoteur : Belabbas Rafik MCB ISV Blida I**

**Co promotrice : Ezzeroug Rym MAB ISV Blida I**

**Président : Feknous Naouel MAA ISV Blida**

**Examineur : Salhi Omar MAA ISV Blida I**

*Année universitaire : 2017/2018*

# *Dédicaces*

## **À mes très chers parents :**

Sans votre éducation, votre soutien, votre amour, et tous les sacrifices que vous avez faits pour moi, je n'en serais pas là aujourd'hui. Je vous dois tout ce que je suis. Il n'y a aucun mot pour vous témoigner tout l'amour et toute la reconnaissance que je vous porte, votre compréhension et votre encouragement sont pour moi le soutien indispensable que vous avez toujours su m'apporter. Je ferai toujours de mon mieux pour rester votre fierté et ne jamais vous décevoir.

Que Dieu le tout puissant vous préserve, vous accorde santé, bonheur, quiétude de l'esprit et vous protège de tout mal.

## **À ma sœur Rachida , à mes frères Mohammad , Ibrahim, Khalifa**

Merci pour tous ces très bons moments partagés ensemble, je vous souhaite un avenir plein de joie, de bonheur et réussite

Que Dieu vous protège et consolide les liens sacrés qui nous unissent.

## **À tous les membres de la famille**

Qui m'ont toujours soutenu

## **À mes amies de l'institut surtout mes chères amis Yousef et Amira et ma belle sœur Soumia**

Merci à tous pour ces belles années d'études et pour votre amitié qui m'est si précieuse, je garde pleins de souvenirs avec chacun de vous.

## **Aux médecins vétérinaires et A tous mes professeurs qui m'ont formée**

Merci pour tous vos efforts.

**À tous ceux ou celles qui me sont chers et que j'ai omis involontairement de citer.**

## ***Remerciements***

---

On tient dans un premier temps à rendre grâce à **Allah** pour nous avoir accordé la santé, le moral et sa bénédiction pour la réalisation de notre mémoire de fin d'études.

Nous tenons à remercier notre promoteur **Belabbas Rafik** et Co promotrice **Ezzeroug Rym**, d'avoir accepté de diriger nos travaux, puis de nous avoir offert la possibilité de poursuivre ce travail avec beaucoup de patience. Ils nous ont toujours accordé un encadrement attentionné.

Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements aux membres du jury :

Mme **Feknous Naouel**, Maître assistante A à l'institut des Sciences Vétérinaire, Blida I, de nous avoir fait l'honneur d'accepter la présidence du jury de ce mémoire. Hommages respectueux.

Dr **Salhi Omar**, Maître Assistant A à l'institut des Sciences Vétérinaire, Blida I, pour l'honneur qu'elle nous a fait en acceptant d'être membre du jury. Sincères remerciements.

<b>Tableau N°</b>		<b>Page N°</b>
<b><i>La partie bibliographique</i></b>		
<b>01</b>	Poids moyen des lapines ovulant et n'ovulant pas après accouplement en fonction de l'âge et du niveau de rationnement	<b>06</b>
<b>02</b>	Recommandations pour la composition d'aliments destinés à des lapines en production intensive	<b>25</b>
<b><i>Matériel et méthodes</i></b>		
<b>03</b>	La composition chimique de l'aliment utilisé dans l'expérimentation.	<b>32</b>
<b><i>Résultats</i></b>		
<b>04</b>	Taille de la portée chez les femelles de la souche synthétique mesurée au cours des 3 premières parités (moyenne±écart-type).	<b>37</b>
<b>05</b>	La production laitière moyenne des lapines de la souche synthétique.	<b>38</b>

<b>Figure N°</b>		<b>Page N°</b>
<b><i>La partie bibliographique</i></b>		
<b>01</b>	Organes Uro-génitales de la lapine (Vue ventrale)	<b>04</b>
<b>02</b>	Le sexage des lapins jeunes et adultes	<b>05</b>
<b>03</b>	la position de lordose	<b>08</b>
<b>04</b>	évolution des taux sanguins d'ocytocine et de la prolactine chez la lapine, dans les 45 minutes suivant l'accouplement	<b>12</b>
<b>05</b>	Le diagnostic de gestation par palpation abdominale	<b>14</b>
<b>06</b>	Echographie des trois vésicules embryonnaires au 9 <sup>ème</sup> jour de gestation chez la lapine	<b>15</b>
<b>07</b>	Structure de la glande mammaire de primates, de rongeurs, de lagomorphes (A) et de ruminants (B)	<b>17</b>
<b>08</b>	Structure de l'acinus mammaire	<b>18</b>
<b>09</b>	Reflexe neuroendocrinienne de l'éjection de lait	<b>21</b>
<b>10</b>	Effet de variation de la température (15°, 23° et 30°C) sur la production laitière des lapines	<b>29</b>
<b><i>Matériel et méthodes</i></b>		
<b>11</b>	la cellule de maternité	<b>31</b>
<b>12</b>	le nombre de lapereaux retrouvés vivants le jour de la mise bas	<b>34</b>
<b>13</b>	le nombre de lapereaux morts le jour de la mise bas	<b>35</b>
<b>14</b>	la pesée des mères avant et après tétée	<b>36</b>
<b><i>Résultats et discussion</i></b>		
<b>15</b>	La courbe de lactation chez les lapines de souche synthétique	<b>39</b>

L'objectif de ce travail est de caractériser la taille de la portée à la naissance et ses facteurs de variation (effet parité et saison), chez les lapines de souche synthétique, à la 10<sup>ème</sup> génération de sélection sur la prolificité à la naissance et le poids à 77 jours d'âge. Au total, 72 femelles nullipares et âgées entre 6 à 7 mois ont été suivies durant leurs 3 premières parités. Les performances zootechniques des femelles ont été enregistrées à savoir, le nombre de nés totaux, vivants et la mortinatalité. Les résultats de cette étude montrent que la taille de la portée était de 8,25 nés totaux et 7,63 nés vivants. La mortinatalité et le pourcentage de lapereaux morts nés sont respectivement 0,61 lapereau et 7,37 %. Par ailleurs, dans les conditions de ce travail, la taille de la portée augmente significativement avec le numéro de la parité de la femelle. En effet, les femelles multipares ont montré une taille de la portée plus élevée par rapport à celle notée pour les femelles nullipares (9 vs 8,40 ;  $p < 0,05$ ) et celle mesurée chez les femelles primipares (9 vs 7,49 ;  $p > 0,05$ ). Enfin, l'ensemble des paramètres mesurés dans cette étude n'ont pas varié significativement en fonction des deux saisons étudiées (été et automne).

**Mots clés** : croisement, lapin, prolificité, mortinatalité, amélioration génétique.

الهدف من هذا العمل هو دراسة حجم الولادة وعوامل التباين (تأثير التكافؤ والموسم)، عند أرانب السلالة الاصطناعية للمعهد التقني لتربية الحيوانات بابا علي، عند الجيل العاشر من الانتقاء عند التكاثر والوزن عند الولادة و حتى 77 يوم من العمر. و تمت متابعة مجموعة 72 من الإناث اللواتي تتراوح أعمارهن بين 6 و 7 أشهر خلال أول 3 ولادات مع تسجيل الأداء التنظيمي للأرانب، أي عدد المواليد الأحياء والأموات، أظهرت نتائج هذه الدراسة أن حجم الولادة كان 8.25 مولود بصفة عامة و 7.63 مولود حي، وأن معدل الإملاص ونسبة الأرانب الميتة المولودين على التوالي هي 0.61 و 7.37 في المائة. علاوة على ذلك، في ظل ظروف هذا العمل، يزداد حجم المواليد بشكل ملحوظ مع عدد الولادات. وأظهرت الإناث متعددات الولادات حجماً أعلى للولادات مقارنة بالإناث غير العديمة النوى (9 مقابل 8.40 :  $p < 0,05$ ) والتي فُسرَت في الإناث البدائية. (9 مقابل 7.49 :  $p > 0,05$ ) وأخيراً، لم تختلف جميع المعايير المقاسة في هذه الدراسة بشكل كبير وفقاً للموسمين المدروسين (الصيف و الخريف). الكلمات المفتاحية: التهجين، الأرانب، الخصوبة، الإملاص، التحسين الوراثي.

The aim of this work is to characterize litter size at birth and its factors of variation (parity and season effect), in rabbits of synthetic stock, at the 10th generation of selection on prolificacy at birth and weight at 77 days of age. A total of 72 nulliparous females aged between 6 and 7 months were followed during their first 3 parities. The zootechnical performances of the females were recorded namely, the number of total born, live and stillbirths. The results of this study show that the litter size was 8.25 total born and 7.63 live born. The stillbirth rate and the percentage of dead rabbits born are respectively 0.61 and 7.37 per cent. Moreover, under the conditions of this work, the size of the litter increases significantly with the number of the parity of a female. Multiparous females showed a higher litter size compared to nulliparous females (9 vs 8.40,  $p < 0.05$ ) and that measured in primiparous females (9 vs 7.49).  $p > 0.05$ ). Finally, all the parameters measured in this study did not vary significantly according to the two seasons studied (summer and autumn). Key words: crossbreeding, rabbit, prolificacy, stillbirth, genetic improvement.

<b>I. Introduction.....</b>	<b>01</b>
<b>II. Chapitre I: Rappel sur l'Anatomie et physiologie de la reproduction chez la lapine.....</b>	
I. Anatomie de l'appareil génital femelle.....	03
I.1.Appareil génital interne .....	03
I.2.Appareil génital externe .....	04
I.3.Sexage.....	05.
II. Le comportement sexuel de la lapine.....	05
II.1. La puberté et l'âge à la première saille.....	05
II.1.1. La puberté.....	05
II.1.2. L'âge à la première saillie.....	07
II.2. L'œstrus et le cycle oestrien.....	07
II.2.1. Le comportement sexuel.....	07
II.2.2. Modifications anatomiques liées à l'œstrus.....	08
II.2.3. Le contrôle de l'œstrus.....	08
II.2.3.1. L'activité ovarienne chez la lapine.....	08
II.3. La mise à la reproduction.....	10
II.3.1. La saillie naturelle.....	10
II.3.2. La fréquence d'utilisation de mâle.....	11
III. La physiologie post ovulatoire.....	11
III.1. La remontée des spermatozoïdes.....	11
III.2. La capacitation.....	12
III.3. La descente de l'ovule.....	12
III.4. La fécondation.....	12
IV. La gestation.....	12
IV.1. Le déroulement de la gestation.....	13
IV.2. La placentation.....	13.
IV.3. Le diagnostic de gestation.....	13
IV.3.1. Le diagnostic de gestation par palpation abdominale.....	14
IV.3.2. Le diagnostic de gestation par échographie.....	14
VI. Mise bas et lactation.....	15
<b>III.Chapitre II : Etude de la lactation et de ses facteurs de variation.....</b>	
I. La production laitière chez la lapine.....	16
I.1. Anatomie de la glande mammaire.....	16

I.2. Développement de la glande mammaire.....	18
I.2.1. Mammognèse .....	18
I.2.2. Lactogenèse.....	19
I.2.3. Galactopoïèse et involution.....	20
I.3. Mécanismes de sécrétion du lait.....	20
II. Les facteurs de variation de la production laitière : .....	21
II.1. Facteurs liés à la lapine .....	21
II .1.1. Effet génétique.....	21
II .1.2. Effet de la parité de la lapine.....	22
II .1.3. Effet du nombre de tétées par jour.....	23
II .1.4. Effet du nombre de tétines .....	23.
II.2. Facteurs liés au milieu.....	24.
II.2.1. Effet de l'alimentation .....	24
II.2.1.1. Effet de la composition de l'aliment .....	24
II.2.1.2. Effet du mode d'alimentation .....	28
II.2.2. Effet de la température.....	29
<b>IV. Matériel et méthodes.....</b>	
III.1. Objectif de l'étude.....	30
III.2. Lieu et durée de l'expérimentation.....	30
III.3. Le bâtiment d'élevage.....	30
III.4. Les animaux.....	34
III.5.L'alimentation.....	32
III.6. La saillie.....	32
III.7. Contrôle des performances de reproduction.....	33
III.8. Mesure de la production laitière .....	35
<b>V. Résultats et Discussion.....</b>	
IV.1. Performances zootechniques de reproduction.....	37
IV.2. Mesure de la lactation.....	38
IV.2.1. La production moyenne des lapines.....	38
IV.2.2. Evolution de la production laitière.....	38
<b>VI. Conclusion.....</b>	40
<b>VII. Références bibliographiques.....</b>	41

En Algérie, le développement de la filière cunicole basée sur l'importation des souches hybrides a été mis en place dans les années 1985 et 1988. L'objectif était d'intensifier la production afin d'assurer l'approvisionnement régulier des marchés urbains en protéines animales et de moindre coût. Cette tentative a échoué en raison de nombreux facteurs dont la méconnaissance de l'animal, l'absence d'un aliment industriel et de programme prophylactique. Après cet échec, une nouvelle stratégie de développement de la production cunicole utilisant le lapin de population locale est proposée comme alternative. Cependant, l'utilisation du lapin local doit être basée sur une logique d'ensembles comprenant, en premier lieu, son identification de point de vue morphologique, la connaissance de ses aptitudes biologiques et zootechniques et son adaptation au milieu. Ceci peut aider et contribuer au montage des programmes de sélection et des systèmes de production adéquats. C'est ainsi que depuis 1990, l'Institut Technique des Elevages (ITELV) et certaines Universités, ont mis en place des programmes de caractérisation de ces populations et de contrôle de leurs performances. Ces travaux ont mis en évidence son adaptation aux conditions climatiques et alimentaires. En revanche, il présente une prolificité et un poids à la naissance, au sevrage et à l'âge adulte faibles, pour être utilisé tel quel dans les élevages producteurs de viande (Zerrouki *et al.*, 2005, Moula *et al.*, 2007). Il convenait donc de définir un programme d'amélioration génétique permettant d'augmenter ses faibles performances tout en conservant ses qualités d'adaptation.

La création des souches synthétiques, adoptée comme une nouvelle stratégie d'amélioration génétique en cuniculture, a été réalisée dans les pays à climat chaud, à l'exemple de l'Égypte et de l'Arabie Saoudite (Brun et Baselga 2004 ; Youssef *et al.*, 2008). Ces souches, créées par croisement entre les lapins de population locale et les lapins de races ou souches étrangères montrent une production améliorée et une bonne adaptation au stress thermique (Brun et Baselga, 2004). De plus, elles permettent d'exploiter la complémentarité entre les populations d'origine, tout en conservant la moitié de l'hétérosis (Bidanel, 1990). Afin de développer la production de viande du lapin en Algérie, une souche synthétique a été créée depuis 2003. Cette dernière est obtenue par croisement entre les lapines de population locale avec la souche INRA 2666 (France), au niveau de l'ITELV de Baba Ali, Algérie (Gacem et Bolet, 2005). Après plusieurs générations d'homogénéisation et de sélection, Zerrouki *et al.* (2014) soulignent que la taille de la portée à la naissance est de plus 28% chez les femelles de souche synthétique, indiquant une nette amélioration de celle-ci, et qui serait liée

principalement à une augmentation dans le potentiel ovulatoire de la femelle (Belabbas *et al.*,2017).

L'augmentation de la taille de la portée chez les femelles de la souche synthétique est associée à celle de la mortalité. Chez les espèces hyper prolifiques à l'exemple de la lapine, la mortalité est liée à plusieurs facteurs notamment la qualité maternel de la lapine (préparation du nid, production laitière...). L'objectif de cette étude est de mesurer la production laitière de la lapine de la souche synthétique afin d'évaluer leur la qualité maternelle.

## **Chapitre I : Rappel sur l'anatomie et la physiologie de la reproduction.**

### **I. Anatomie de l'appareil génital femelle.**

L'appareil génital femelle est organisé de façon identique à celui des autres mammifères. Il se décrit de l'intérieur à l'extérieur comme suit :

#### **I.1. Appareil génital interne :**

**Les ovaires :** Siège de la préparation des ovules, sont au nombre de deux, de forme allongée mesurant de 1 à 2 mm de long dans leur plus grande taille, Dans la cavité abdominale, ils sont situés de chaque côté de la région lombaire ventralement aux reins en position dorsale au niveau de la 5<sup>ème</sup> vertèbre lombaire. Ils restent reliés à la paroi abdominale par le mésovarium (Boussit, 1989 ; Barone, 1990).

**Les oviductes :** deux petits canaux relativement longs, de 10 à 16 cm. Chaque oviducte est constitué à son tour de trois parties :

Le pavillon : reçoit l'ovule, très développé et recouvre partiellement l'ovaire.

L'ampoule : lieu de la fécondation. De nombreuses cellules ciliées tapissent la lumière de ce tube pour permettre l'achèvement de spermatozoïdes.

L'isthme : est un tube étroit qui débouche de la corne au niveau de la jonction utéro-tubaire. (Boussit, 1989).

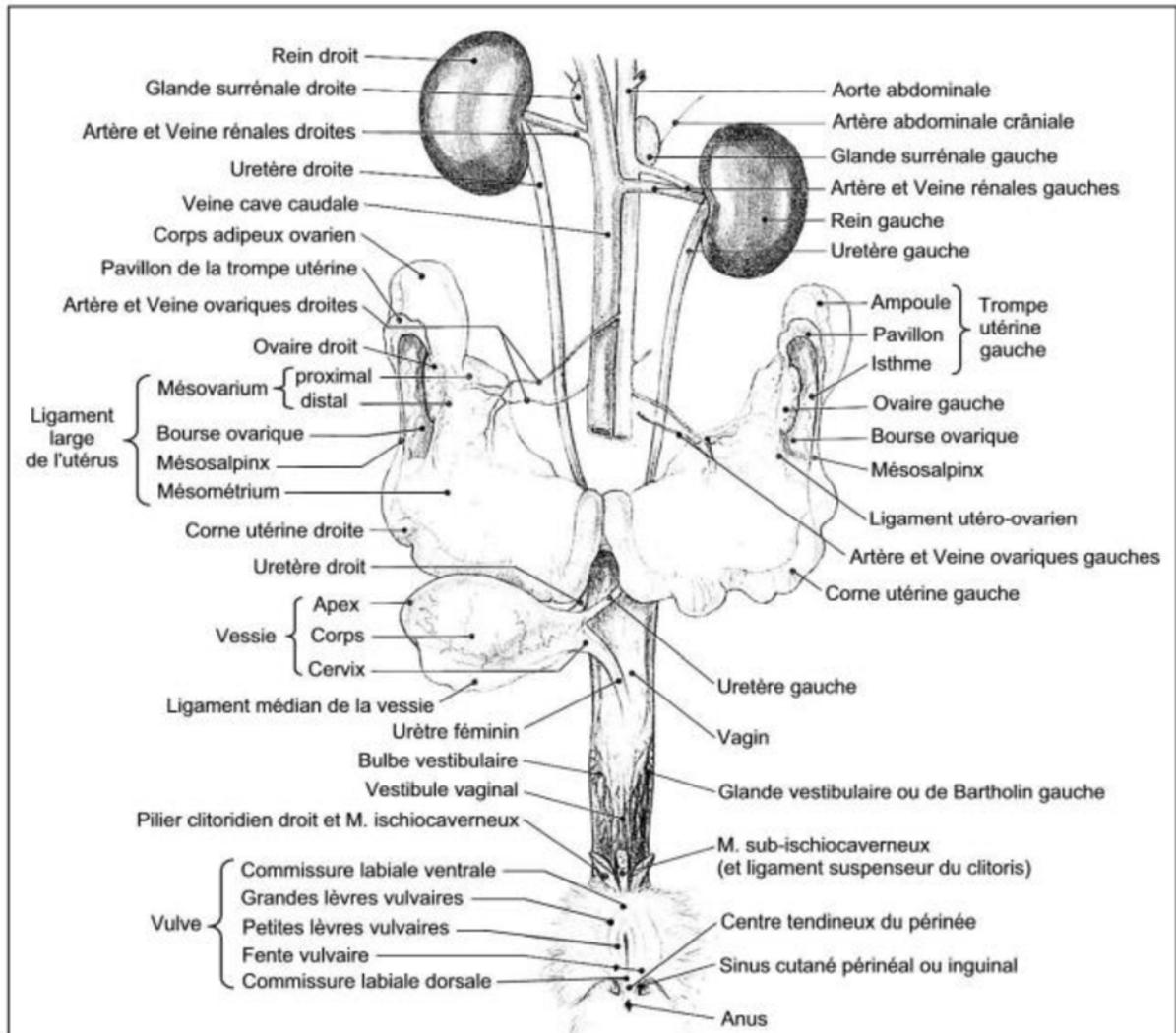
**Les cornes utérines :** l'utérus de la lapine n'est composé que des deux cornes utérines qui s'abouchent directement dans le vagin par un col qui est propre à chacune d'entre elles. Elles mesurent en générale 10 à 12 cm de long sur 4 à 7 mm de diamètre (Salissard, 2013 ; Boussit, 1989).Elles reçoivent les œufs qui s'implantent au niveau de leur muqueuse s'ils sont fécondés.

**Le vagin :** lieu de dépôt de la semence, sa longueur varie de 4 à 8 cm; il est situé sur le plancher vaginal à mi-hauteur du vestibule (Barone, 1990 ; Salissard, 2013).

**Le vestibule :** de 2 à 3 cm ; lieu d'insertion de la glande de Bartholin et d'autres glandes femelles (Esther, 2003 ; Lebas, 2016).

### I.2. Appareil génital externe :

**Le clitoris :** il est composé d'un corps qui s'étend sur la face ventrale du vagin (Salissard, 2013) et un gland qui se projette dans l'ouverture urogénitale (**Figure 01**) (Boussit, 1989)

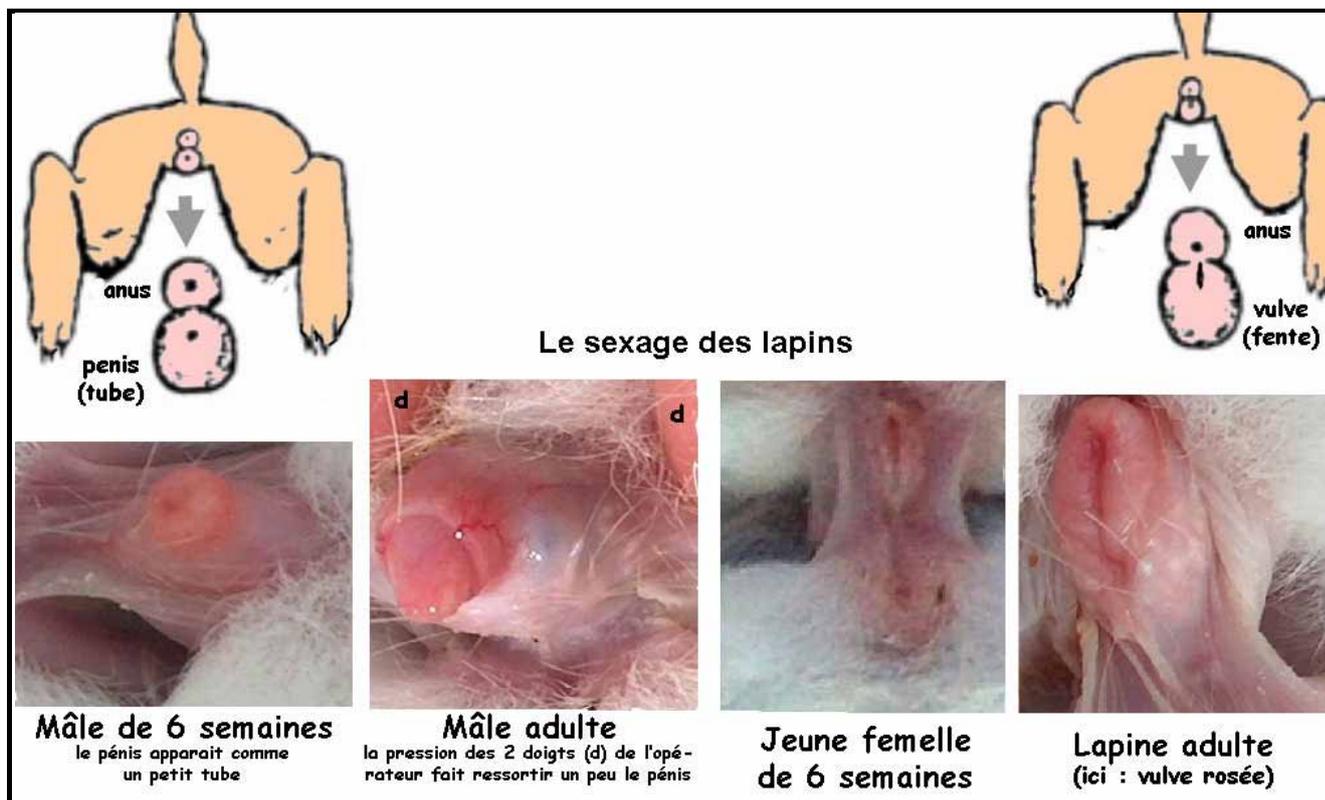


**Figure 01 :** Organes Uro-génitales de la lapine (Vue ventrale) d'après Barone *et al.* (1990).

### Vulve et lèvres vulvaires

### I.3. Sexage :

Chez le mâle, une pression autour de l'orifice génital met en évidence une protubérance arrondie en forme de tube avec une ouverture arrondie qui correspond au pénis (**Figure 02**). Chez la femelle, le vagin a la forme de pyramide avec une fente qui correspond à la vulve (Favre, 2003).



**Figure 02** : Le sexage des lapins jeunes et adultes (Favre, 2003).

## II. Le comportement sexuel de la lapine :

### II.1. La puberté et l'âge à la première saillie :

#### II.1.1. La puberté :

Chez la lapine, Quinton et Egron (2001) signalent que la puberté est atteinte vers l'âge de 3 à 7 mois. L'âge de la puberté c'est-à-dire l'âge auquel l'accouplement entraîne pour la première fois une ovulation, est assez mal défini et dépend d'un ensemble de facteurs :

**La race :** les races de petit ou moyen format sont les plus précoces (4 à 6 mois). Par contre, les races de grand format atteignent la puberté tardivement (5à 8mois) (Lebas, 2016).

**Le développement corporel :** le poids est en étroite corrélation avec la puberté. Celle-ci est d'autant plus précoce que les animaux ont une croissance rapide et régulière (Boussit, 1989). Ainsi, le mieux est d'attendre que la lapine atteint 80% de son poids adulte pour la mettre à la reproduction, bien que celle-ci soit pubère généralement dès qu'elle atteint les 70-75% de ce poids (Lebas, 2016). La corrélation entre le poids et l'ovulation n'est pas absolue car dépassé un certain âge, le poids n'a plus aucun impact sur l'ovulation (**Tableau 01**) (Lebas, 2016).

Age en semaines	Nombre d'accouplement	Alimentation	% de lapines ovulantes	Ovulation	
				Lapine ovulante Poids vif (g)	Lapine non ovulante Poids vif (g)
14	26	A volonté	34,6%	3164 ± 110	3055 ± 34
17	30	A volonté	76,7%	3450 ± 41	3657 ± 139
	34	Rationnement 75%	25,6%	3035 ± 48	3043 ± 38
20	26	A volonté	64,4 %	3729 ± 83	3674 ± 161
	27	Rationnement 75%	59,3%	3302 ± 42	3329 ± 66

**Tableau 01 :** Poids moyen des lapines ovulantes et non-ovulantes après accouplement en fonction de l'âge et du niveau de rationnement d'après Hulot *et al.*, (1982).

**Alimentation :** une restriction alimentaire de 25% de l'*ad libitum* retardera la puberté d'au moins 3 semaines. Ainsi, elle influe directement sur le développement corporel. Une lapine sous-alimentée aura une puberté plus tardive (Salissard, 2013).

**La photopériode :** les femelles naissant en automne et qui, par conséquent, atteignent la puberté au printemps sont plus précoces que les femelles nées au printemps. L'exposition à un éclairage prolongé favorise l'apparition de la puberté et amplifie le comportement œstral (Prud'hon, 1975 ; Boussit, 1989 ; Lebas, 2009).

### **II.1.2. L'âge à la première saillie :**

Le premier accouplement devrait avoir lieu lorsque l'animal présente une conformation physique et une maturité sexuelle correspondant à la race à laquelle il appartient. Toutefois, le poids doit représenter plus de 80% du poids optimal d'un adulte. Cependant, l'âge à la maturité sexuelle est variable suivant les races.

Les premières acceptations du mâle peuvent avoir lieu dès l'âge de 13 à 14 semaines chez les races moyennes, mais il est recommandé d'éviter de mettre à la reproduction des animaux trop jeunes ou insuffisamment développés (pas avant 16-17 semaines) (Perrot, 1991 ; Giannetti, 1984).

### **II.2. L'œstrus et le cycle oestrien :**

La lapine ne présente pas un cycle oestrien avec apparition régulière de chaleurs au cours desquelles l'ovulation a lieu spontanément. Elle est considérée comme une femelle en œstrus plus au moins permanent, et n'ovule que s'il y a coût (Espèce à ovulation provoquée) (Villena et Ruiz Matas, 2003 ; Bonnes *et al.*, 2005).

La durée de l'œstrus ou de dioestrus est variable d'une lapine à une autre, certaines peuvent être en œstrus effectif pendant 28 jours consécutifs, tandis que d'autres ne le sont que 2 jours en 4 semaines (Lebas, 2009).

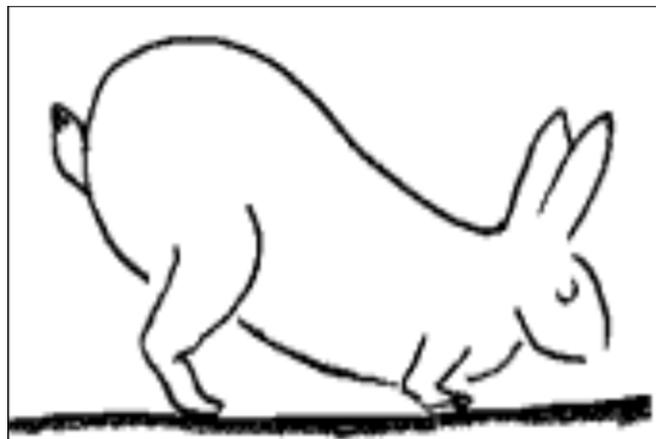
#### **II.2.1. Le comportement sexuel :**

**La phase d'attraction :** elle est caractérisée par l'émission de signaux qui vont permettre les échanges d'informations sensorielles entre les partenaires. Des phéromones agissant comme des attractifs sexuels ont été mises en évidence (Gayrard, 2007).

**La phase précopulatoire :** elle correspond à la proceptivité chez la femelle. Pendant cette phase le mâle recherche activement un contact avec la femelle (Boussit, 1989 ; Favez et Rashwan, 2003 ; Gayrard, 2007).

**La phase de réceptivité :** On considère une femelle en œstrus ou réceptive quand elle accepte de s'accoupler. La femelle se met en lordose avec la croupe relevée pour faciliter

l'intromission du pénis (**Figure 03**). Par contre, elle est en diœstrus ou non réceptive quand elle refuse et se blottit dans un angle de cage ou devient agressive vis-à-vis du mâle (Lebas et al, 1996).



**Figure 03** : la position de lordose (Lebas, 2009).

### **II.2.2. Modifications anatomiques liées à l'œstrus :**

La réceptivité est liée à des modifications anatomiques de la vulve. L'acceptation du mâle est maximale lorsque la lapine présente une vulve rouge turgescence avec une fréquence de 100% d'acceptabilité, et est minimale lorsque cette dernière est blanche et non turgescence avec une acceptabilité de 17,3% (Quintela et al, 2001 ; Vicente et al., 2008).

### **II.2.3. Le contrôle de l'œstrus :**

L'œstrus est en relation avec le stade évolutif de la folliculogénèse. Les cellules de la thèque interne entourant chaque follicule préovulatoire, sécrètent des œstrogènes proportionnellement à leur masse. Le taux circulant de ces hormones n'est donc élevé que lorsqu'un nombre suffisant de follicules matures est présent sur l'ovaire (Lebas, 2009).

#### **II.2.3.1. L'activité ovarienne chez la lapine:**

**L'ovogénèse** : est l'ensemble des processus de multiplication et différenciation des cellules de la lignée germinale femelle. A partir des gonocytes, elle aboutit à la production des ovules, cellules aptes à être fécondées. Contrairement à la spermatogénèse, le stock d'ovogonies est

défini et définitif (INRAP, 1988 ; Boussit, 1989). Elle regroupe l'ensemble des phases suivantes :

**La phase de multiplication ou phase germinale :** les cellules de la lignée germinale qui ont colonisé très tôt les gonades embryonnaires subissent une division intense pour donner naissance à des ovogonies. Les ovogonies se différencient pour donner les ovocytes primaires. Ces cellules diploïdes ( $2n$  chromosomes) subissent une division au niveau des chromosomes (prophase méiotique) juste après la naissance pour donner des cellules haploïdes ( $n$  chromosomes).

**Phase d'accroissement :** les ovocytes primaires augmentent de volume et s'entourent de cellules nourricières aplaties ou cellules folliculaires et donnent ainsi des follicules primordiaux. Chez la lapine, le stock de follicules primordiaux n'est pas déterminé pendant la vie fœtale mais s'établit pendant la période néonatale lors des premières semaines qui suivent la naissance. Le follicule croît progressivement pour donner des follicules primaires et secondaires puis tertiaires vers 10 semaines.

**Phase de maturation :** à la puberté, le follicule cavitaire évolue en follicule de De Graaf à la suite d'un accouplement qui provoque l'ovulation. L'ovocyte primaire termine sa division méiotique pour donner l'ovocyte secondaire entouré de cellules folliculaires et expulse le premier globule polaire. En cas de fécondation, l'ovocyte secondaire termine sa division méiotique pour donner un ovule mûr incluant le deuxième globule polaire.

**La dynamique folliculaire sur l'ovaire :** les follicules à antrum qui n'ont pas pu évoluer jusqu'au stade ovulatoire faute de stimulation, d'accouplement ou d'administration d'hormones provoquant l'ovulation, régressent après 7 à 10 jours. Ils sont plus ou moins rapidement remplacés par une nouvelle vague de follicules à antrum qui restent quelques jours sur l'ovaire au stade préovulatoire avant de régresser éventuellement à leur tour.

**L'ovulation :** chez la lapine l'ovulation est un réflexe neuroendocrinien induit par les stimuli associés à l'accouplement ou par l'utilisation des hormones exogènes (Marongiu et Gulinati 2008a ; Theau-Clément et al, 2008). Elle a 2 voies différentes :

**La voie afférente :** L'accouplement entraîne le départ de stimuli sous forme de 2 informations suivant des voies nerveuses différentes :

- Des messages érotiques traduisant vraisemblablement la qualité de la cour.
- Des informations propres à l'accouplement.

L'influx nerveux résultant est transmis au cerveau puis au rhinencéphale qui intègre également d'autres types de messages internes (concentration des stéroïdes par exemple) et externes (olfactifs, phéromones, gustatifs, visuels et auditifs) (Gallouin, 1981). Enfin, l'ordre est transmis à l'hypothalamus qui convertit les messages électriques en messages hormonaux.

**La voie efférente :** suite à l'accouplement, l'hypothalamus envoie une décharge de GnRH qui atteint quasi immédiatement l'hypophyse par le système porte hypothalamo-hypophysaire (Lebas, 2009). Cette molécule agit sur la partie antérieure de l'hypophyse qui libère à son tour 2 gonadotropines :

**LH :** son pic s'observe environ 2 heures après le coït. Elle permet la maturation des gros follicules à antrum et de déclencher la ponte ovulatoire environ 10 à 12 heures après le coït.

**FSH :** le 1er pic est synchronisé avec la LH alors que le 2<sup>ème</sup> pic s'observe environ 24 à 48 heures après le coït. Le rôle de la FSH chez la lapine est essentiellement la maturation folliculaire (Gallouin, 1981 ; Mills et *al.*, 1981 ; Lebas, 2009).

### **II.3. La mise à la reproduction :**

#### **II.3.1. La saillie naturelle :**

La femelle est placée dans la cage du mâle. Si la femelle est réceptive et le mâle est sexuellement actif, la durée de la saillie est de l'ordre de 10 à 20 secondes. La femelle adopte la position de lordose. L'accouplement est très rapide, il s'accompagne d'un cri poussé par le mâle lequel se retire rapidement et se jette de côté après éjaculation (Bonnes et *al.*, 2005 ; Gayrard, 2007).

### **II.3.2. La fréquence d'utilisation de mâle :**

La fréquence d'utilisation du mâle influence le volume, la motilité, la concentration et la viabilité des spermatozoïdes. Plusieurs auteurs signalent que chaque reproducteur ne doit, en principe, saillir que trois femelles par semaine avec un repos d'un jour après chaque saillie (Benchikh, 1995 ; Bodnar *et al.*, 1996 ; Bunaciu *et al.*, 1996 ; Nizza *et al.*, 2001).

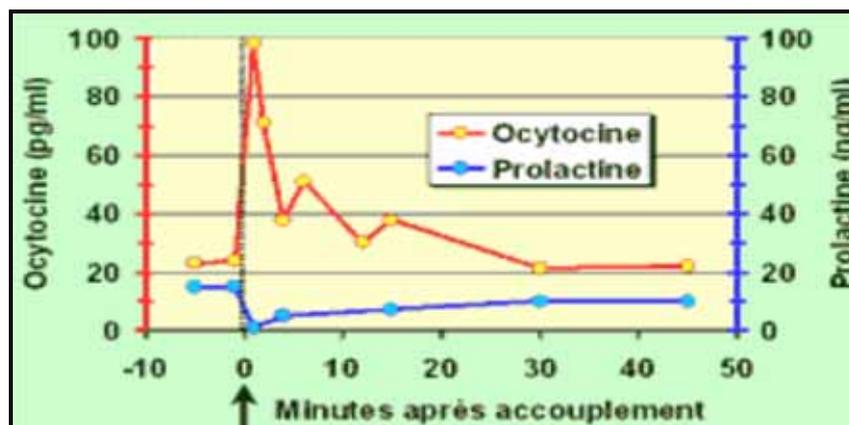
### **III. La physiologie post ovulatoire :**

#### **III.1. La remontée des spermatozoïdes :**

Les spermatozoïdes déposés dans la partie supérieure du vagin franchissent les cols de façon autonome. Les mouvements musculaires du vagin peuvent également favoriser le passage des spermatozoïdes à travers les cols. Les spermatozoïdes entrent en contact avec les sécrétions utérines qui constituent un milieu liquide favorable à leur progression. Celle-ci est assurée par les contractions musculaires de l'utérus.

Les œstrogènes favorisent la remontée des spermatozoïdes dans l'utérus alors que la progestérone inhibe le passage au niveau des cervix. Des prostaglandines interviennent également pour favoriser les contractions musculaires de l'utérus (Hawk, 1982).

En outre, dans la minute suivant l'accouplement, le taux d'ocytocine s'accroît tandis que celui de la prolactine décroît (**Figure 04**). Cette décharge d'ocytocine semble avoir pour fonction de permettre aux spermatozoïdes de franchir les cols utérins et commencer à progresser dans l'utérus.



**Figure 04** : évolution des taux sanguins d’ocytocine et de la prolactine chez la lapine, dans les 45 minutes suivant l’accouplement (Furchset *al*, 1981 ; cité par Lebas, 2009).

### III.2. La capacitation :

C’est l’ensemble des changements de surface permettant aux spermatozoïdes d’adhérer à la membrane vitelline de l’œuf et devient fécondant. Elle dure entre 5 à 15 heures et se déroule au contact du fluide utérin et dans les oviductes (Boussit, 1989 ; Gayrard, 2007).

### III.3. La descente de l’ovule :

Le transport de l’ovule dans l’ampoule s’effectue en quelques minutes et se trouve sous la dépendance des contractions musculaires et des battements ciliaires eux-mêmes sous le contrôle de l’œstradiol sécrété par les follicules rompus.

### III.4. La fécondation :

C’est la fusion d’un gamète mâle et d’un gamète femelle, donnant naissance à un œuf, cellule à 2n chromosomes, réunissant les matériels génétiques paternel et maternel. Elle a lieu dans l’ampoule de l’oviducte environ 12 à 14 heures après le coït.

## IV. La gestation :

### IV.1. Le déroulement de la gestation :

Au cours de son passage dans l'oviducte, l'œuf se divise en blastocystes qui atteignent l'utérus au bout de 3 à 4 jours et demi mais, la dentelle utérine n'apparaîtra qu'entre 5 et 8 jours après l'accouplement sous l'action de la progestérone. Au cours des 5<sup>èmes</sup> et 6<sup>ème</sup> jours, ils se différencient en bouton embryonnaire en forme de disque et un trophoblaste. A ce stade, le blastocyste se fixe à la muqueuse utérine. Il y a d'abord formation d'un syncytium entre les cellules du trophoblaste et celles de l'utérus, puis les déciduomes se forment rapidement en même temps que l'amnios se développe. L'implantation proprement dite s'effectue 7 jours après l'accouplement ; elle a lieu au stade blastocyste.

Les corps jaunes en développement commencent à sécréter des quantités notables de progestérone qui ne cessent d'augmenter entre le 3<sup>ème</sup> et 12<sup>ème</sup> jour suivant l'accouplement puis diminuer rapidement dans les quelques jours précédant la mise bas, alors que celui des oestrogènes subit des modifications de moindre ampleur.

Les corps jaunes sont indispensables et subsistent jusqu'à la fin de gestation. La survie des corps jaunes chez la lapine est sous le contrôle des œstrogènes sécrétés par les follicules, eux-mêmes sous le contrôle de FSH et LH qui ont une action lutéotrope. (Boussit, 1989 ; Lebas et al., 1996 ; Bonnes et al., 2005 ; Gayrard, 2007 ; Lebas, 2009). A partir de 16-18 jours de gestation, la liaison entre le placenta fœtal et le déciduome est assez lâche pour qu'une séparation soit aisée et donc toutes manipulations devraient être réalisées avec précaution.

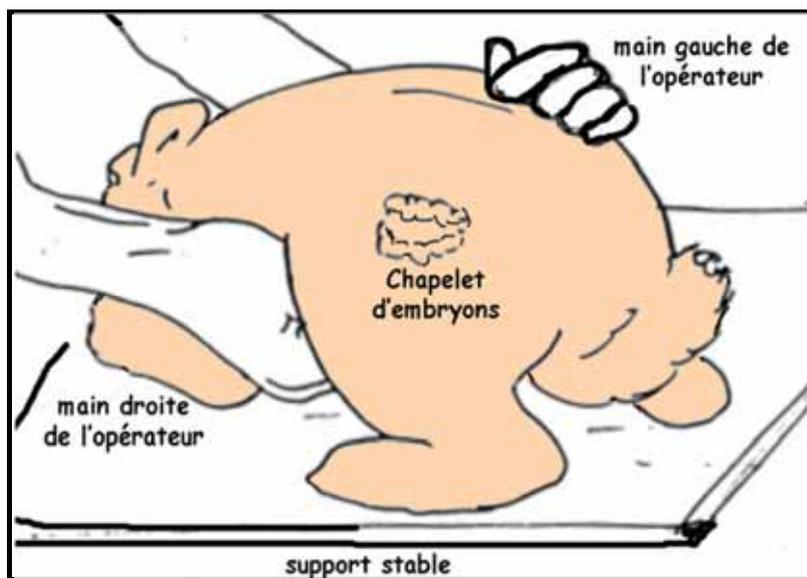
### **IV.2. La placentation :**

Chez la lapine, à chaque point de jonction entre le fœtus et la paroi utérine se forme un placenta dans lequel on distingue une partie maternelle, qui se développe en premier pour atteindre son poids maximal vers le 16<sup>ème</sup> jour de gestation. La partie fœtale est visible vers le 10<sup>ème</sup> jour, son poids dépasse celui du placenta maternel à partir du 20-21<sup>ème</sup> jour de gestation (Lebas, 2009).

### **IV.3. Le diagnostic de gestation :**

#### **IV.3.1. Le diagnostic de gestation par palpation abdominale :**

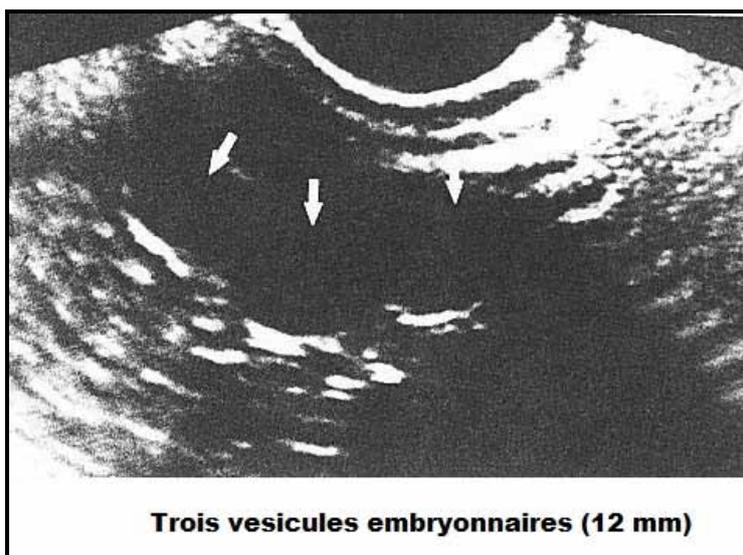
Le contrôle de gestation s'effectue entre le dixième et quinzième jour après la saillie. A ce stade, le développement des embryons est suffisant pour permettre leur détection au travers la paroi abdominale (Bonnes et *al.*, 2005). Pour se faire, une main saisit la peau au-dessus des reins et soulève l'arrière train, l'autre main passe doucement sous l'abdomen au niveau du ventre et avec un mouvement de va-et-vient, on repère les embryons sous forme de petites boules souples et glissantes au toucher en cas de gestation (**Figure 05**) (Yaouet *al.*, 2009).



**Figure 05** : Le diagnostic de gestation par palpation abdominale (Yaouet *al.*, 2009).

#### IV.3.2. Le diagnostic de gestation par échographie :

Il est possible de faire un diagnostic de gestation par échographie dès le 7<sup>ème</sup> jour de gestation par la visualisation des vésicules embryonnaires (**Figure 06**). Ces vésicules d'environ 8 mm peuvent être comptées à partir du 8<sup>ème</sup> jour. Elles augmentent progressivement de taille pour atteindre 17mm vers le 10<sup>ème</sup> jour (Ypsilantis et Saratsis, 1999 ; Chavatte-Palmer et *al.*, 2005).



**Figure 06:** Echographie des trois vésicules embryonnaires au 9<sup>ème</sup> jour de gestation chez la lapine. (Ysilantis et Saratsis,).

## **VI. Mise bas et lactation**

Chez la lapine, la mise bas dure quelques minutes (10 à 20 mn) sans rapport avec le nombre de lapereaux nés qui est, en moyenne, de 3 à 12 avec des limites de 1 à 20 (Lebas, 2008). La lapine prépare son nid quelques jours avant la parturition avec les poils arrachés de sa face ventrale (Lebas *et al*, 1986 et 1996). L'absence ou une mauvaise préparation du nid entraînerait la perte de portées entières par mise bas sur grillage ou cannibalisme. Ces phénomènes (mise bas sur grillage ou cannibalisme) peuvent être aussi provoqués par de mauvaises conditions environnementales (Schlolutet *al*, 2013).

A la parturition, il y a diminution rapide de la teneur en progestérone et, sous l'effet de la libération d'ocytocine, l'action de la prolactine est stimulée, ce qui permet la montée laiteuse dans une glande prédéveloppée (Thibault et Levasseur, 2001). L'allaitement de la portée se fait tôt le matin et ne dure que quelques minutes indépendamment de la taille de portée (Morimoto, 2009).

## **Chapitre II : Etude de la lactation et de ses facteurs de variation**

### **I. La production laitière chez la lapine**

Chez les lapins la lactation débute très rapidement. Une lapine de taille moyenne produit en 40 jours une moyenne de 8kg de lait (Lebas, 1971). Ayant un comportement frustré (Bonnet 2006), la lapine donne à téter à ses petits une fois par jour, normalement le matin tôt (Henaff et Jouve, 1988) et durant 3 à 4 minutes (Gidenne et Lebas, 2005 ; Lebas, 2006). Durant cette unique tétée, le lapereau peut ingérer 20 à 25% de son poids vif en lait sans s'approprier un seul mamelon mais en passant d'un mamelon à l'autre (Bonnet 2006 ; Gidenne et Lebas, 2005). Le rendement du lait est dépendant du nombre des lapereaux à la naissance et la pratique de la technique d'adoption (Casado *et al*, 2006).

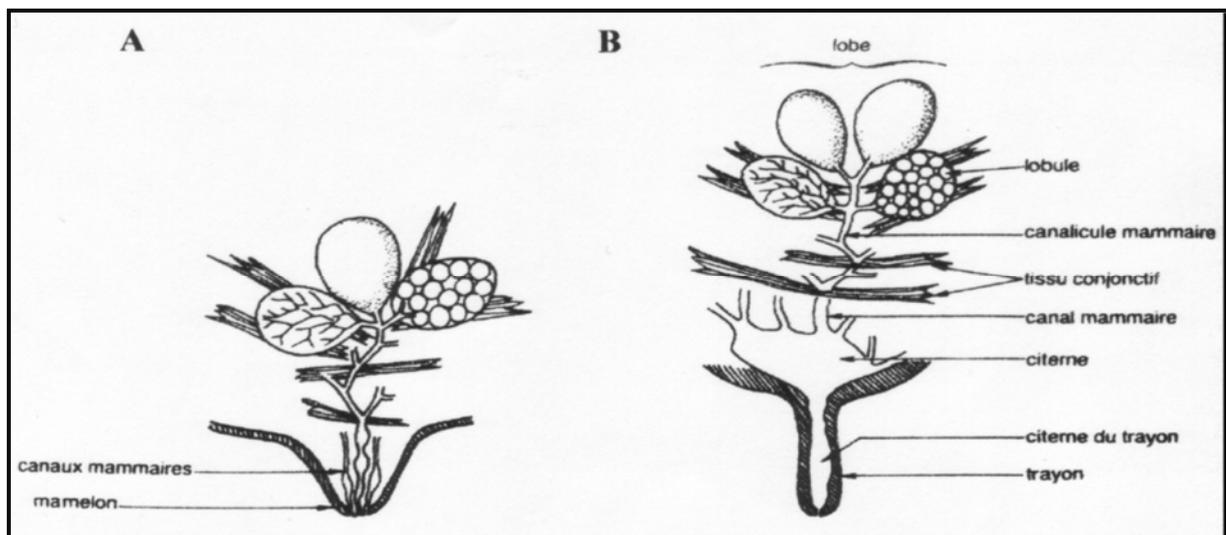
La lapine possède deux rangées de 4 à 5 et exceptionnellement 6 mamelles situées sur la face ventrale du corps. Le nombre de mamelles fonctionnelles peut ne pas être réparti de façon symétrique et présenter un nombre pair (8 ou 10 tétines) ou impair (9 ou beaucoup plus rarement 11 tétines). A chaque tétine, reliée à 5-6 canaux évacuateurs, correspond une glande mammaire séparée. Le tissu mammaire est disposé entre la peau et les muscles pectoraux auxquels il est attaché par du tissu conjonctif. Le lait synthétisé et sécrété par la glande mammaire est adapté quantitativement et qualitativement aux besoins du ou des lapereaux (Delouis *et al*, 2001).

Le lait de lapine est très concentré ; ces composants majeurs sont les matières grasses et protéiques, représentant chacune de 40 à 50% de la matière sèche (Gallois 2006).

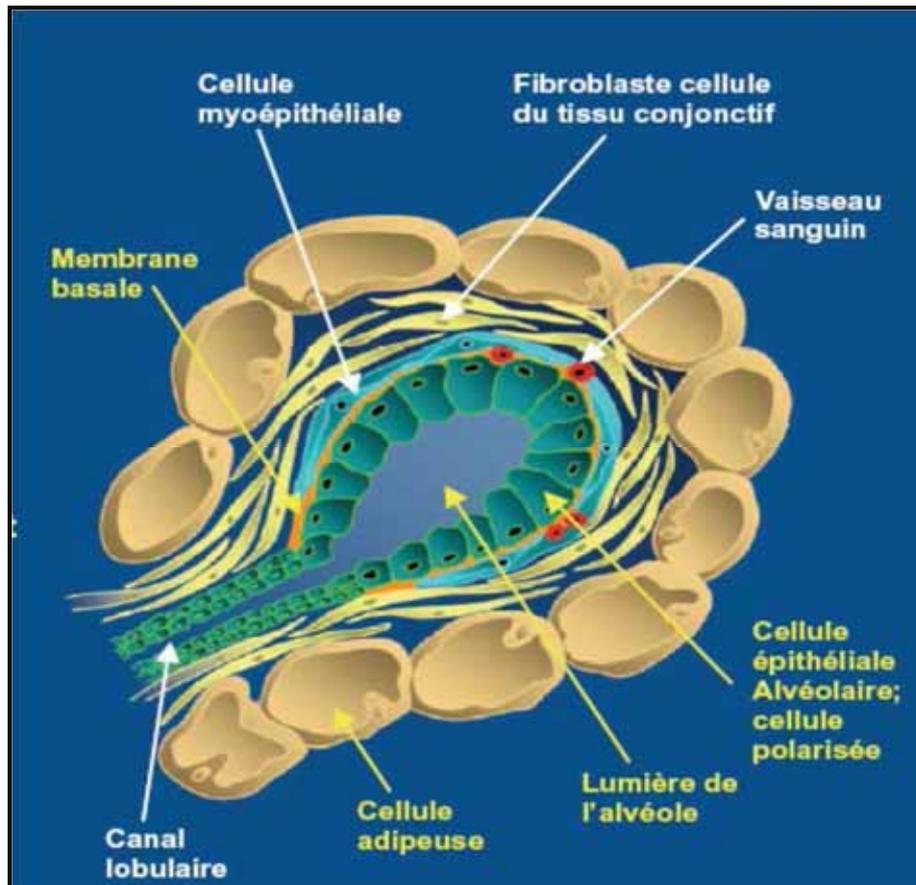
#### **I.1. Anatomie de la glande mammaire :**

C'est une glande exocrine constituée d'un tissu épithélial tubulo-alvéolaire et de tissus annexes formant le stroma. Le tissu sécréteur présente une structure en lobes, qui se subdivisent en lobules, eux-mêmes constitués d'un ensemble d'alvéoles, appelées acini mammaires. Ces structures alvéolaires sont connectées à un vaste réseau de canaux mammaires débouchant vers l'extérieur au niveau d'un mamelon (primates, rongeurs), ou d'un trayon (ruminants) (**Figure 07**).

Les structures alvéolaires ont pour fonction de produire le lait, et le réseau canalaire, de le transporter. Véritables unités de sécrétion de la glande mammaire, les alvéoles sont constituées d'une monocouche de cellules épithéliales richement irriguées à leur pôle basal par les vaisseaux sanguins (**Figure 08**). Chaque acinus s'ouvre sur un canal lobulaire. Les cellules épithéliales alvéolaires sont polarisées et elles-mêmes entourées de cellules myoépithéliales contractiles responsables de l'évacuation du lait des alvéoles vers les canaux sécréteurs et d'une membrane basale, constituée essentiellement de laminine, de collagène, de protéoglycanes, ou encore de fibronectine. C'est à travers la membrane basale que se font les échanges des cellules épithéliales mammaires vers l'extérieur. Cet ensemble fonctionnel est entouré d'un vaste stroma rassemblant plusieurs types cellulaires dont des adipocytes, des fibroblastes, des cellules endothéliales, mais aussi des terminaisons nerveuses et des composants de la matrice extracellulaire.



**Figure 07:** Structure de la glande mammaire de primates, de rongeurs, de lagomorphes (A) et de ruminants (B) (D'après De louis *et al*, 2001).



**Figure 08:** Structure de l'acinus mammaire (D'après De louis *et al.*, 2001).

## I.2. Développement de la glande mammaire

Selon Briskin et O'Malley (2010), le développement de la glande mammaire se décrit selon deux phases. La première phase est considérée comme hormono-indépendante, qui a lieu avant la puberté et une seconde phase hormono-dépendante, qui débute à partir de la puberté. Le développement de la glande mammaire débute pendant la vie fœtale, se poursuit lors de la puberté et se termine à la première lactation. Il peut être divisé en quatre périodes mammogénèse, lactogénèse, galactopoïèse et involution.

### 1.2.1. Mammogénèse :

La mammogénèse correspond à une phase de croissance intense qui démarre lentement au cours de l'embryogénèse et s'achève à la première gestation. Au cours de la vie fœtale, les ébauches mammaires commencent à se former par un processus d'induction à partir de l'ectoderme ventral du fœtus. Elles sont constituées essentiellement d'une arborisation

rudimentaire de canaux secondaires qui seront à l'origine des futurs canaux lobulaires. Cette arborisation est entourée de cellules mésenchymateuses qui formeront le stroma (De louis *et al*, 2001). Ce réseau primitif est, à ce stade, entouré d'adipocytes et de cellules endothéliales dérivées du mésoderme. De la naissance à la puberté, la glande mammaire va poursuivre sa croissance de façon isométrique, c'est-à-dire à la même vitesse que les autres organes de l'individu (Martinet et Houdebine, 2006). Au cours de la puberté, qui intervient entre 10 et 12 semaines chez la lapine, et sous le contrôle des stéroïdes ovariens, le développement et l'arborisation des canaux mammaires s'accélèrent pour former un réseau plus dense qui s'étend alors dans le tissu adipeux environnant. A l'extrémité terminale de ces canaux commencent à apparaître des cellules épithéliales qui s'organisent pour former les bourgeons précurseurs des futures alvéoles. Le tissu adipeux constitue une réserve qui apportera un complément d'énergie aux cellules épithéliales pendant la gestation. Dans le cas du développement post-pubertaire de la glande mammaire, la croissance est allométrique, l'organe se développant plus rapidement que le reste de l'organisme.

Au cours de la gestation, les canaux mammaires prolifèrent énormément et le tissu lobulo-alvéolaire se développe à leurs extrémités. A partir de la mi-gestation, les cellules épithéliales Mammaires se multiplient et s'organisent pour former des alvéoles fonctionnelles. Le système lobulo-alvéolaire se met ainsi en place progressivement et se substitue alors au tissu adipeux qui est lui-même en pleine régression (De louis *et al*, 2001).

### **I.2.2. Lactogénèse :**

Cette étape du développement mammaire correspond à la différenciation des cellules épithéliales alvéolaires, c'est-à-dire l'acquisition de la capacité de synthèse et de sécrétion du lait. Ainsi, à la fin de la gestation, quelques jours avant la parturition, les cellules épithéliales s'hypertrophient et se polarisent afin de pouvoir capter les précurseurs du lait par leur pôle basal. Elles acquièrent des caractéristiques structurales de cellules différenciées capables d'une importante synthèse protéique et d'une intense sécrétion. En effet, le noyau de ces cellules se place en position basale, leur cytoplasme s'enrichit en ribosomes et en mitochondries, pendant que prolifèrent leur appareil de Golgi et leur réticulum endoplasmique rugueux. Tous ces organites sont indispensables à la forte activité métabolique que ces cellules épithéliales vont fournir en produisant le lait. La lactogénèse est sous la dépendance

de la prolactine pendant la gestation (Lebas, 2002). Elle est inhibée par les œstrogènes et la progestérone (Johnson et Everitt, 2002)

### **I.2.3. Galactopoïèse et involution :**

A la naissance du jeune, la glande mammaire est parfaitement fonctionnelle mais son niveau de synthèse est encore faible. A ce moment, la diminution rapide de la teneur en progestérone et sous l'effet de la libération de l'ocytocine, l'action de la prolactine est stimulée ce qui permet la montée laiteuse (Johnson et Everitt, 2002 ; Lebas, 2002). Ainsi au moment de la mise bas, il y a déjà 50 à 80 g de colostrum dans les mamelles de la lapine. Au cours de la lactation, la galactopoïèse va représenter le processus de production et de sécrétion du lait entretenu par les tétées ou la traite de l'animal. Pendant cette période, les composants du lait sont synthétisés à partir de précurseurs issus des capillaires sanguins et les cellules épithéliales alvéolaires en place.

Pendant la période de sevrage ou de tarissement, c'est l'arrêt de la traite ou des tétées qui induit une involution du tissu épithélial mammaire et la fin de la production du lait. Le tissu adipeux, jusqu'ici régressé en faveur des cellules épithéliales, va se développer à nouveau et reprendre sa place prédominante

### **I.3. Mécanismes de sécrétion du lait :**

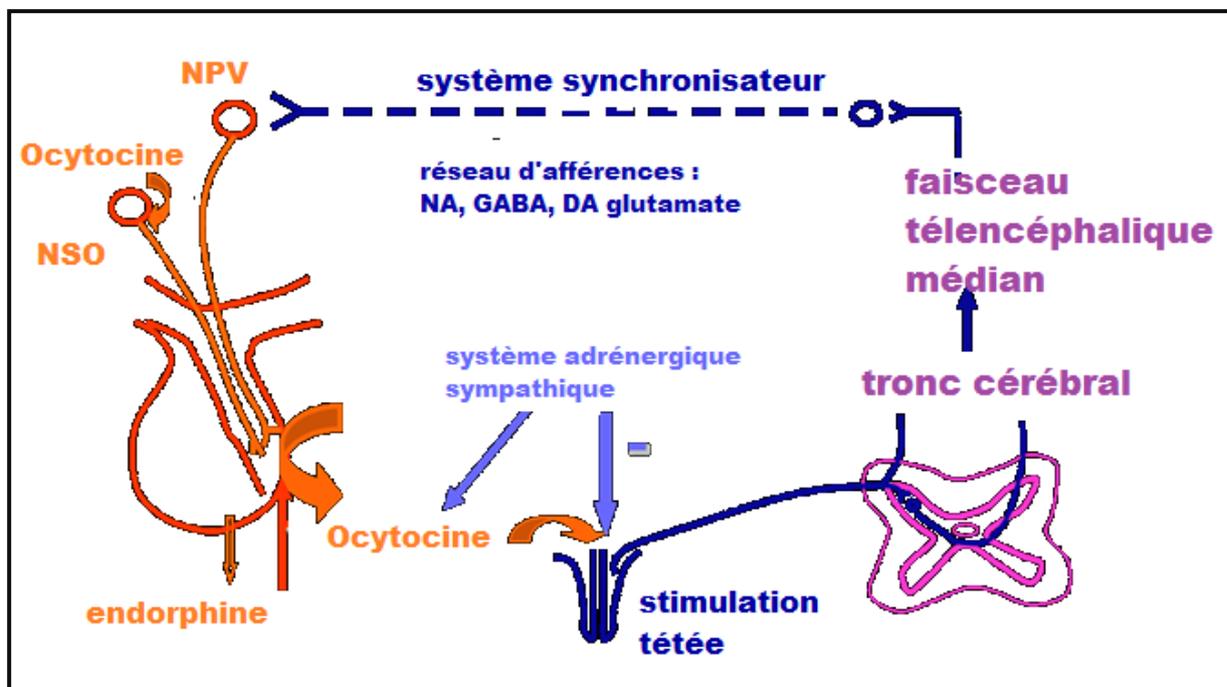
Les stimuli créés par la tétée provoquent la sécrétion immédiate d'ocytocine, la pression intramammaire augmente induisant l'éjection du lait qui sera consommé par les lapereaux (Lebas, 2002) (**Figure 09**).

La concentration plasmatique d'ocytocine s'accroît de 40 pg/ml de plasma deux jours après la mise bas, à 250 et 490 pg/ml au milieu et à la fin de lactation, avec un taux minimal de 20-25 pg/ml nécessaire à l'enclenchement du processus de sécrétion du lait. La demi-vie de cette hormone qui est de 3 à 5 minutes, est le temps nécessaire pour une tétée de lapereaux (entrée - sortie de la boîte à nid dure de 2 à 4 minutes (Hudson *et al*, 2000).

La femelle fixe le rythme des tétées, à une seule fois par 24 heures ou à deux fois dans quelques cas (Hudson *et al*, 2000; Lebas, 2002), en raison d'une augmentation de la pression

intramammaire (Schuhet *al.*, 2004). La seule succion exercée par les lapereaux n'est pas suffisante pour déclencher la décharge d'ocytocine. Il faut la volonté de la mère.

La synthèse du lait et son accumulation dans les glandes mammaires se fait à une vitesse constante pendant les 23 heures et demi à 24 heures suivant un allaitement. Ensuite la synthèse du lait s'arrête très rapidement si les lapereaux ne tètent pas. Ainsi, il a été montré que plusieurs allaitements au cours du cycle de 24 heures n'augmentent pas la quantité de lait disponible pour les lapereaux (Lebas, 2002). Cinq minutes après la fin de la tétée, on constate une décharge de prolactine (70-75 mg/ml) dont le taux plasmatique reste élevé pendant 2 à 3 heures (Lebas, 2002).



**Figure 09:** Reflexe neuroendocrinienne de l'éjection de lait (De louis *et al.*, 2001).

## II. Facteurs de variation de la production laitière :

### II.1. Facteurs liés à la lapine :

#### II.1.1. Effet génétique :

Lukefahret *al.* (1983) ont démontré que la production laitière des lapines de race néo-zélandaise est supérieure de (+30%) par rapport à celle des lapines de race californienne, et celle des lapines hybrides issues du croisement de ces deux races est encore plus importante.

Toutefois, dans une autre étude, la même équipe en comparant la production laitière des lapines appartenant à quatre races (Californian, White New Zealand, Palomino et White Satin) (McNitt et Lukefahr, 1990), a conclu que le fond génétique de ces populations est peut-être plus important que celui des races elles-mêmes.

Les Races autochtones tel que Giza White (Khalil, 1994) ou population kabyle de lapins (Zerrouki et *al*, 2005), ont un rendement de production laitière modeste par rapport aux lapines commerciales (Fortun-Lamothe et Sabater, 2003; Xiccatoet *al.*, 2005; Casado *et al.*, 2006). Cependant, ces races autochtones ont un faible poids adulte. Lorsque leur production de lait est exprimée par kg de poids vif, la différence avec les races moyennes ou hybrides est moins prononcée.

Cependant, il est à signaler que la comparaison de la production laitière de ces différentes populations et souches reste difficile en raison de la diversité des conditions climatiques. En effet, dans de meilleures conditions de logements et sur des lapines multipares de type hybride (Hyplus), Xiccatoet *al.* (2005) ainsi que Maertens *et al.* (2006) enregistrent des productions lactières moyennes de 250-260 g au cours de la période de 4 semaines de lactation. Néanmoins, une variabilité individuelle entre lapines existe. Khalil *et al.* (2005) enregistrent un coefficient de variation de 38% pour la production de lait (de 0 à 21 jours). Zélandais blanc et Californien).

### II.1.2. Effet de la parité de la lapine :

La production laitière des lapines augmente de manière curvilinéaire avec la parité (McNitt et Lukefahr, 1990). Elle augmente jusqu'à la 7<sup>ème</sup> parité, puis diminue après. Khalil (1994) confirme cette relation chez les lapines Giza White. De la même manière Xiccatoet *al.* (2004) rapportent que, même avec des tailles de portées standardisées, la production laitière augmente durant la deuxième et la troisième parité de +8% et +10% respectivement par rapport à la première parité.

En revanche, Pascualet *al.* (1999) a constaté une augmentation de la production laitière beaucoup plus modeste entre les animaux primipares et multipares. Cette différence était plus marquée lors de l'utilisation d'un régime alimentaire faible en énergie. Vicente et Garcia-

Ximénez (1992) enregistrent également un écart plus important en faveur des lapines multipares.

De même, Maertens *et al.* (2006) ont déterminé une hausse de la production de 19,9% entre la première et la deuxième lactation, y compris après une correction tenant compte de la différence de taille de la portée. Ces auteurs expliquent que cette différence est due au fait que les lapines ont été inséminées tôt la première fois (15-16 semaines d'âge). Ces observations permettent ainsi d'établir un rapport avec le poids vif.

En effet, selon Pascualet *al.* (1999) et Xiccato *et al.* (2004), l'augmentation de la production de lait est une réponse à un poids vif supérieur ainsi qu'à une meilleure capacité d'ingestion chez les lapines multipares. Parigi-Bini et Xiccato (1998) ont également mentionné une augmentation de la prise alimentaire de 10 à 20% de la première à la deuxième lactation et 15,7% par rapport à la 2<sup>ème</sup> et la 3<sup>ème</sup> lactation. De plus, les lapines primipares doivent faire face d'une part, aux dépenses énergétiques nécessaires à la lactation et éventuellement la gestation et, d'autre part, aux besoins de croissance dans la mesure où elles n'ont pas encore atteint leur poids adulte (Paris-Bini et Xiccato, 1998).

### **II.1.3. Effet du nombre de tétées par jour :**

La lapine fixe le rythme des tétées, à une seule fois par 24 heures et deux fois dans quelques cas (Hudson *et al.*, 2000, Maticset *al.*, 2004). En effet, la synthèse du lait et son accumulation dans la glande mammaire se fait à une vitesse constante pendant les 23 heures et demi à 24 heures suivant un allaitement. Ensuite la synthèse du lait s'arrête très rapidement. Ainsi, il a été montré que plusieurs allaitements au cours du cycle de 24 heures n'augmentent pas la quantité de lait disponible pour les lapereaux (Lebas, 2002). Néanmoins, Gachev (1971) en utilisant la méthode d'un double allaitement, a observé une légère réduction de la production de lait au cours de la dernière fraction des 6 heures de la période des 24H.

### **II.1.4. Effet du nombre de tétines :**

Les femelles ayant moins de 8 tétines ont une production de lait significativement moins importante que celles avec 8 ou plus tétines (Fleischhauer *et al.*, 1985).

## **II.2. Facteurs liés au milieu**

### **II.2.1. Effet de l'alimentation**

L'alimentation est l'un des facteurs environnementaux qui exerce une influence très importante sur le niveau de production (gestation, lactation...) ; elle agit également sur l'état de santé des animaux ainsi que sur leurs performances de reproduction et de croissance.

#### **II.2.1.1. Effet de la composition de l'aliment :**

L'aliment destiné aux lapins doit être adapté qualitativement et quantitativement à leurs besoins. Pour les lapines reproductrices, plusieurs critères sont pris en considération. Le nombre de jeunes produits par portée (à la naissance et au sevrage) est le critère principal même si la production laitière, le poids des jeunes ou la proportion des saillies fécondes sont également mesurés (Lebas, 1989). Durant le cycle de production, les besoins des lapines reproductrices varient généralement selon l'état physiologique des femelles (gestantes, allaitantes ou simultanément gestantes et allaitantes), leurs âges, le rythme d'élevage adopté, la consommation alimentaire qui est elle-même dépendante de l'état physiologique de la lapine (Lebas, 2002) et la composition de l'aliment.

En 2004, Lebas a présenté des recommandations (**Tableau 02**) où sont résumés les apports nutritionnels souhaitables en énergie, protéines, fibres, minéraux et vitamines pour les aliments destinés aux lapins de différentes catégories : les animaux en croissance, pré et post sevrage et les femelles reproductrices conduites sous deux rythmes, intensif et semi intensif

Type ou période de production sauf indication spéciale unité = g/kg d'aliment		CROISSANCE		REPRODUCTION		Aliment Unique (1)
		Périssevrage 18=>42 jours	Finition 42=>75 jours	Intensive	½ intensive	
<b>GROUPE 1 : Normes à respecter pour maximiser la productivité du cheptel</b>						
Énergie digestible	(kcal / kg)	2400	2600	2700	2600	2400
	(MJoules/ kg)	10,0	10,9	11,3	10,9	10,0
Protéines brutes		150-160	160-170	180-190	170-175	160
Protéines digestibles		110-120	120-130	130-140	120-130	110-125
rapport Protéines digest / Énergie digestible	(g / 1000 kcal )	45	48	53-54	51-53	48
	(g / 1 MJoule )	11,0	11,5	12,7-13,0	12,0-12,7	11,5-12,0
Lipides		20-25	25-40	40-50	30-40	20-30
<b>Acides aminés</b>						
- lysine		7,5	8,0	8,5	8,2	8,0
- acides aminés soufrés (méthionine+cystine)		5,5	6,0	6,2	6,0	6,0
- thréonine		5,6	5,8	7,0	7,0	6,0
- tryptophane		1,2	1,4	1,5	1,5	1,4
- arginine		8,0	9,0	8,0	8,0	8,0
<b>Minéraux</b>						
- calcium		7,0	8,0	12,0	12,0	11,0
- phosphore		4,0	4,5	6,0	6,0	5,0
- sodium		2,2	2,2	2,5	2,5	2,2
- potassium		< 15	< 20	< 18	< 18	< 18
- chlore		2,8	2,8	3,5	3,5	3,0
- magnésium		3,0	3,0	4,0	3,0	3,0
- soufre		2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
- fer ( ppm )		50	50	100	100	80
- cuivre ( ppm )		6	6	10	10	10
- zinc ( ppm )		25	25	50	50	40
- manganèse ( ppm )		8	8	12	12	10
<b>Vitamines liposolubles</b>						
- vitamine A ( UI / kg )		6 000	6 000	10 000	10 000	10 000
- vitamine D ( UI / kg )		1 000	1 000	1 000 (<1 500)	1 000 (<1 500)	1 000 (<1 500)
- vitamine E ( mg / kg )		> 30	> 30	> 50	> 50	>50
- vitamine K ( mg / kg )		1	1	2	2	2
<b>GROUPE 2 : Normes à respecter pour maximiser la santé du cheptel</b>						
Ligno-cellulose ( ADF ) <i>minimum</i>		190	170	135	150	160
Lignines ( ADL ) <i>minimum</i>		55	50	30	30	50
Cellulose ( ADF - ADL ) <i>minimum</i>		130	110	90	90	110
rapport lignines / cellulose <i>minimum</i>		0,40	0,40	0,35	0,40	0,40
NDF ( Neutral Detergent Fiber ) <i>minimum</i>		320	310	300	315	310
Hémicellulose ( NDF - ADF ) <i>minimum</i>		120	100	85	90	100
rapport ( hémicellulose+pectine) / ADF <i>maximum</i>		1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
Amidon <i>maximum</i>		140	200	200	200	160
- vitamine C ( ppm )		250	250	200	200	200
- vitamine B1 ( ppm )		2	2	2	2	2
- vitamine B2 ( ppm )		6	6	6	6	6
- nicotinamide ( vitamine PP ) ( ppm )		50	50	40	40	40
- acide pantothénique ( ppm )		20	20	20	20	20
- vitamine B6 ( ppm )		2	2	2	2	2
- acide folique ( ppm )		5	5	5	5	5
- vitamine B12 ( cyanocobalamine ) ( ppm )		0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
- choline ( ppm )		200	200	100	100	100

**Tableau 02** : Recommandations pour la composition d'aliments destinés à des lapines en production intensive (Lebas, 2004).

- **Energie** : L'énergie apportée par la ration est en général fournie par les glucides (essentiellement l'amidon), par les fibres (substances pectiques et hémicellulose) dont la digestion est assurée dans le caecum par la microflore, un peu par les lipides et éventuellement par les protéines en excès. Chez les lapines simultanément gestantes et allaitantes, l'apport de glucose dans l'alimentation est indispensable, car la glande mammaire joue le rôle d'un capteur important de cet élément pour la synthèse du lactose et des lipides de lait. Le lactose du lait est synthétisé à partir du glucose et du galactose ; le sang ne contenant pas de galactose, les cellules sécrétrices doivent donc au préalable en assurer la synthèse à partir d'une molécule de glucose, ces synthèses sont sous la dépendance d'hormones et catalysées par les enzymes ; elles n'ont lieu qu'en présence d'énergie. De la même manière, la majorité des protéines du lait, à part la sérumalbumine et passagèrement les immunoglobulines, sont synthétisées dans les cellules sécrétrices de la mamelle à partir d'acides aminés libres prélevés dans le sang. L'élaboration de ces protéines dépend de l'apport des différents acides aminés en proportions optimales et de la quantité d'énergie disponible (INRA, 1989).
- **Protéines** : Le chevauchement des phases de gestation et d'allaitement empêche le retour à des conditions corporelles normales (Fortun *et al*, 1993) et augmente les besoins en protéines en réponse à la demande élevée en protéines par le fœtus (Parigi Bini *et al*, 1992 ; Xiccato *et al.*, 1992 ; 1995). Un rapport Protéines Digestibles /Energie Digestible plus faible que celui recommandé ci-dessus (**Tableau 02**), conduit à une diminution significative de la production de lait et des performances de reproduction (Lebas, 1989). Pour cette raison, un niveau de protéines élevé dans l'aliment reproducteur est souvent recommandé : un taux de 17% de protéines brutes dans l'alimentation est acceptable pour optimiser l'ensemble du cycle de reproduction (Lebas, 1989). L'accroissement de la concentration protéique des aliments augmente la production laitière des lapines sans modification de la composition du lait (Partridge et Allan, 1982). Barge *et al.* (1991) ont observé qu'un régime avec un rapport protéines digestibles / énergie digestible (PD/ED) déséquilibré induit une régulation inefficace de l'ingéré énergétique chez les lapines primipares ainsi qu'une insuffisance

de la consommation alimentaire et, par conséquent, engendre des effets négatifs sur l'allaitement de la portée et les conditions physiques de la lapine.

- **Lipides :** Les acides linoléiques et linoléique sont d'une importance majeure dans l'alimentation des femelles reproductrices. Un accroissement de l'apport alimentaire en acide linoléique améliore le statut immunitaire des lapines, mais il a un effet négatif sur la viabilité des mères et des lapereaux (Lebas, 1989). Xiccato *et al.* (1995) ont noté que les lapines gestantes et allaitantes nourries avec une alimentation à haute valeur énergétique (fournie à la fois par l'amidon et la graisse) produisent des portées avec un nombre faible de lapereaux nés vivants que les femelles nourries avec des régimes énergétiques moyens. Au contraire, Barreto et Blas (1993) ont observé une amélioration de la fertilité des femelles nourries avec des régimes alimentaires ajoutés en gras, tandis que Fortun-Lamothe et Lebas (1994) n'ont observé aucune différencesignificative dans les performances de reproduction des lapines gestantes et allaitantes.
- **Fibres :** dans une étude réalisée sur des lapines gestantes et allaitantes, Fernandez *et al.* (1995) ont analysé l'effet de deux régimes isoénergétiques divergents de par la teneur en fibres brute (12,1% *vs.* 19% MS) et la concentration en ADF (Acid Detergent Fibers) (15,3 *vs.* 24,1% MS). Les deux régimes diffèrent peu en regard du contenu en protéines digestibles (13,8 *vs.* 15,2% MS). Bien qu'on n'ait pas observé de différences au niveau de la taille et le poids des portées, la production de lait a été augmentée et la mortalité des petits a été réduite, en particulier pendant les 21 premiers jours de lactation, suite à la consommation du régime faible en fibres.

Nizza *et al.* (1997) ont observé une augmentation des capacités d'ingestion et laitières des femelles ayant reçu à volonté un aliment très fibreux. Ainsi, l'utilisation d'un aliment très peu énergétique pourrait permettre d'augmenter la capacité d'ingestion des lapines en production.

- **Minéraux :** Chez les lapines allaitantes, les besoins en calcium et en phosphore sont très importants. L'alimentation phosphocalcique des lapines, pourrait modifier sensiblement leurs performances de reproduction.

### II.2.1.2.Effet du mode d'alimentation :

Plusieurs travaux ont porté sur les effets des stratégies alimentaires appliquées durant la période d'élevage des jeunes femelles reproductrices sur leurs performances ultérieures. En effet, dans une étude de Lebas (1975) où un régime alimentaire restrictif a été comparé au régime *ad libitum* chez des lapines gestantes, les performances laitières ont été augmentées à la première semaine d'allaitement et une meilleure régularité de la consommation alimentaire a été observée.

Rommers (2004), en comparant les performances de jeunes femelles reproductrices (inséminées à 14,5 vs. 17,5 semaines d'âge) rationnées pendant la phase d'engraissement a montré que les meilleures performances lors de la première portée étaient obtenues avec des lapines rationnée et âgées de 17,5 semaines. Ces lapines n'ont pas formé de dépôt de gras excessif, leur consommation alimentaire était élevée à leur première gestation et elles produisaient plus de lait.

Dalle Zotte (2009) a étudié l'effet de l'alimentation (*ad libitum* ou rationnée à 80%) des futures reproductrices entre 15 et 23 semaines d'âge (1<sup>ère</sup> mise bas) sur les performances et la qualité de viande de leur progéniture. Dans ce modèle, le système d'alimentation n'a pas influencé les performances des lapereaux issus de ces mères, ni leurs carcasses. Seul le GMQ avant le sevrage était plus faible chez les lapereaux dont la mère a reçu l'aliment fibreux à volonté.

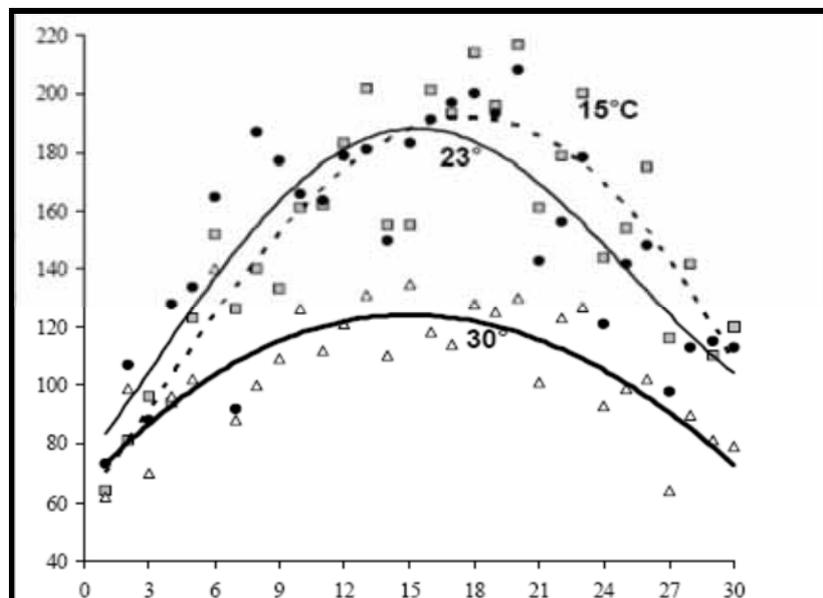
Toutefois, une restriction alimentaire semble être responsable de la diminution des performances de reproduction chez les femelles simultanément gravides et allaitantes et par conséquent, de la réduction du développement et de la viabilité fœtale (Parigi Bini *et al.*, 1992 ; Fortun *et al.*, 1993 ; Fortun et Lebas, 1994 ; Fortun-Lamothe et Bolet, 1995).

Les lapines allaitantes recevant un flushing alimentaire 4 jours avant la saillie sont peu performantes (Maertens, 1998).

### II.2.2.Effet de la température

L'espèce cunicole présente de grandes difficultés d'adaptation à des températures égales ou supérieures à 30°C, ce qui réduit significativement ses aptitudes à se reproduire (Rouvier, 1990 ; Lebas, 1991).

A une température de 15°C, la production de lait journalière est maximale, en revanche, une diminution de 7,7 g est observée lorsque la température 20°C augmente d'un degré (Papp *et al*, 1983 *in* Hassan, 2005). Martens et De Groot (1990) ont montré qu'une température ambiante supérieure à 30°C est néfaste pour la production laitière des lapines qui diminue de 9 %. Szendröet *al.* (1999) ont observé que la production laitière diminue de 29 % lorsque la température s'élève de 23°C à 30°C (**Figure10**).



**Figure10:** Effet de variation de la température (15°, 23° et 30°C) sur la production laitière des lapines (Szendröet *al.*, 1999).

## **I. Matériel et méthodes :**

### **I.1. Objectif de l'étude :**

Notre travail a pour objectif de mesurer la production laitière des lapines de souche synthétique (ITELV 2006) afin d'évaluer leur qualité maternelle.

### **I.2. Lieu et durée de l'expérimentation :**

La partie expérimentale s'est déroulée au niveau de l'Institut Technique des Elevages de Baba Ali (Alger). Elle s'est étalée entre le mois de Juin 2017 et le mois Décembre 2017.

### **I.3. Le bâtiment d'élevage :**

Le clapier est situé dans un endroit favorable à l'élevage (près d'autres bâtiments avicoles et loin du moindre bruit). Le bâtiment est orienté dans le sens Est-ouest. La charpente de type métallique est recouverte à l'intérieur d'un faux plafond qui joue le rôle d'isolateur.

Le clapier a une superficie d'environ 240 m<sup>2</sup> (20m de longueur, 12m de largeur, 3,5m d'hauteur) est constitué d'une cellule de maternité et une cellule d'engraissement. Celles-ci sont séparées par un hall composé d'un espace sanitaire et de deux salles pour le stockage des aliments, des produits vétérinaires et du matériel d'élevage.

- **La cellule de maternité :**

Organisée en 2 rangées de cages individuelles disposées en Flat-deck et séparées par un couloir de 1,5 m de largeur (**Figure 11**).



**Figure 11** : la cellule de maternité

Nous distinguons trois types de cages :

- Des cages mères dotées d'une boîte à nid et qui sont destinées aux lapines reproductrices (90 cages).
- Des cages pour les reproducteurs mâles (16 cages).
- Des cages pour le cheptel de renouvellement (16 cages).

Au-dessous des cages, à 60 cm de profondeur, se trouvent les fosses à déjections. L'aération du bâtiment est assurée par les fenêtres et les extracteurs d'air. Dans la cellule d'engraissement, l'éclairage est naturel.

#### **I.4. Les animaux :**

Les lapins SS ou de la souche ITELV 2006 appartiennent à la 10<sup>ème</sup> génération de sélection sur la taille de la portée à la naissance et le poids à l'âge de 77 jours. Ces lapins ont été créés dans le cadre d'une convention portant sur le transfert de matériel biologique à des fins expérimentales entre l'INRA (France) et ITELV (Algérie). Ils sont issus d'un croisement entre les lapins de population locale algérienne et les lapins de la souche française INRA

Au total, nous avons utilisé 54 femelles nullipares et âgées entre 6 et 7 mois pour l'étude des performances de reproduction.

### **I.5. L'alimentation :**

Au cours de l'expérimentation, les lapins sont abreuvés et nourris *ad libitum* avec un aliment granulé spécial lapin composé de maïs, de tourteau de soja, de luzerne, de son, de calcaire, de phosphate bicalcique et de CMV spécial lapin. L'analyse de la composition chimique a été effectuée au niveau du laboratoire d'analyses fourragères de l'Ecole Nationale Vétérinaires d'Alger selon les méthodes AFNOR (1985) (**Tableau 03**).

L'aliment utilisé au cours de l'expérimentation présente 89% de matière sèche. Le taux des protéines brutes et des matières grasses sont respectivement 19% et 3%. Enfin, les teneurs en matières minérales sont environs 8%.

**Tableau 03** : La composition chimique de l'aliment utilisé dans l'expérimentation.

<b>Composantes</b>	<b>Concentration</b>
Matière sèche (%)	89,4
Protéines brutes (%)	18,8
Matières grasses (%)	3,2
Cendres (%)	7,6

### **I.6. La saillie :**

Avant chaque saillie, les femelles sont pesées. Les saillies sont effectuées le matin, entre 9h et 10h. La femelle est introduite dans la cage d'un premier mâle. Si la lapine est réceptive, dans un intervalle de temps maximal de 5 minutes, elle s'immobilise rapidement, s'étend et relève

légèrement l'arrière train (position de lordose). Cependant, si la femelle refuse l'accouplement avec le premier mâle, elle est représentée le jour même à un deuxième mâle, voire même à un troisième jusqu'à l'acceptation de la saillie.

Les femelles sont saillies la première fois à l'âge de 7 mois, et entre 9 à 14 *post partum* pour les parités suivantes. A 11 jours *post coïtum*, le diagnostic de gestation est réalisé par palpation abdominale. Cinq jours avant la date présumée de la mise bas, les boîtes à nid sont nettoyées, désinfectées et mises en place, contenant des copeaux de bois pour permettre à la femelle de construire son nid. A l'âge de 35 jours, les lapereaux sont sevrés puis transférés directement à la salle d'engraissement.

### **I.7. Contrôle des performances de reproduction :**

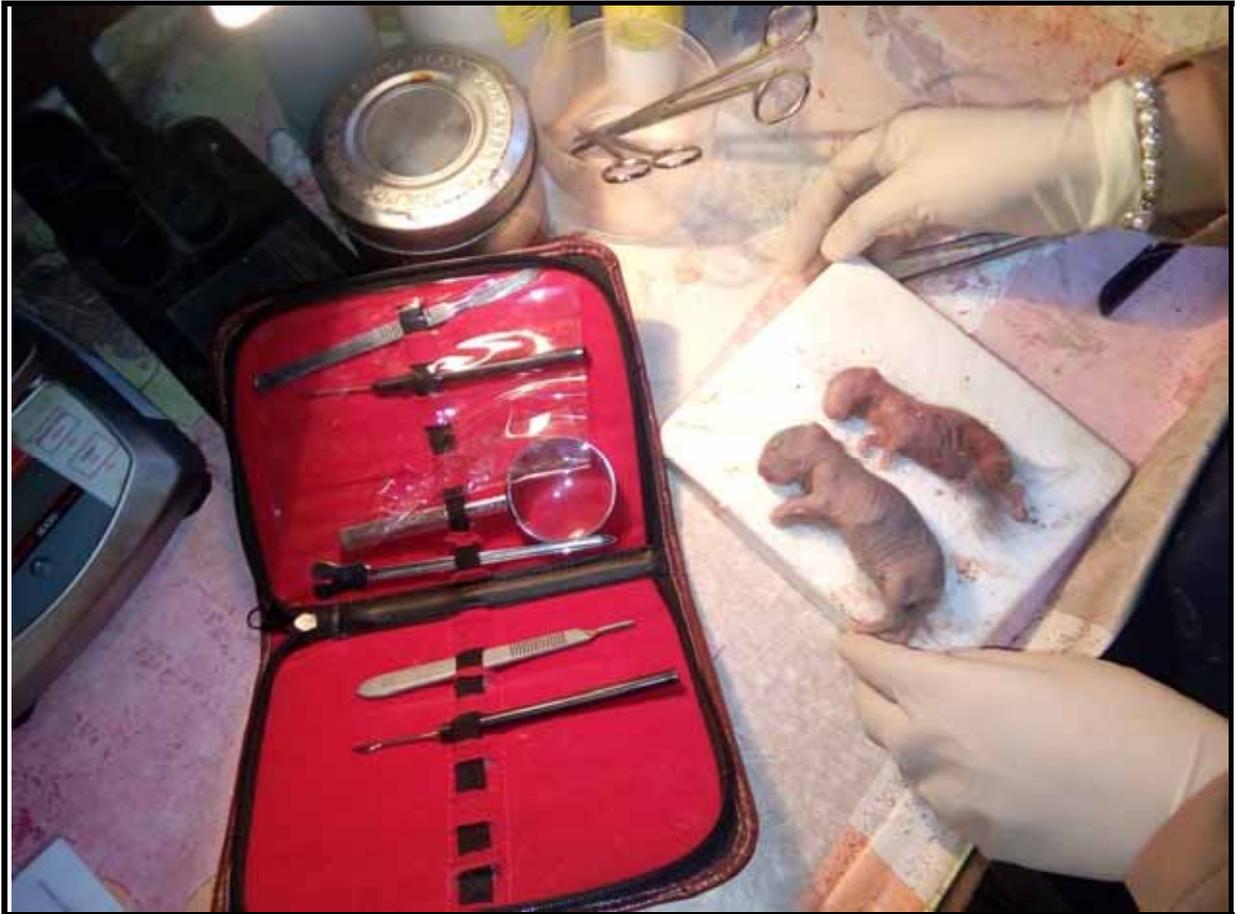
Le contrôle zootechnique des performances de reproduction a été effectué sur 2 parités (primipares et multipares). Après chaque mise bas, plusieurs paramètres sont notés :

- **La taille de la portée des nés totaux :** le nombre total de lapereaux retrouvés dans la boîte à nid le jour de la mise bas.
- **La taille de la portée des nés vivants :** le nombre de lapereaux retrouvés vivants le jour de la mise bas. **(Figure 12)**



**Figure 12** : le nombre de lapereaux retrouvés vivants le jour de la mise bas

- **Le taux de mortinatalité** : le nombre de lapereaux morts le jour de la mise bas sur le nombre des nés totaux. (**Figure 13**)



**Figure 13** : le nombre de lapereaux morts le jour de la mise bas

#### **I.8. Mesure de la production laitière :**

Au début de la période de lactation, l'estimation de la production laitière a été faite à partir de la pesée des mères avant et après tétée, selon la méthode décrite par Lebas et Zerrouki (2011). **(Figure 14).**

Cette mesure de lactation a été faite de la mise bas au 21<sup>ème</sup> de la lactation. La balance utilisée durant toute l'expérimentation a une capacité de 6 kg et une sensibilité de  $\pm 2$  g.



**Figure 14** : la pesée des mères avant et après tétée

**IV. Résultats :**

**IV.1. Performances zootechniques de reproduction :**

Les résultats des performances zootechniques chez les lapines de la souche synthétique sont présentés dans le **tableau 04**. Le poids des femelles à la mise bas est de  $3323 \pm 543$  g.

La taille de la portée moyenne à la naissance est 8,25 nés totaux et 7,63 nés vivants. Elle comparable à celle enregistrée par plusieurs auteurs sur la même souche (Zerrouki *et al.*, 2014 ; ChibahBouziad ; Zerrouiki-Daouad, 2015) et à celle des lapines de la souche synthétique APRI issues d'un croisement entre la V ligne espagnole et EgyptianRedBaladi (Abou Khadija *et al.*, 2012). Cependant, elle est inférieure à celle obtenue sur des lignées françaises et espagnoles, en moyenne 10 lapereaux par portée (Perrier *et al.*, 2000 ; Ragab *et al.*, 2012 ; Theau-Clément *et al.*, 2012).

La mortinatalité et le pourcentage de lapereaux morts nés sont respectivement 0,61 lapereau et 7,37 %. Dans nos conditions expérimentales, le taux moyen de mortinatalité est faible comparé à celui observé sur des femelles de même origine génétique, en moyenne 11% (Zerrouki *et al.*, 2014), et celui noté sur la souche synthétique APRI par Abou Khadidja *et al.*, (2012), en moyenne 10%. Cependant, il est similaire à celui enregistré dans les élevages rationnels français avec un pourcentage avoisinant 7% (Coulelet, 2013).

**Tableau 04 :** Taille de la portée chez les femelles de la souche synthétique mesurée au cours des 3 premières parités (moyenne±écart-type).

Traits	Moyenne	Ecart-type
Poids à la mise bas, g	3323,06	543,90
Nés totaux, nb	8,25	2,84
Nés vivants, nb	7,63	2,92
Mortinatalité, nb	0,61	1,26
Mortinatalité, %	7,37	15,81

nb : nombre.

**IV.2. Mesure de la lactation :**

**IV.2.1. La production moyenne des lapines :**

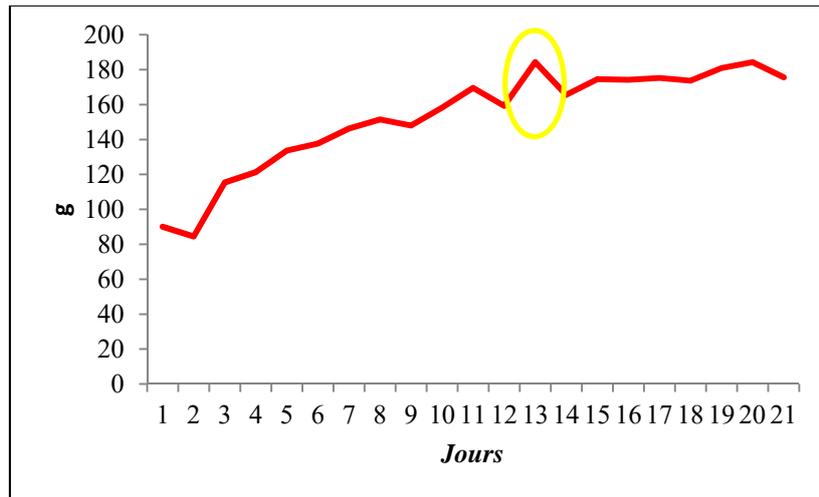
La production laitière moyenne des lapines de la souche synthétique est présentée dans le tableau. Dans les conditions de ce travail, la production laitière moyenne et totale durant les 21 jours de la lactation étaient respectivement de 152 et 3100 g. Elle présente une grande variabilité avec un minima de 68g et un maxima de 218g. Nos résultats sont supérieurs à ceux notés par Zerrouki *et al.* (2005) pour les lapines de population locale (2 180 g), de même pour la population blanche décrite par Zerrouki *et al.* (2012). Ils sont également supérieurs à ceux présentés par Khalil (1998) sur les femelles BaladiRed (2 150 g), Baladi Black (2 180 g) et Giza White (2 640 g). Ils sont proches des résultats de Kenfack *et al.* (2015) qui sont de 2 898 g sur la lapine locale camerounaise d'un poids de 3,4 kg. Toutefois, ils sont faibles comparés aux résultats obtenus sur les lapines croisées de la souche INRA (Fortun-Lamothe et Sabater, 2003).

**Tableau 05 :** La production laitière moyenne des lapines de la souche synthétique.

	<b>Moyenne</b>	<b>Total</b>	<b>Écart-type</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>
<b>Production du lait, g</b>	152,55	3100	35,57	68,33	218,95

**IV.2.2. Evolution de la production laitière :**

L'évolution quantitative de la production laitière au cours de la période de lactation est présentée dans la **figure15**. La production laitière des lapines de la souche synthétique augmente graduellement durant les trois semaines de lactation. Il est à signaler qu'un pic de lactation est observé à environs 13 à 14 jours. Nos résultats sont en accord avec ceux de plusieurs auteurs (Maertens et al 2006 ; Zerrouki *et al.*, 2005).



**Figure 15** : La courbe de lactation chez les lapines de souche synthétique.

*A la lumière des résultats obtenus dans cette étude nous pouvons conclure que :*

La taille de la portée moyenne à la naissance est 8,25 nés totaux et 7,63 nés vivants. Elle est tantôt similaire tantôt différente par rapports aux données de la littérature sur les lapins de différentes origines génétiques. En revanche, elle supérieure à celle enregistrée chez les lapines de population locale algérienne indiquant une nette amélioration de celle-ci.

La mortinatalité et le pourcentage de lapereaux morts nés sont respectivement 0,61 lapereau et 7,37 %. Cette mortalité est faible comparée à celle noté dans la littérature par différents auteurs. De tel résultat pourrait être lié aux meilleures conditions d'élevage.

Par ailleurs, la production laitière des lapines de souche synthétique est considérée comme satisfaisante comparée à celle des lapines de plusieurs génotypes, et notamment à celle des lapines de population locale algérienne. De tel résultat montre une nette amélioration de la production laitière chez les lapines de souche synthétique à l'issu du croisement entre les lapins de population locale et les lapins de la souche INRA2666.

**Abou Khadiga, G., Youssef, Y.M.K., and Baselga, M.**, “Characterization of reproductive performance of the APRI line of rabbits”, 10<sup>th</sup> World Rabbit Congress, Sharm El- Sheikh – Egypt, (September 3 - 6), (2012), 743 - 747.

**Belabbas R., García M.L., AinBaziz H., Berbar A., Zitouni G., Lafri M., Bouzouan M., Merrouche R., Ismail D., Boumahdi Z., Benali N., Argente M.J., 2016.** Ovulation rate and early embryonic survival rate in female rabbits of a synthetic line and a local Algerian population. *World Rabbit Science*, 2016, 24, doi:10.4995/wrs.2016.

**Bidanel, J.P.**, “Comment exploiter la variabilité génétique entre races : du croisement simple à la souche synthétique”, *INRA Prod. Anim.*, hors-série " Eléments de génétique quantitative et application aux populations animales", (1992), 249 - 254.

**Bolet G., Zerrouki N., Gacem M., Brun J.M., Lebas F. 2012.** Genetic parameters and trends for litter and growth traits in a synthetic line of rabbits created in Algeria. [Paramètres génétiques et évolution des performances des portées et les caractères de croissance dans une lignée synthétique de lapins créée en Algérie]. *Proceedings 10th World Rabbit Congress - September 3 - 6, 2012- Sharm El-Sheikh - Egypt*, 195 – 19

**Bonanno A., Mazza F., Di Grigoli A., Alicata M.L. 2004.** Effect of restricted feeding during rearing, combined with a delayed first insemination, on reproductive activity of rabbit does. *8Th Wold Rabbit Congress. Puebla Mexico* 224

**Boucher S., Martin K., Le Bourhis C., Simonneau V., Ripoll P.J. 2007.** Evolution de la composition chimique du lait d’une souche de lapines de laboratoire au cours d’une lactation.

**Brisken C., O'Malley B. 2010.** Hormone action in the mammary gland. *Cold Spring Harb Perspect Biol* 2, a003178.

**Brun J.M., Lebas F. 1994.** Etude préliminaire des interactions entre l’origine paternelle et le régime alimentaire des lapines sur leurs performances de reproduction. *5ème Journées de la Recherche Cunicole*. La Rochelle. 6-7 Dec.1994. Vol.1, 104-195.

**Brun J.M., Ouhayoun J.1990.** Variabilité génétique et effet de la sélection dans le croisement de trois souches de lapin. Caractères de croissance et qualité bouchère. *5ème Journées de la Recherche Cunicole*, Paris, communication n°4

**Brun, J.M. 1992.** Les bases de la génétique quantitative : Définition et mesure des paramètres du croisement. *INRA Productions Animales, Hors série, Génétique Quantitative*, 101-105.

**Brun, J.M. et Baselga, M.**, “Analysis of reproductive performances during the formation of a rabbit synthetic strain”, Proceedings of 8<sup>th</sup> World Rabbit Congress, Puebla, Mexico, 7-10 September, (2004), 32 - 37.

**Brun, J.M., Bolet, G., Theau-Clément, M., Esparbié, J., Falières, J. 1999.** Constitution d’une souche synthétique de lapins INRA : 1. Evolution des caractères de reproduction et du poids des lapines dans les premières générations 8<sup>èmes</sup> Journées de la Recherche Cunicole, Paris, France, 9-10 Juin 1999, 123-126.

**Calvert D. T., Knight, C. H. 1982.** Rate of milk secretion during the long suckling interval in the rabbit. *J. Physiol.*, 334, 65-66.

**Calvert D.T., Knight C.H. Peaker M. 1985.** Milk accumulation and secretion in the rabbit. *Q J Exp Physiol* 70, 357-63.

**Casado C., Piquer O., Cervera C., Pascual J.J. 2006.** Modelling the lactation curve of rabbit does: Towards a model including fit suitability and biological interpretation. *Livestock Prod. Sci.*, 99, 39-49.

**Chavatte-Palmer P., Laigre P., Simonoff E., Challah M., Chesné P., Renard J.P. 2005.** Caractérisation de la croissance foetale in utéro par échographie chez la lapine. 11<sup>èmes</sup> journées de la Recherche Cunicole, Paris, France, 29-30 Novembre 2005, 83-86.

**Cheeke P.R. 1987.** Rabbit feeding and nutrition. *Academic Press Inc.ed., Orlando USA*, 376 pp.

**Cheeke P.R., Patton N.M., Diwyanto K. , Lasmimni A., Nurhadi A., Prawirodigdo S. Sudaryanto B. 1984.** The effect of high vitamin A levels on reproductive performance of female rabbits. *J. Appl. Rabbit Res.*, 7, 135-140.

**Chibah-Ait Bouziad, K., et Zerrouki-Daoudi, N.,** “Effets de la taille de portée à la naissance et du nombre de lapereaux allaités sur les aptitudes laitières des lapines de deux génotypes et sur la croissance des lapereaux avant sevrage”, *Livestock Research for Rural Development*, V.27, n°11, 2015.

**Coutelet G.,** “Résultats technico-économiques des éleveurs de lapins de chair en France en 2012”, 15<sup>ème</sup> Journées de la Recherche Cunicole, Le Mans, (19-20 Novembre), (2013), 63-77.

**Delouis C., Houdebine L.M. & Richard P. 2001.** La lactation. La Reproduction chez les Mammifères et l’Homme. Thibault C, Levasseur MC, Ellipses-INRA Editions. 580-610.

**Fleischhauer H., Schlolaut W., Lange K. 1985.** Influence of number of teats on rearing performance of rabbits. *J. Appl. Rabbit Res.*, 8, 174-176.

**Fortun L. 1994.** Effets de la lactation sur la mortalité et la croissance foetale chez la lapine primipare. Thèse de doct. Ing. Univ de Rennes 1. Scien Biolog. 1994.

**Fortun-Lamothe L et Sabater F 2003** Estimation de la production laitière des lapines à partir de la croissance des lapereaux. 10<sup>èmes</sup> Journées de la Recherche Cunicole, INRA-ITAVI, Paris, France, 19-20 novembre 2003, 69-72.

**Fortun-Lamothe L, Sabater F. 2003.** Estimation de la production laitière des lapines à partir de la croissance des lapereaux. 10<sup>èmes</sup> Journées de la Recherche Cunicole, INRA- ITAVI, Paris, France, 19-20 novembre 2003,69-72.

**Fortun-Lamothe L. 1998.** Effets de la lactation, du bilan énergétique et du rythme de reproduction sur les performances de reproduction chez la lapine primipare. *7<sup>èmes</sup> Journées de la Recherche Cunicole*, Lyon, 257-260.

**Fortun-Lamothe L., Bolet G. 1995.** Les effets de la lactation sur les performances de reproduction chez la lapine. *INRA Productions Animales*, 1995, 8(1), 49 – 56.

**Gacem M., Zerrouki N., Lebas F., Bolet G. 2008.** Strategy for developing rabbit meat production in Algeria: creation and selection of a synthetic strain. *9th World Rabbit Congress - June 10-13, 2008 - Verona - Italy*, 85- 89

**Gacem, M., Bolet, G. 2005.** Création d'une lignée issue du croisement entre une population locale et une souche européenne pour améliorer la production cunicole en Algérie. *11<sup>èmes</sup> Journées la Recherche Cunicole, Paris, France, 29-30 Novembre 2005*, 11-14.

**Gacem, M., et Bolet, G.,** “Création d’une lignée issue du croisement entre une population locale et une souche européenne”, 11<sup>èmes</sup> Journées de le Recherche Cunicole, Paris, France, (29-30 Novembre), (2005), 15-18.

**Garcia-Dalmán C., Gonzalez-Mariscal G. 2012.** Major role of suckling stimulation for inhibition of estrous behaviors in lactating rabbits: Acute and chronic effects. *Hormones and behaviour*, 61, 108-113.

**Hayden T.J., Thomas C.R., Forsyth I. A. 1979.** Effect of number of young born (litter size) on milk yield of goats: role for placental lactogen. *Journal of dairy science*, 62, 53-57.

- Houdebine L.M.** 2007. Biologie de lactation. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Gynécologie/Obstétrique,5-008-A-30,2007.
- Johnson M.H., Everitt B.J.** 2002. Reproduction De Broeck University. pp 297.
- Kenfack A., Vemo B. N., Ngoula F., Fonteh A. F., Kegne C. J., Astride-Magnimeza T. M., Tchoumboué J.** 2015. Caractéristiques de la production laitière chez la lapine locale camerounaise (*Oryctolagus cuniculus*). Livestock Research for Rural Development.27 (7), article#121.
- Lebas F.** 1969. Alimentation lactée et croissance pondérale du lapin avant sevrage.
- Lebas F.** 1977. Alimentazione delle riproduttrici. Coniglicoltura, 14(12) ,11-16.
- Lebas F.** 1980. Les recherches sur l'Alimentation du lapin: Evolution au cours des 20 dernières années et perspectives d'avenir. Mémoire 2ème Congrès Mondial de Cuniculture Barcelone.
- Lebas F.** 1983. Base physiologiques du besoin protéique des lapins. Analyse critique des recommandations.
- Lebas F.** 1989. Besoins nutritionnels des lapins. Revue bibliographique et perspectives. Cuni-Sciences.
- Lebas F.** 1991. Alimentation pratique du lapin en engraissement. Cuniculture n°102,18 (6) ,273-281.
- Lebas F.** 2000. Capítulo I Biología. In Enfermedades del Conejo. Tomo I Generalidades (Edit Rosell, J.M.)
- Lebas** 2002. Biologie du lapin. <http://www.cuniculture.info>.
- Lebas, F.** 2004. Recommandations pour la composition d'aliments destinés à des lapins en production intensive. Cuniculture Magazine, Vol 31,2.
- Lebas F., Jouglar J.Y.** 1984. Apport alimentaire de calcium et de phosphore chez la lapine reproductrice. 3rd World Rabbit Congress. ROMA 1984.
- Lebas F., Marrionet D., & Henaff R.** 1991. La production du lapin. AFC Editions, Paris.
- In: Martinet J, Houdebine LM (Eds),** Biologie de la lactation, INRA-INSERM, Paris, 1993.
- Nitt, J. I., Lukefahr, S. D.** 1990. Effects of breed, parity, day of lactation and number of kits on milk production of rabbits. Journal of Animal Science, 68, 1505-1512.
- Mohamed M.M.A., Szendrö Zs.** 1992. Studies on nursing and milk production of does and milk intake and suckling behaviour of their kits. J. Appl. Rabbit Res., 15, 708-716.
- Montessuy S., Ferchaud N., Mousset J-L., Reys S.** 2005. Effets d'une stratégie alimentaire associant deux aliments énergétiques sur les performances des lapines et de leurs portées. 11èmes Journées de la Recherche Cunicole, 29-30 novembre 2005, Paris

- Partridge G.G., Allan S.J. 1982.** The effects of different intakes of crude protein on nitrogen utilization in the pregnant and lactating rabbit. *Anim Prod.*, 35, 145-155.
- Partridge G.G., Daniels Y., Fordyce R.A. 1986.** The effect of energy intake during pregnancy in doe rabbits on pup birth weight, milk output and maternal body composition change in the ensuing lactation. *J. Agric. Sci.* 107, 697-708.
- Pascual J.J., Sebastian A., I., Cervera C., Blas E., Fernández-Carmona J. 1998.** Effets de la substitution de l'orge par de l'huile de soja sur les performances des lapines allaitantes : premiers résultats Proc. 7èmes Journ. Rech. Cunicole, Lyon, France, ITAVIEd., Paris.
- Rödel H.G., Prager G., Stefanski V., von Holst D., Hudson R., 2008.** Separating maternal and litter size effects on early postnatal growth in two species of altricial mammals. *Physiol. Behav.*, doi:10.1016/j.physbeh.2007.11.047.
- Rommers J. M., Kemp B., Meijerhof R., Noordhuizen J. P. T. M. 2001.** The effect of litter size before weaning on subsequent body development, feed intake, and reproductive performance of young rabbit does. *J. Anim. Sci.* 79:1973-1982.
- Saleil G., Goby J. P., Richard F., Bohec V. 1998.** Influence des conditions climatiques sur la reproduction du lapin élevé en plein-air. 7èmes journées de la Recherche Cunicole, France, Lyon.
- Kenfack A, Vemo B N, Ngoula F, Fonteh A F, Kegne C J, Astride Magnimeza T M et Tchoumboué J 2015** Caractéristiques de la production laitière chez la lapine locale camerounaise (*Oryctolagus cuniculus*). *Livestock Research for Rural Development.* 27 (7), article #121.
- Khali M H 1998** Model for description of rabbit genetic resources in Mediterranean countries. Application to the Egyptian breeds Giza White and Baladi. Mediterranean rabbit working group, 41p.
- Lebas F., Zerrouki N. 2011.** Méthodes de mesure de la production laitière chez la lapine. 14èmes Journées de la Recherche Cunicole, 22-23 novembre 2011, Le Mans, 53-55.
- Lefevre, B., Moret, B. 1978.** Influence d'une modification brutale de l'environnement sur l'apparition de l'oestrus chez les lapines nullipares. *Annales de Biologie Animale biophysique Biochimie*, 18(3), 695-698.
- Lukefahr S., Hohenboken W.D Cheeke P.R., Patton N.M. 1981.** Milk production and litter growth traits in straightbred and crossbred rabbits. *Journal of Applied Rabbit Research* 4, 35-40.

- Lukefahr S., Hohenboken W.D., Cheeke P.R., Patton N.M. 1983.** Characterization of straightbred and crossbred rabbits for milk production and associative traits. *J. Anim. Sci.*, 57, 1100-1107.
- Luzi F., Barbieri S., Lazzaroui C., Cavani C., Zecchini M., Crimella C. 2001.** Effets de l'addition de propylène glycol dans l'eau de boisson sur les performances de reproduction des lapines. *World Rabbit Science*, Vol1 (9), 15-18.
- Maertens, L., Okerman, F. 1987.** Elevage: Reproduction, croissance et qualité de carcasse. Influence de la méthode d'élevage sur les performances des jeunes lapines. *Revue de l'Agriculture* n°5, Septembre-Octobre 1987, Vol 40, 1171-1183.
- Maertens, L. 1998.** Effect of flushing, mother litter separation and PMSG on the fertility of lactating does and the performances of their litter. *World Rabbit Science*, Vol 6 (1), 185-190.
- Martinet J. & Houdebine LM. 2006.** Glande mammaire, mammogénèse, facteurs de croissance, lactogénèse.
- Maertens L., Lebas F., Szendro Zs., 2006.** Rabbit milk : A review of quantity, quality, and non dietary factors. *World Rabbit Science*, 14, 205-30.
- Moulla, F., et Yakhlef, H.,** "Evaluation des performances de reproduction d'une population locale de lapins en Algérie", 12<sup>èmes</sup> Journées de la Recherche Cunicole, 27-28 novembre, Le Mans, France, (2007), 45 - 48.
- Perrier, G., Theau-Clément, M., Jouanno, M., and Drouet, J.P.** "Reduction of the GnRH dose and inseminated rabbit doe reproductive performance", 7<sup>th</sup> World Rabbit Congress, Valencia, Spain, V.A(4-7 July), (2010), 225-230.
- Ragab, M., Lavara R., Vicente J.S., Mínguez C., and Baselga, M.,** "Effect of lactation stage on litter size components in rabbits", 10<sup>th</sup> World Rabbit Congress, Sharm El-Sheikh, Egypt, (2012), (September 3 - 6), 373 – 377.
- Szendrő Zs., Holdas S., 1984.** Relationship between the number of mammary glands and the production of female rabbits. In *Proc.: 3th World Rabbit Congr., Rome*, Vol. II, 141-148.
- Szendrő Zs., Papp Z., Kustos K., 1999.** Effect of environmental temperature and restricted feeding on production of rabbit does. In *Proc.: 2nd Int. Conf. on Rabbit Production in Hot Climates*. In: *Cahiers Options Méditerranéennes*, 41, 11-17
- Szendrő Zs., Matics Zs., Brecchia G., Theau-Clément M., Nagy Z., Princz Z., Birónémeth E., Radnai I., Nagy I. 2010.** Milk Production of PseudoPregnant Multiparous does. *World Rabbit Sci.* 2010, 18: 77 – 82.
- Theau-Clément, M., Poujardieu, B., Bellereaud, J. 1990.** Influence des traitements

lumineux, mode de reproduction et états physiologiques sur la productivité de lapines multipares. 5èmes Journées de la Recherche Cunicole, Paris, France, 12-13 Décembre 1990, Tome 1, Com.7, 1-9. 421.

**Xiccato, G., Parigi Bini R., Cinetto M., Dalle Zotte A. 1992.** The influence of feeding and protein levels on energy and protein utilisation by rabbit does. *J. Appl. Rabbit Res.*15:965-972.

**Theau-Clément, M., Weissman, D., Davoust, C., Galliot, P., Souchet, C., Bignon L., and Fortun-Lamothe, L.,** “Productivity and body composition of rabbit does subjected to three breeding systems”, 10<sup>th</sup> World Rabbit Congress, Sharm El-Sheikh, Egypt, (September 3 - 6), (2012), 401 - 405.

**Xiccato G., Parigi-Bini R., Dalle Zotte A., Carazollo A., Cossu M. E. 1995.** Effect of dietary energy level, addition of fat and physiological state on performance and energy balance of lactating and pregnant rabbit does. *Anim. Sci.* 61:387-398.

**Xiccato G. 1993 in Xiccato G. 1996.** Nutrition of lactating does. Proceedings of 6th World Rabbit Congress, Toulouse, France.

**Xiccato G. 1996.** Nutrition of lactating does. Proceedings of 6th World Rabbit Congress, Toulouse, France.

**Xiccato G., Trocino A., Queaque P.I., Sartori A. 2001.** Effect of weaning age and parity order on reproductive performance and body balance of rabbit does. 2nd meeting of workgroups 3 and 4. COST Action 848.29-30 June 2001, Godollo, Hungary, 54-55.

**Xiccato G., Trocino A., Sartori A., Queaque P.I., 2004.** Effect of parity order and litter weaning age on the performance and body energy balance of rabbit does. *Livest. Prod. Sci.*, 85, 239-251.

**Youssef, Y.K., Iraqi, M.M., El-Raffa, A.M., Afifi, E.A., Khalil, M.H., García, M.L., and Baselga, M.,** “A joint project to synthesize new lines of rabbits in Egypt and Saudi Arabia: emphasis for results and prospects”, Proceedings of 9<sup>th</sup> World Rabbit Congress, Verona, Italy, 10-13 June, (2008), 1637 - 1642.

**Zerrouki N, Chibah K, Amroun T and Lebas F 2012** Effect of the average kits birth weight and of the number of born alive per litter on the milk production of Algerian white population rabbit does. 10<sup>th</sup> World Rabbit Congress – September 3 - 6, 2012 –Sharm El-Sheikh – Egypt, 351- 355.

**Zerrouki N., Lebas F., Berchiche M., Bolet G. 2002.** Study of the milk production capacity of an Algerian local rabbit population raised in the Tizi-Ouzou area (Kabylia). 3rd Scientific

conference of rabbit production in hot climates. Hurghada, Egypt , 8-11 October 2002.

**Zerrouki N., Lebas F. 2004.** Evaluation of milk production of an algerian local rabbit population raised in the Tizi-Ouzou area (Kabylia). Proc 8th World Rabbit Congress, Puebla Mexico, 378-384

**Zerrouki N., Lebas F., Berchiche M., Bolet G. 2005.** Evaluation of milk production of an Algerian local rabbit population raised in the Tizi-Ouzou area (Kabylia). World Rabbit Sci. 13 (1), 39-47.

**Zerrouki N., Hannachi R., Lebas F., Saudi A., 2007.** Productivité des lapines d'une souche banche de la région de Tizi-Ouzou en Algérie. 12èmes Journées de la Recherche Cunicole, 27-28 novembre 2007, Le Mans, 148-152.

**Zerrouki N., Lebas F., Davoust C., Corrent E. 2008.** Effect of mineral blocks addition on fattening rabbit performance. 9th World Rabbit Congress - June 10-13, 2008 - Verona - Italy, 853-857.

**Zerrouki N., Lebas F., Gacem M., Meftah I., Bolet G., 2014.** Reproduction performances of a synthetic rabbit line and rabbits of local populations in Algeria, in 2 breeding locations. World Rabbit Science, 22 (4) 269-278.

**Zerrouki, N., Bolet G., Berchiche, M., and Lebas, F.,** “Evaluation of breeding performance of local Algerian rabbit population raised in the Tizi-Ouzou area (Kabylia)”, World Rabbit Science, V.13, (2005), 29 - 37.

**Zerrouki, N., Lebas, F., Gacem, M., Meftah, I., and Bolet, G.,** “Reproduction performances of a synthetic rabbit line and rabbits of local populations in Algeria, in 2 breeding locations”, World Rabbit Science, V.22, (2014), 269 - 278.