



Institut des Sciences  
Vétérinaires- Blida

Université Saad  
Dahlab-Blida 1-



Projet de fin d'études en vue de l'obtention du  
**Diplôme de Docteur Vétérinaire**

**Étude des performances zootechniques de reproduction et du  
développement embryonnaire précoce chez les lapines de souche  
synthétique**

Présentés par :

**Bouda Othmane et Hadri Adlane**

Soutenu : Juin 2017

Devant le jury :

<b>Président(e) :</b>	Bettaher S.	MAA	ISV, Blida
<b>Examineur :</b>	Feknous N.	MAA	ISV, Blida
<b>Promoteur :</b>	Belabbas R.	MCB	ISV, Blida
<b>Co-promoteur :</b>	Ezzeroug R.	MAB	ISV, Blida

**Année : 2016/2017**

Je dédie ce mémoire à :

Mes parents,

Ma mère, qui a œuvré pour ma réussite, de par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie, reçois à travers ce travail aussi modeste soit-il, l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude.

A la mémoire de mon Père, aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour vous. Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être. Ce travail est le fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation.

Mon frère Omer et ma sœur qui n'ont cessé d'être pour moi des exemples de persévérance, de courage et de générosité.

A mon grand-père Tahraoui Ahmad pour tous son soutien, ma grand-mère, mes oncles Fethi, Billel et ma tante Amina.

A mes chères ami(e)s : Sahlioucef, Aliouatyoucef, Djedour Youcef, Elrobrini Abderrahim, Chimounibouchra.

A mes deux chats Ivan et Ringo.

HadriAdlen

Ce travail, et bien au-delà, je le dois à mes très chers parents qui m'ont fourni au quotidien un soutien et une confiance sans faille et de ce fait, je ne saurais exprimer ma gratitude seulement par des mots. Que dieu vous protège et vous garde pour nous.

Mes frères et sœur qui n'ont cessé d'être pour moi des exemples de persévérance, de courage et de générosité.

A tous mes amis avec lesquels j'ai partagé mes moments de joie et bonheur surtout AdlenHadri, et RafikOuargli, Youcef Sahli, El RobriniAbderrahim et Djeddour Youcef. Que toute personne m'ayant aidé de près ou de loin, trouve ici l'expression de ma reconnaissance.

Othmane B.

## **Remerciements**

---

En guise de reconnaissance, je tiens à témoigner mes sincères remerciements à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail. Nous tenons à remercier le jury de ce mémoire :

**Dr Bettaher Samia**, Maître Assistante A à l'Institut des Sciences Vétérinaires, Université de Blida 1 de nous avoir fait l'honneur d'accepter la présidence du jury de ce mémoire. Hommages respectueux.

**Dr Feknous Nawal**, Maître Assistant B à l'Institut des Sciences Vétérinaires de l'Université de Blida 1 pour l'honneur qu'elle nous a fait en acceptant d'être membre de jury. Hommages respectueux.

**Dr Belabbas Rafik**, Maître de Conférences B à l'Institut des Sciences Vétérinaires de l'Université de Blida 1 pour avoir accepté de diriger ce travail et assurer notre encadrement, pour sa patience, pour tout le temps qu'il nous a consacré, pour la qualité de son suivi durant toute la période de ce travail, pour son souci du détail et pour toutes ces qualités que je ne pourrais pas toutes les citer et qui ne peuvent que susciter notre grande estime et profond respect.

**Dr Ezzeroug Rym**, Maître Assistant B à l'Institut des Sciences Vétérinaires de l'Université de Blida 1 pour avoir accepté de codiriger ce travail, pour le soutien, les conseils avisés et l'attention apportée tout au long de sa réalisation. Je vous remercie infiniment.

Je remercie toute l'équipe de l'Institut des Techniques d'Élevage de Baba Ali pour nous avoir ouvert leur porte. Merci infiniment.

Je tiens particulièrement à remercier **Chirane Manel**, Ingénieur au laboratoire d'analyses fourragères à l'École Nationale Supérieure Vétérinaire d'Alger pour son aide dans l'analyse de l'aliment.

A nos très chères amis et collègues **Ouargli Mohamed Rafiket Kais Sabrina** pour leur soutien précieux.

Enfin, je voudrais remercier toutes les personnes qui ont contribué de loin ou de près à la réalisation de ce travail.

L'objectif de notre travail est d'étudier la taille de la portée et ses facteurs de variation ainsi que le développement embryonnaire précoce (48h et 72h *post coïtum*) chez les lapines de la souche synthétique. Au total, 67 femelles nullipares ont été utilisées pour l'étude des performances zootechniques et 40 femelles multipares, pour l'étude du développement embryonnaire précoce. Les performances zootechniques ont été mesurées sur 6 parités et durant la période allant de Juin 2015 au mois de Mai 2016. Les femelles utilisées pour l'étude du développement embryonnaire ont été saillies puis sacrifiées à 48h ou 72h *post coïtum*. Le taux d'ovulation et le nombre total d'embryons collectés étaient respectivement 13 corps jaunes et 11 embryons. Le pourcentage d'embryons normaux, le taux de fertilisation et la survie embryonnaire précoce étaient de 85, 87 et 75% respectivement. Le développement embryonnaire précoce chez les femelles de la souche synthétique à 48h ou à 72h, était tardif. Par ailleurs, la taille de la portée à la naissance était de 8,8 lapereaux dont 7,8 et 0,96 lapereaux vivants et morts respectivement. La mortinatalité était de 12%, tandis que celle notée entre la naissance et le sevrage, était de 23%. Enfin, le nombre de lapereaux sevrés par portée est de 6,07. En conclusion, les lapines de la souche synthétique ont présenté des performances zootechniques tout à fait comparables à celles retrouvées dans la littérature, cependant, le développement embryonnaire précoce évalué à 48h ou 72h, était tardif.

**Mots clefs** : croisement, souche synthétique, prolificité, développement embryonnaire.

The objective of this work is to study the litter size and its main factors of variation and the early embryo development (48h et 72h *post coïtum*) in the rabbit of synthetic line. In total, 67 nulliparous females were used for studying the zootechnical performances and 40 multiparous females for measuring the early embryo development. The zootechnical performances were measured on 6 parities and from June 2015 to May 2016. The females used for the study of the early embryo development were mated then sacrificed at 48h or 72h *post coïtum*. The ovulation rate and the total number of embryo collected were respectively 13 corpora lutea and 11 embryos. The percentage of normal embryos, fertilization rate and the early embryo survival were 85, 87 and 75% respectively. The early embryo development in rabbit of synthetic line at 48h or 72h were lesser advanced. Furthermore, the litter size at birth was 8.8 kids with 7.8 and 0.96 kids alive and dead respectively. The stillborn was 12%, but the mortality between birth and weaning was 23%. Finally, the number of kids weaned by litter is 6.07. In conclusion, rabbits of synthetic line presented a zootechnical performances in agreement with several studies, however, the early embryo development evaluated at 48h or 72h were lesser advanced in comparison with many strains and lines of rabbits.

**Key words:** cross breeding, synthetic line, litter size, embryo development.

إن الهدف من عملنا هذا هو دراسة حجم التكاثر و عوامل التغيرات التي تؤثر فيها, و ندرس أيضا التطور الجنيني المبكر (48 سا و 72 سا بعد التزاوج) عند سلالة الأرانب الاصطناعية. في المجموع, 67 أنثى عديمة التوالد استعملت لدراسة إمكانياتالتربية الحيوانية و 40 أنثى عديدة التوالد, لدراسة التطور الجنيني المبكر. إن كفاءة تربية الحيوانات قيست على 6 تكافؤات من جوان 2015 إلى ماي 2016. لقد تم تزاوج إناث الأرانب مع الذكور لدراسة التطور الجنيني المبكر ثم تمت تضحيتهم في 48 سا أو 72 سا بعد التزاوج. إن نسبة الاباضة و العدد الكلي للأجنة العادية قدرت ب 13 جسم أصفر و 11 جنين على التوالي. النسبة المئوية للأجنة العادية, نسبة الإلقاح و نجات الجنيني المبكر قدرت ب 85, 87 و 75 بالمائة على التوالي. التطور الجنيني المبكر عند سلالة الإناث الاصطناعية في 48 سا و 72 سا كان متأخرا. من جهة أخرى, كان حجم التكاثر عند الولادة 8,8 خرائق فيما بينهم 7,8 و 0,96 خرائق أحياء و أموات على التوالي. كانت ولادة الجنين ميت مقدره ب 12 بالمائة, أما التي سجلت بين الولادة و الرضاعة قدرت ب 23 بالمائة. أخيرا , قدر عدد الخرائق الرضعية حسب التكاثر ب 0,07. ففي الختام, قدمت سلالة الأرانب الاصطناعية إمكانيات التربية الحيوانية مشابهة تماما للتي نجدها في المؤلفات. لكن قيمة التطور الجنيني المبكر في 48 سا أو 72 سا كان متأخرا.

**الكلمات المفتاحية:** تهجين, السلالة الاصطناعية, التكاثر, التطور الجنيني.

Tableau N°		Page N°
<b>La partie bibliographique</b>		
<b>01</b>	Effet de la saison sur la taille de la portée.	<b>7</b>
<b>02</b>	Effet de la saison sur la prolificité de la lapine locale.	<b>7</b>
<b>03</b>	Le nombre d'ovocytes fertilisés au cours du <i>post partum</i> .	<b>10</b>
<b>Matériel et méthodes</b>		
<b>04</b>	La composition chimique de l'aliment utilisé dans l'expérimentation.	<b>15</b>
<b>05</b>	Les paramètres mesurés chez les lapines.	<b>22</b>
<b>06</b>	Les paramètres calculés chez les lapines.	<b>23</b>
<b>Résultats</b>		
<b>07</b>	Taille de la portée chez les femelles de la souche synthétique.	<b>24</b>
<b>08</b>	L'effet de la parité sur la taille de la portée.	<b>25</b>
<b>09</b>	L'effet de la lactation sur la taille de la portée.	<b>27</b>
<b>10</b>	L'effet de la saison sur la taille de la portée.	<b>28</b>
<b>11</b>	Développement embryonnaire précoce.	<b>30</b>



<b>Figures N°</b>		<b>Page N°</b>
<b><i>Matériel et méthodes</i></b>		
<b>01</b>	Ovaire à 72 heures <i>post coïtum</i>	<b>18</b>
<b>02</b>	Séparation des cornes utérines avant la récolte des embryons	<b>18</b>
<b>03</b>	Ovocyte ( <b>X10</b> )	<b>19</b>
<b>04</b>	Morula précoce ( <b>X10</b> )	<b>20</b>
<b>05</b>	Morula compactée ( <b>X10</b> )	<b>20</b>
<b>06</b>	Jeune blastocyste ( <b>X10</b> )	<b>21</b>
<b>07</b>	embryon anormal ( <b>X10</b> )	<b>21</b>
<b><i>Résultats</i></b>		
<b>08</b>	le pourcentage des embryons	<b>31</b>

**AFNOR** : Association Française de la Normalisation.

**CB** : Corps blanc.

**CJ** : Corps jaune (Stigma d'ovulation).

**CMV** : Complexe minéraux vitamines.

**FH** : Follicule hémorragique.

**JUT** : jonction utéro-tubaire.

**INRA** : Institut National de la Recherche Agronomique.

**ITELV** : Institut Techniques d'Élevage.

**M** : Mortinatalité.

**m<sup>2</sup>** : Mètre carré.

**m** : Mètre.

**NT** : Nés totaux.

**NV** : Nés vivant.

**OV** : Ovaire.

**ovi**: Oviducte.

**P** : Pavillon.

**1/3 CU** : le 1/3 de la corne utérine.

**Dédicaces**

**Remerciements**

**Résumé**

**Abstract**

**Liste des tableaux**

**Liste des figures**

**Liste des abréviations**

**Introduction**..... 1

**Partie bibliographique**

**Chapitre 1 : La prolificité et ses facteurs de variation**..... 3

I. La prolificité ..... 3

    I.1. La taille de la portée à la naissance ..... 3

    I.2. Le nombre de lapereaux nés vivants par portée ..... 4

    I.3. La mortalité..... 4

II. Les facteurs de variation de la prolificité ..... 4

    II.1. L'effet des composantes de l'état physiologique de la femelle..... 5

        II.1.1. La parité..... 5

        II.1.2. L'allaitement..... 5

        II.1.3. La réceptivité..... 5

    II.2. L'effet du rythme de reproduction..... 6

    II.3. Les facteurs de l'environnement..... 6

        II.3.1. La saison..... 7

        II.3.2. L'éclairage et la photopériode..... 7

    II.4. L'alimentation..... 8

**Chapitre II : Le taux de fertilisation et ses facteurs de variation** ..... 9

I. Le taux de fertilisation et ses facteurs de variation..... 9

    I.1. Le taux de fertilisation..... 9

    I.2. Les facteurs de variation..... 9

        I.2.1. L'effet du stade physiologique..... 9

            I.2.1.1. La réceptivité..... 10

            I.2.1.2. La lactation..... 10

            I.2.1.3. L'effet de la parité..... 11

I.2.2. Le génotype.....	11
I.2.3. La photopériode.....	11
I.2.4. Le milieu utérin.....	11
<b>Partie expérimentale</b>	
<b>I. Matériel et méthode.....</b>	<b>13</b>
I.1. Objectif.....	13
I.2. Lieu et durée de l'expérimentation.....	13
I.3. Le bâtiment d'élevage.....	13
I.4. Les animaux.....	14
I.5. L'alimentation.....	14
I.6. Le protocole expérimental.....	16
I.6.1. La saillie.....	17
I.6.2. Contrôle des performances de reproduction.....	17
I.6.3. Etude du développement embryonnaire précoce.....	17
I.6.3.1. Abattage des femelles.....	17
I.6.3.2. Taux d'ovulation et les caractéristiques des ovaires.....	18
I.6.3.3. Lavage des cornes utérines e récolte d'embryons.....	18
I.6.3.4. Identification et classification des embryons.....	19
I.6.4. Les paramètres mesurés et calculés.....	22
I.7. L'analyse statistique.....	23
<b>Résultats .....</b>	<b>24</b>
I.1. L'étude des performances de reproduction.....	24
I.1.1. La taille de la portée .....	24
I.1.2. Les facteurs de variation de la taille de la portée.....	26
I.1.2.1. L'effet de la parité.....	26
I.1.2.2. L'effet de la lactation.....	27
I.1.2.3. L'effet de la saison.....	28
I.2. L'étude du développement embryonnaire précoce.....	29
<b>Discussion .....</b>	<b>32</b>
<b>Conclusion.....</b>	<b>38</b>
<b>Références bibliographique.....</b>	<b>39</b>

En Algérie, le développement de la filière cunicole basée sur l'importation des souches hybrides a été mise 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. Cette situation s'est aggravée par l'érosion de la population locale, résultat du remplacement de celle-ci par les hybrides commerciaux utilisés en production intensive et les croisements avec des races importées.

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, notamment celle de Tizi-Ouzou ont mis en place des programmes de caractérisation de ces populations et de contrôle de leurs performances.

Le lapin de population locale Algérienne présente plusieurs phénotypes résultant des croisements intempestifs et parfois volontaristes avec des races étrangères introduites en Algérie, au cours des années soixante-dix, dans le cadre de projets de développement rural (Néo-zélandaise, Californienne, Fauve de Bourgogne, Géant des Flandres, Géant d'Espagne) et entre 1985 et 1989 (Hybrides commerciaux : Hyla et Hyplus). Sur le plan des performances, le lapin local est caractérisé par un poids adulte de 2,8 kg, qui le classe dans le groupe des races légères (Moumen *et al.*, 2016). Par ailleurs, d'autres 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. Il convenait donc de définir un programme d'amélioration génétique permettant d'augmenter ses faibles performances tout en conservant ses qualités d'adaptation (Moula et Yakhlef, 2007 ; Zerrouki *et al.*, 2005).

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 (Youcef *et al.*, 2008 ; Brun et Baselga, 2004). Ces souches, créées par croisement entre les lapins de population locale et des races ou souches étrangères (Brun et Baselga, 2004), montrent une production améliorée et une bonne adaptation au stress thermique (Gacem *et al.*, 2009). De plus, elles permettent d'exploiter la complémentarité entre les populations d'origine, tout en conservant la moitié de l'hétérosis.

Afin de développer la production de viande de 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'Institut Technique des Elevages (Gacem *et al.*, 2009). 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 la souche synthétique, indiquant une nette amélioration de celle-ci.

Chez les espèces polytoques, la taille de la portée est un phénomène complexe. Elle est liée à l'ovulation, à la fertilisation, au développement et à la survie embryonnaire et foétale (Blasco *et al.*, 1993). En général, le taux de fertilisation est élevé chez le lapin (Peiró *et al.*, 2014), de ce fait, il ne constitue pas un facteur limitant de la taille de la portée. Cependant, 30 à 40% des ovules libérés ne donnent pas de fœtus à terme, en raison des pertes embryonnaires ou fœtales observées au cours de la gestation (Santacreu *et al.*, 2005). Un tel constat pourrait suggérer que l'importante taille de la portée à la naissance, observée chez les lapines de souche synthétique, pourrait laisser suggérer que l'amélioration de la taille de la portée enregistrée chez ces dernières pourrait être liée à une modification dans le développement embryonnaire au cours des premiers stades de la gestation. L'objectif de cette étude est de mesurer, chez les lapines de population locale, la taille de la portée et ses facteurs de variation (l'effet de la parité, l'allaitement et la saison) ainsi que le développement embryonnaire précoce à 48h et 72h *postcoïtum*.

## **Chapitre 1 : La prolificité et ses facteurs de variation.**

### **I. La prolificité :**

La prolificité concerne la taille de la portée au différents moments (à la naissance, au sevrage et à l'abattage) (Garreau *et al.*, 2004). C'est le nombre de lapereaux nés vivants et nés totaux par parturition (Blocher et Francher, 1990). Elle résulte de plusieurs événements qui vont de la maturation des gamètes jusqu'à la naissance d'un nouveau-né : ovulation, fertilisation, développement embryonnaire et fœtal (Bidanel, 1998).

#### **I.1. La taille de la portée à la naissance :**

Elle se situe généralement entre 3 à 14 lapereaux et varie selon la race des lapines (Roustan, 1992). La population locale algérienne de lapin se caractérise par une prolificité relativement moyenne à la naissance 7,3 (Mazouzi *et al.*, 2012). Elle est similaire à celle notée chez les lapines de souche blanche (hybrides commerciaux importés entre 1985 et 1989) avec une valeur de l'ordre de 7,1 (Zerrouki *et al.*, 2007).

En revanche, elle est inférieure à celle enregistrée chez les lapines de la souche synthétique (dénommée Itelv 2006 ; issues d'un croisement entre femelles de population locale algérienne et les mâles de la souche INRA 2666) estimée à 8,7 lapereaux (Gacem et Bolet, 2005 ; Zerrouki *et al.*, 2014).

Toutefois, la prolificité de la population locale algérienne est inférieure à celle des races européennes notamment le Fauve de Bourgogne (Bolet, 2002a), le Géant d'Espagne (Lopez et Sierra, 2002) et le Gris de Carmagnola (Lazzaroni, 2002), estimée en moyenne à 8,8. Par ailleurs, les souches sélectionnées à l'exemple d'INRA 2066 (Bolet, 2002b) et Hyplus (Verdelhan *et al.*, 2005) se caractérisent par des prolificités encore supérieures avoisinant en moyenne 10,3 lapereaux.

### I.2. Le nombre de lapereaux nés vivants par portée :

Selon Zerrouki *et al.* (2014) les résultats obtenus en station expérimentale sur des lapines de population locale, montrent que sur une portée totale de 7,2 lapereaux, seul 6,1 naissent vivants. Chez la souche synthétique (Itelv 2006), le nombre de lapereaux vivants est nettement amélioré (+17%) (Zerrouki *et al.*, 2014).

### I.3. La mortalité :

La mortalité des lapereaux dépend de la qualité maternelle des lapines, de la taille de portée et du poids des lapereaux à la naissance (Rashwan et Maria, 2000).

Selon Berchiche et Zerrouki (2000), la mortalité chez les lapines de population locale est en moyenne élevée (12,8%) et pourrait être due à un comportement maternel déficient (mises bas sur le grillage, abandon des portées, cannibalisme) et aux mauvaises conditions d'ambiance (températures élevées durant l'été et basse en hiver).

Par ailleurs, l'effet de la saison sur la mortalité chez la population locale a été démontré par Belhadi (2004), qui montre un effet important de la saison sur ce caractère. La mortalité la plus élevée est observée en automne avec 19,7%, comparée à celle obtenue en période froide (hiver) qui est de 16,7%.

## II. Les facteurs de variation de la prolificité

L'héritabilité de la taille de portée est faible et varie entre 0,1 et 0,2 (Zimmerman et Cunningham, 1975 ; Baselga *et al.*, 1992), ces valeurs signifient que la taille de portée est influencée par de nombreux facteurs.



## **II.1. L'effet des composantes de l'état physiologique de la femelle :**

### **II.1.1. La parité :**

La taille de la portée de la lapine, durant sa première mise bas, est faible comparée à celle des parités suivantes (Afifi *et al.*,1988). La taille de portée la plus importante peut être enregistrée soit à la 2<sup>ème</sup> ou la 3<sup>ème</sup> parité (Van D *et al.*,1975) ou encore à la 3<sup>ème</sup> ou la 4<sup>ème</sup> parité (Roustan,1980), en suite elle diminue graduellement (Theau-Clément *et al.*,2012). Cette amélioration est probablement liée à un meilleur état corporel et à un milieu utérin favorable pendant le développement de la gestation (Rabia et Yacini, 1999).

### **II.1.2. L'allaitement :**

La lapine peut être fécondée juste après la mise bas et être simultanément gestante et allaitante. D'une manière générale, la lactation a un effet négatif sur les performances de reproduction à savoir, le pourcentage d'ovulation (-26%) et la viabilité foetale (-10%) (Fortun-Lamothe et Bolet,1995). Chez les femelles allaitantes, la mortalité prénatale augmente, ce qui engendre une taille de la portée faible à la naissance (Fortun *et al.*,1994). L'hyperprolactinémie et la faible progestéronémie, associées à un déficit énergétique engendré par la production laitière, semblent être les principaux facteurs à l'origine de la détérioration des performances chez les lapines gestantes et allaitantes en même temps (Rebollar *et al.*,2009). Ces effets sont plus importants chez les primipares, et seraient liés à la faible disponibilité des nutriments nécessaires pour assurer simultanément la production laitière, la croissance corporelle et la gestation (Castellini, 1995).

### **II.1.3. La réceptivité :**

Une lapine en œstrus prend une position de lordose avec une croupe relevée, tandis qu'une lapine en diœstrus tend à se blottir dans un angle de cage ou à devenir agressive vis-à-vis du mâle (Lebas, 1972). Le problème de la réceptivité ne se pose qu'en insémination artificielle, puisqu'en saillie naturelle, seules les femelles réceptives sont saillies. Rodriguez De Lara et Fellas (1999) montrent que les lapines réceptives ont une prolificité nettement meilleure que celle des lapines non réceptives au moment de l'insémination quelque soit le

rythme de reproduction. Les lapines non réceptives inséminées à J4 ou J10 *post partum*, ont une taille de portée plus faible que les femelles réceptives inséminées aux mêmes stades (Theau-Clément *et al.*, 1990).

### II.2. L'effet du rythme de reproduction :

Les résultats concernant l'effet du rythme de reproduction sur la taille de la portée, sont contradictoires. Plusieurs travaux montrent que le rythme de reproduction influence non seulement la prolificité mais plusieurs paramètres de reproduction. En effet, un rythme intensif (saillie le jour de la mise bas), augmente la production annuelle des lapereaux mais diminue la taille de la portée, le taux de fertilité et la durée de la vie reproductive des femelles. En revanche, le rythme semi-intensif (saillie à 12 jours *postpartum*) donne des résultats intermédiaires alors que le rythme extensif (saillie le jour de sevrage), améliore la prolificité, l'état corporel des femelles et la durée de leur vie reproductive (Fortun-Lamothe et Bolet, 1995).

Chez les lapines gestantes et allaitantes (saillies selon un rythme intensif ou semi-intensif), une compétition dans l'utilisation des nutriments s'observe entre l'utérus gravide et la glande mammaire au détriment de la croissance et du développement fœtal (Cervera *et al.*, 1993). Toutefois, le nombre de lapereaux nés totaux et des lapereaux nés vivants sont respectivement plus élevés en rythme semi-intensif comparé au rythme extensif (8,7 vs 7,7 nés totaux ; +1,3 nés vivants) (Prud'honet *et al.*, 1969).

### II.3. Les facteurs de l'environnement

Pour le même sexe et la même race, les performances de la lapine sont affectées par plusieurs facteurs liés à l'environnement comme la température ambiante, l'humidité relative, la photopériode et le niveau nutritionnel (Marai *et al.*, 1991).

### II.3.1. La saison :

L'effet de la saison sur la prolificité est significatif (**Tableau01**). En effet, Avreux (1988) rapporte que les meilleures tailles de la portée sont observées en hiver et en automne liées à des faibles températures, contrairement à l'été.

**Tableau01** : Effet de la saison sur la taille de la portée(Farghaly et El-Darwany, 1994).

Saisons	Nés totaux	Sevrés/portée
Hiver	7,50	5,40
Printemps	7,30	6,43
Eté	6,65	5,67
Automne	7,09	6,07

Chez la lapine de population locale, les meilleures tailles de portée à la naissance sont observées en automne et en hiver. Celles-ci diminuent significativement au printemps et atteignent le minimum en été. La prolificité au sevrage est supérieure en automne-hiver qu'au printemps-été (Aliane *et al.*,2002) (**Tableau02**).

**Tableau02** : Effet de la saison sur la prolificité de la lapine locale (Aliane *et al.*, 2002).

Saisons	Nés totaux	Née vivants	Sevrés/ portée
Hiver	7,0	6,7	5,5
Printemps	6,9	5,0	4,7
Eté	6,1	4,4	3,9
Automne	7,3	6,5	5,6

### II.3.2. L'éclairage et la photopériode :

Selon Avreux *et al.*, (1994), les lapines soumises à une durée d'éclairement de 16 h/J donnent un nombre de lapereaux plus élevé à naissance (+18 %) et au sevrage (+20%) par rapport à celles soumises à un éclairage naturel.

#### **II.4. L'alimentation :**

Chez tous les animaux, le niveau de production est conditionné par l'alimentation qui agit sur l'état de santé des animaux et sur leurs performances de production et de croissance.

Brecchia *et al.* (2004) ont mis en évidence l'effet défavorable de la restriction alimentaire sur les performances de reproduction. Une restriction de 24 heures avant l'insémination, entraîne une réduction de la réceptivité (55vs71 %) et de la fertilité (43vs59 %) et par conséquent, une réduction du nombre lapereaux nés vivants (6,6 vs 7,7).

Par ailleurs, chez les futures reproductrices, une ration riche en énergie entraîne un engraissement excessif provoquant des problèmes de mise bas et une diminution de la taille de la portée (Fortun-Lamothe et Lebas, 1996), liée à une mortalité fœtale observée au cours de la gestation (Viudes *et al.*,1991), suivie d'une importante mortinatalité. Cette dernière serait la conséquence d'une compétition entre le tractus digestif et le tractus reproductif pour l'occupation de l'espace dans la cavité abdominale.

## **Chapitre II : Le taux de fertilisation et ses facteurs de variation.**

### **I. Le taux de fertilisation et ses facteurs de variation :**

#### **I.1. Le taux de fertilisation :**

Le taux de fertilisation est le pourcentage d'ovocyte dont on dispose dans un milieu de culture et qui sont fécondés. Ces ovocytes peuvent être récupérés environ 10 heures après la saillie et jusqu'à la phase immédiatement avant l'implantation (environ 6 jours après la saillie) (Rinaldo, 1986 ; Bolet *et al.*, 1992).

#### **I.2. Les facteurs de variation :**

##### **I.2.1. L'effet du stade physiologique :**

Dans la période *post partum*, il existe une variation de production et de fertilisation des ovocytes en fonction du stade physiologique de la femelle. Selon Theau-Clément *et al.* (2000) au lendemain de l'insémination artificielle des lapines, le nombre d'ovocytes fertilisés augmente lorsque l'intervalle entre la saillie et la mise bas augmente (**Tableau03**). Cette variabilité semble être le reflet d'un antagonisme partiel au niveau hypothalamo-hypophysaire, entre la prolactine et les hormones gonadotropes et le déficit énergétique lié à la compétition notamment chez la femelle primipare entre la lactation et l'initiation d'une nouvelle gestation (Boiti, 2004).

**Tableau03** : Le nombre d'ovocytes fertilisés au cours du *post partum*  
(Theau-Clément et *al.*,2000).

Le nombre d'ovocytes fécondés	Jours <i>post partum</i>
7,0	1
7,0	4
12,1	12
13,3	19
13,6	48h après sevrage

#### **I.2.1.1. La réceptivité :**

En insémination artificielle, le taux de collecte varie en fonction de la réceptivité de la femelle. Lorsque la femelle est réceptive le nombre d'embryons récoltés est plus élevé (8,4) par rapport aux femelles non réceptives (4,8) (Virag et *al.*,2008).

#### **I.2.1.2. La lactation :**

L'hypothèse d'une mauvaise fertilisation chez les lapines allaitantes a été émise par Selme et Prud'hon (1973). Par la suite, plusieurs auteurs ont montré que la fertilisation était effectivement réduite de 10 à 20% chez des lapines saillies pendant la lactation (Fox-croft et Hasnain 1973a et 1973b, Torrès et *al.*,1977, Theau-Clement et *al.*, 1990). Cependant, l'origine est mal connue.

Chez les femelles allaitantes, la lactation inhibe partiellement la croissance folliculaire, de ce fait, lors de l'accouplement ou l'injection de la GnRH, l'ovulation pourrait donner naissance à des ovocytes stériles issus des follicules non matures.

Par ailleurs, Chilton et Daniel (1987), ainsi que Daniel et Juneja (1989) ont montré que la prolactine pouvait modifier le développement de l'utérus et les sécrétions endométriales. Ainsi, pendant la lactation, l'environnement utérin serait défavorable à la migration et donc à la fertilisation des gamètes.

### **I.2.1.3. L'effet de la parité :**

Généralement le taux de fertilisation est de 100% chez les femelles quelque soit leur parité (Torres et al 1987b ; Garcia-Ximenez et Vicente, 1992 ; Bolet et Theau-Clément, 1994 ; Peiro, 2007). Cependant, le nombre d'embryons anormaux augmente en fonction de la parité et ce qui pourrait être lié à des anomalies ovariennes (Viudes De Castro *et al.*, 1995).

### **I.2.2. Le génotype :**

Le nombre d'embryons collectés varie en fonction de génotype de la femelle. Les femelles de race Californienne ont un nombre d'embryons collectés plus élevé (9,7) que celui des femelles de race Néo-zélandaise (6,9) (Torres et *al.*, 1987).

### **I.2.3. La photopériode :**

Sur les lapines nullipares élevées à une photopériode de 8 heures de lumière et 16 heures d'obscurité, une supplémentation de 6 heures de lumière 10 jours avant la saillie améliore le nombre d'embryons récoltés de  $6,64 \pm 0,84$  à  $9,17 \pm 1,0$  et le taux de collecte de 52 à 89 % (Virag et *al.*, 2008).

### **I.2.4. Le milieu utérin :**

La composition chimique des liquides oviductals et utérins durant les stades de développement préimplantatoires chez les mammifères est un paramètre important dans le processus de reproduction. Ces milieux servent comme liquide qui facilite le passage des spermatozoïdes, des ovocytes et de l'œuf en développement (Tucker, 1977).

Chez les mammifères, l'oviducte synthétise et secrète plusieurs protéines entre autres une molécule de la famille des glycoprotéines appelée l'oviductine. Chez plusieurs espèces, incluant le lapin (Oliphant *etal.*, 1984), le porc (Buhi et Alvarez, 2003), la brebis et la

chatte (Nancarrow et Hill, 1995), l'oviductine se lie à la zone pellucide de l'ovocyte post ovulatoire durant leur transit dans l'oviducte. Aussi, un prétraitement par cette dernière des ovocytes, améliore la fertilisation et le développement embryonnaire (Buhi *et al.*, 1993). Une capacitation des spermatozoïdes est observée suite à un prétraitement par cette molécule (Killian, 2004).

Les pertes embryonnaires avant l'implantation peuvent être liées d'une part aux caractéristiques de l'utérus et son efficacité c'est-à-dire à la qualité et à la quantité des sécrétions utérines (Ulberg et Rampacek, 1974) et d'autre part, à une faible fécondité due à des ovocytes immatures présentant des anomalies de chromosomes (Wilmot *et al.*, 1986). Ces dernières sont rares chez le lapin, généralement moins de 5% (Fechneimer et Beatty, 1974). Par ailleurs, Mocé *et al.* (2002) signalent une corrélation entre la progestérone dans le liquide utérin et le nombre d'embryons collecté sans effet de cette hormone sur la survie embryonnaire.

Le nombre de sites d'implantations est déterminé par l'utérus et le nombre des embryons qui ont survécu. Le nombre d'embryons qui sont capables d'être implantés dépendra du taux de fertilisation, de la qualité de l'ovaire (Toress, 1982) et de la période du processus d'ovulation (Pope et First, 1985 ; Bazer *et al.*, 1990).



### I. Matériel et méthodes :

#### I.1. Objectif :

Cette étude a pour but d'évaluer les performances de reproduction d'une part et de mesurer le développement embryonnaire précoce à 48 et 72heures *post coïtum* d'autre part, chez les lapines de souche synthétique.

#### 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 2015 et le mois Mai 2016.

#### I.3. Le bâtiment d'élevage :

Le clapier est situé dans un endroit favorable à l'élevage (prés 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 trois rangées de cages individuelles disposées en Flat-deck et séparées par un couloir de 1m de largeur. 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).
  
- **La cellule d'engraissement :**

Elle comprend 72 cages de type « Californienne », placées en deux rangées et à deux niveaux. Toutes les cages sont équipées d'une trémie d'alimentation et des tétines pour abreuvement automatique.

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 :**

Nos expérimentations sont réalisées sur des lapins de la souche synthétique nommée également la souche ITELV 2006. Ces derniers sont issus d'un croisement entre les lapins de population locale algérienne et la souche française INRA 2666, dans le cadre d'une convention portant sur le transfert de matériel biologique à des fins expérimentales entre l'INRA (France) et l'ITELV (Algérie).

Au total, nous avons utilisé 67 femelles nullipares et âgées entre 6 et 7 mois pour l'étude des performances de reproduction. En revanche, durant la deuxième expérience et qui a pour objectif de mesurer le développement embryonnaire précoce, un total de 40 femelles multipares sont utilisées.

#### **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 04**).

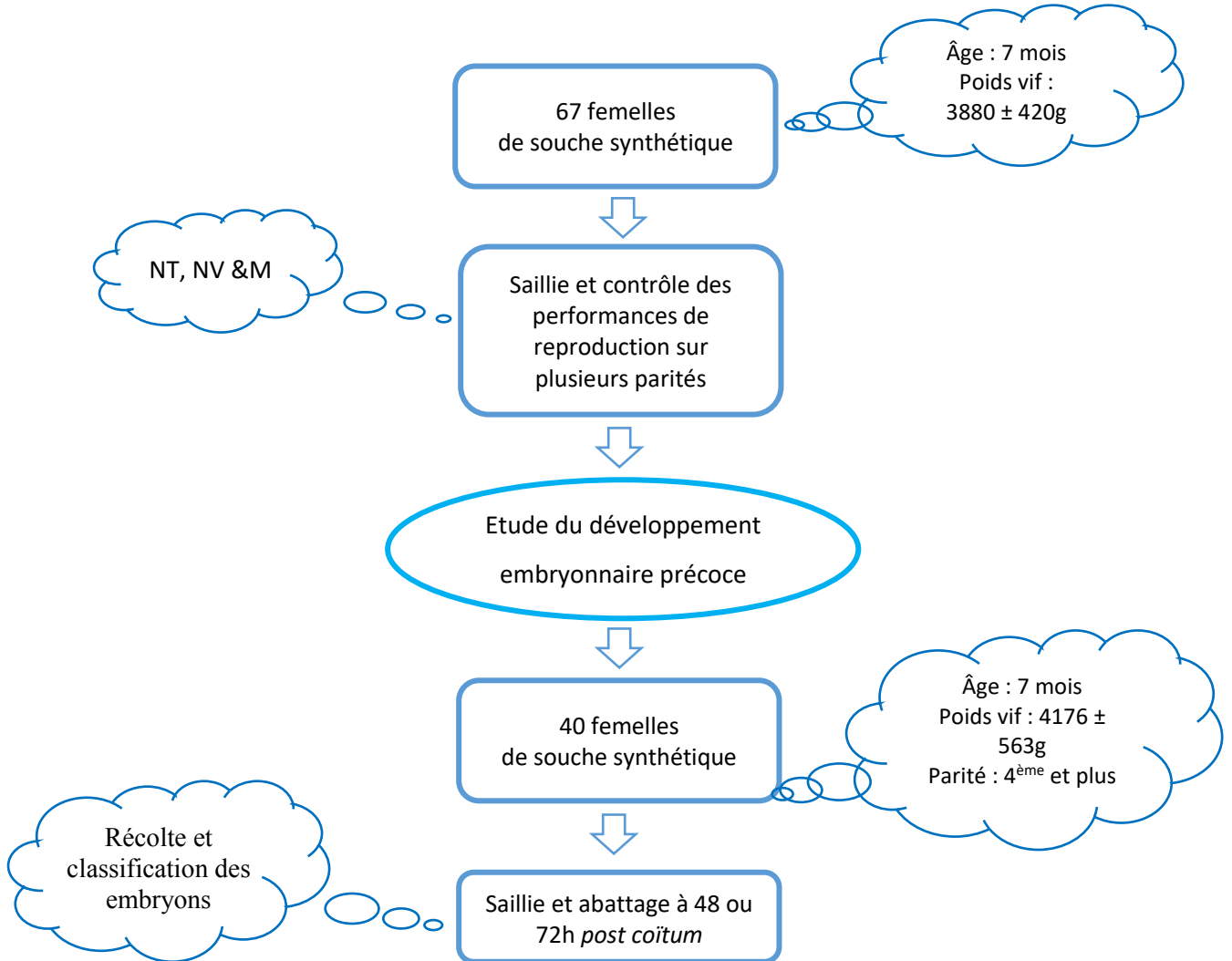
L'aliment utilisé au cours de l'expérimentation présente 89% de matière sèche. Le taux des protéines brutes et des matières grasses sont respectivement 19% et 3%. Enfin, les teneurs en matières minérales sont environs 8%.

**Tableau 04** : La composition chimique de l'aliment utilisé dans l'expérimentation.

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

**I.6. Le protocole expérimental :**

Les différentes étapes de l'expérimentation sont regroupées dans le logigramme suivant :



### **I.6.1. 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 30 jours, les lapereaux sont sevrés puis transférés directement à la salle d'engraissement.

### **I.6.2. Contrôle des performances de reproduction :**

Le contrôle zootechnique des performances de reproduction a été effectué sur 7 parités. Après chaque mise bas, plusieurs paramètres sont notés : le nombre des nés totaux, nés vivants et la mortinatalité.

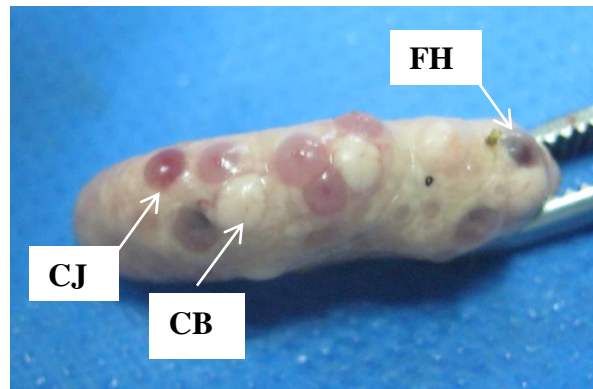
### **I.6.3. Etude du développement embryonnaire précoce :**

#### **I.6.3.1. Abattage des femelles :**

Les lapines ayant accepté la saillie sont sacrifiées par saignée à 48 ou 72h *post coïtum*. Après dépouillement, la femelle est mise en décubitus dorsal et l'ensemble des ovaires, des oviductes et du canal vaginal est prélevé.

**I.6.3.2. Taux d'ovulation et les caractéristiques des ovaires :**

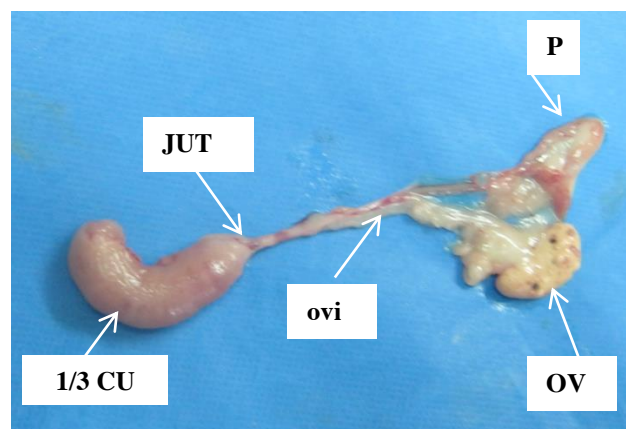
Les ovaires sont minutieusement débarrassés des tissus adipeux et pesés séparément à l'aide d'une balance de précision. Les corps jaunes (stigma d'ovulation) ainsi que les follicules hémorragiques sont dénombrés (**Figure 01**).



**Figure 01** : Ovaire à 72 heures *postcoïtum*. **CJ** : Corps jaunes (stigma d'ovulation) ; **FH** : Follicule hémorragique ; **CB** : corps blanc.

**I.6.3.3. Lavage des cornes utérines et récolte d'embryons :**

Les cornes utérines débarrassées de leur graisse, sont séparées et coupées entre les deux cervix. Le lavage a concerné l'oviducte, la jonction utéro-tubaire et le premier tiers de la corne utérine. A 48h et 72h*post coïtum*, les embryons en développement se localisent généralement au niveau de l'oviducte et de la jonction utéro tubaire (**Figure 02**).



**Figure 02** : Séparation des cornes utérines avant la récolte des embryons.

**OV** : Ovaire, **P** : Pavillon ; **ovi** : Oviducte ; **JUT** : Jonction utéro-tubaire ; **1/3CU** : le 1/3 de la corne utérine.

Le lavage est réalisé à l'aide d'un sérum physiologique. Une seringue de perfusion contenant 5 ml de ce dernier est introduite dans le pavillon. Le tractus génital (oviducte, la jonction utéro-tubaire et le premier tiers de la corne utérine) est ainsi lavé. Le perfusât est recueilli dans une boîte de pétri quadrillée afin de faciliter l'observation et le comptage des embryons. Dans le cas où le nombre d'œufs récoltés est inférieur au nombre de corps jaunes dénombrés, le lavage est alors répété jusqu'à ce que tous les ovocytes ou œufs segmentés soient retrouvés.

### I.6.3.4. Identification et classification des embryons :

Le perfusât de collecte est observé sous un microscope inversé (X10) (HundWilovert S30) pour dénombrer et évaluer la qualité des œufs récoltés selon les critères morphologiques cités par Hafez (2000). Les œufs collectés sont classés en 5 catégories :

- **Ovocytes :**

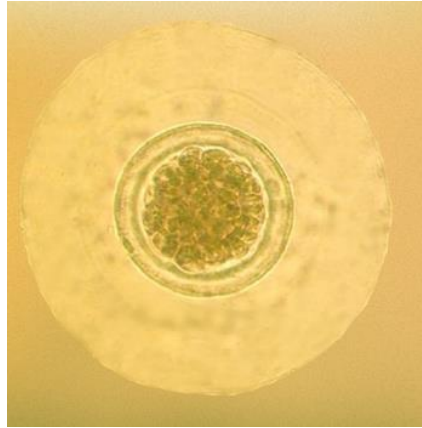
En général, l'ovocyte est un œuf présentant des pronucléus mâle et femelle. Il peut présenter deux globules polaires ou bien la tête du spermatozoïde dans l'espace périvitellin. Ils sont caractérisés aussi par un noyau présentant des taches noirâtres et un manteau muqueux pas assez large (**Figure 03**).



**Figure03** :Ovocyte (X10).

- **Morula précoce :**

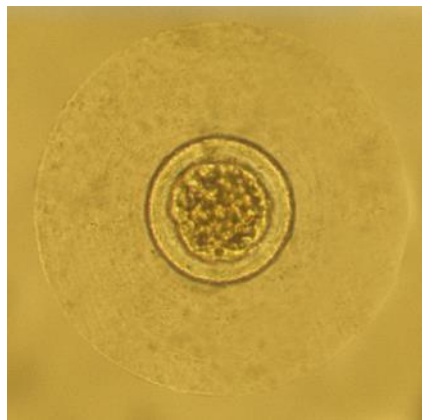
Les blastomères sont difficilement identifiables en raison de leur nombre élevé. Ils occupent tout l'espace périvitellin(**Figure 04**).



**Figure 04** : Morula précoce (**X10**).

- **Morula compactée :**

A l'inverse de la morula precoce, les blastomères de la morula compactée sont fusionnés, formant une masse compacte. L'embryon n'occupe plus que 60 à 70% de l'espace périvitellin(**Figure 05**).

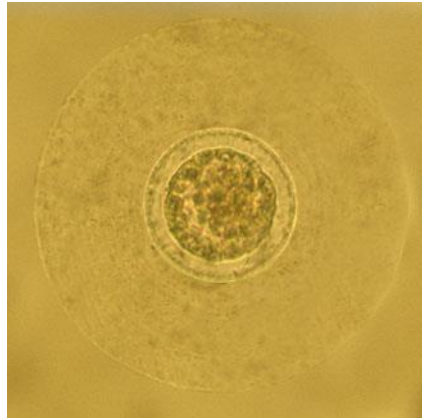


**Figure 05** : Morula compactée (**X10**).



- **Jeune blastocyste :**

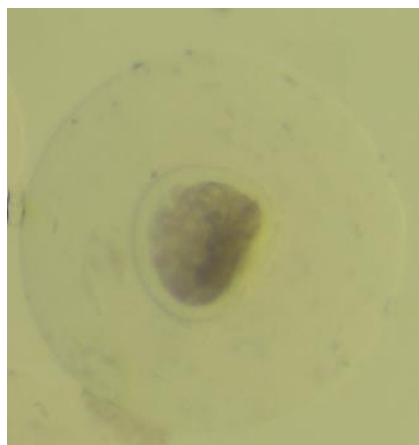
Dans le jeune blastocyste, une cavité remplie de liquide ou blastocœle commence à se former. L'embryon occupe 70 à 80% de l'espace périvitellin. Une différence entre les cellules de la masse cellulaire interne et les cellules trophoblastiques est visible à ce stade de développement(**Figure 06**).



**Figure06** :Jeuneblastocyste (**X10**).

- **Embryon anormal :**

L'embryon anormal présente soit des granules cytoplasmiques noirâtres, soit un retard de croissance ou une forme irrégulière. Une combinaison de deux ou trois anomalies peut être observée (**Figure 07**).



**Figure07** :embryon anormal (**X10**).

**I.6.4. Les paramètres mesurés et calculés :**

Les paramètres mesurés et calculés chez les lapines au cours des expériences sont dans le **tableau 05**, **tableau 06** respectivement :

**Tableau 05** : Les paramètres mesurés chez les lapines

<b>Paramètres</b>	<b>Définition</b>
<b><i>Paramètres mesurés</i></b>	
<b>Le taux d'ovulation (TO)</b>	Le taux d'ovulation est estimé par le comptage des corps jaunes hémorragiques sur les deux ovaires à savoir le comptage des follicules présentant des stigmas d'ovulation récents.
<b>Le nombre de follicules hémorragiques (FH)</b>	Les follicules sans stigmas d'ovulation, présentant une cavité antrale remplie de sang et ayant un diamètre supérieur à 1 mm.
<b>Le nombre total d'embryons collectés (TEC)</b>	Le nombre total d'œufs fécondés ou fertilisés.
<b>Le nombre d'embryons normaux collectés (EN)</b>	Le nombre d'embryons qui ne présentent aucune anomalie ou retard de croissance.
<b>Le nombre d'embryons anormaux collectés (EA)</b>	Le nombre d'embryons qui présentent des anomalies ou un retard de croissance
<b>Le nombre d'œufs non fécondés (ONF)</b>	Le nombre d'ovocytes.

**Tableau 06** : Les paramètres calculés chez les lapines

<b>Les paramètres calculés</b>	
<b>Le nombre total d'œufs collectés (TOC)</b>	Le nombre d'embryons (TEC) plus le nombre d'ovocytes : $TOC = TEC + ONF$ .
<b>Taux de fertilisation</b>	Le ratio entre le nombre d'embryons collectés ( $TEC = EN + EA$ ) et le nombre total d'œufs collectés ( $TOC = TEC + ONF$ ) : $TF = (100 * TEC / [TEC+ONF])$ .
<b>La survie embryonnaire précoce (SEP)</b>	Le ratio entre le nombre d'embryons normaux (EN) et le taux d'ovulation : $SEP = (100*EN/TO)$ .
<b>Le pourcentage d'embryons normaux (EN)</b>	$(\%EN = 100 * [EN/TEC])$
<b>Le pourcentage d'embryons anormaux (EA)</b>	$(\%EA=100* [EA/TEC])$
<b>Le pourcentage de morula précoce (MP)</b>	$(\%MP=100* [MP/EN])$
<b>Pourcentage de morula compactée (MC)</b>	$(\%MC=100* [MC/EN])$
<b>Pourcentage des jeunes blastocystes (JB)</b>	$(\%B=100* [JB/EN])$

### 1.7. L'analyse statistique :

Les résultats sont présentés par la moyenne plus ou moins l'écart type. Le traitement statistique des données est réalisé à l'aide du logiciel SAS (*version 9.1.3; SAS Institute, 2002*)

La taille de la portée a été analysée en utilisant la procédure Mixed avec le modèle suivant :

$$y_{ijklm} = \mu + P_i + LS_j + S_k + p_{ijkl} + e_{ijklm}$$

$\mu$  : la moyenne,  $P_i$  : l'effet de la parité avec 6 niveaux (nullipares, primipares et multipares 3<sup>ème</sup>, 4<sup>ème</sup>, 5<sup>ème</sup> et 6<sup>ème</sup>),  $LS_j$  : L'effet de la lactation avec deux niveaux (femelles allaitantes et non allaitantes),  $S_k$  : l'effet de la saison avec trois niveaux définition (été, automne et hiver),  $p_{ijkl}$  : l'effet permanent de l'environnement,  $e_{ijklm}$  : l'erreur.

**I. Résultats :**

**I.1. L'étude des performances de reproduction :**

**I.1.1. La taille de la portée :**

Le poids et la taille de la portée des femelles de la souche synthétique sont présentés dans le **tableau 07**. Le poids des femelles à la saillie et à la mise bas sont respectivement 4067 et 3866 g.

La taille de la portée à la naissance moyenne est 8,77 nés totaux et 7,80 nés vivants. La mortinatalité et le pourcentage de lapereaux morts nés sont respectivement 0,96 lapereau et 11,65%.

Par ailleurs, le nombre de lapereaux sevrés, la mortalité entre la naissance et le sevrage ainsi que le pourcentage de lapereaux morts entre la naissance et le sevrage sont respectivement 6,07, 1,72 lapereau et 22,96%

**Tableau 07 :** Taille de la portée chez les femelles de la souche synthétique  
(moyenne±écart-type).

Traits	Moyenne	Ecart-type
Poids à la saillie, g	4067	448
Poids à la mise bas, g	3866	448
Nés totaux, nb	8,77	2,95
Nés vivants, nb	7,80	3,20
Mortinatalité, nb	0,96	1,81
Mortinatalité, %	11,65	22
Lapereaux sevré, nb	6,07	3,06
Mortalité naissance sevrage, nb	1,72	2,63
Mortalité naissance sevrage, %	22,96	31,38

nb : nombre.

**Tableau 08** : L'effet de la parité sur la taille de la portée (moyenne±écart-type).

Traits	1	2	3	4	5	6
<b>Nés totaux, nb</b>	8,49 <sup>a</sup> ± 2,73	8,46 <sup>ab</sup> ± 2,89	9,08 <sup>b</sup> ± 3,03	8,70 <sup>b</sup> ± 3,02	9,39 <sup>b</sup> ± 2,78	9,72 <sup>b</sup> ± 3,54
<b>Nés vivants, nb</b>	7,29 <sup>a</sup> ± 2,80	7,75 <sup>ab</sup> ± 2,926	8,09 <sup>b</sup> ± 3,32	7,59 <sup>b</sup> ± 3,42	8,46 <sup>b</sup> ± 3,26	9,18 <sup>bc</sup> ± 4,34
<b>Mortinatalité, nb</b>	1,19 ± 1,75	0,70 ± 1,31	0,98 ± 2,045	1,10 ± 2,14	0,92 ± 2,03	0,54 ± 0,98
<b>Mortinatalité, %</b>	13,46 ± 20,07	9,11 ± 18,77	11,27 ± 23,16	13,92 ± 25,38	9,75 ± 21,40	13,25 ± 29,12
<b>Lapereaux sevré, nb</b>	6,02 ± 2,79	6,01 ± 2,76	6,04 ± 3,26	5,68 ± 3,33	6,5 ± 2,95	7,90 ± 3,52
<b>Mortalité naissance sevrage, nb</b>	1,28 <sup>a</sup> ± 2,11	1,74 <sup>b</sup> ± 2,84	2,04 <sup>b</sup> ± 3,14	1,91 <sup>c</sup> ± 2,50	1,96 <sup>b</sup> ± 2,57	1,27 <sup>b</sup> ± 1,48
<b>Mortalité naissance sevrage, %</b>	17,55 <sup>a</sup> ± 28,02	20,74 <sup>b</sup> ± 28,42	26,01 <sup>b</sup> ± 34,45	31,07 <sup>c</sup> ± 36,49	22,53 <sup>b</sup> ± 28,41	20,00 <sup>b</sup> ± 27,48

nb : nombre. a, b, c ... : sur une même ligne les moyennes affectées d'une lettre différente, différent entre elles au seuil P<0,05.

**I.1.2. Les facteurs de variation de la taille de la portée :**

**I.1.2.1. L'effet de la parité :**

L'évolution de la taille de la portée en fonction de la parité de la femelle est présentée dans le tableau.

Le nombre de lapereaux nés totaux par mise bas augmente significativement avec la parité de la femelle. En effet, les femelles multipares à leur 3<sup>ème</sup> parité présentent une taille de la portée des nés totaux significativement plus élevée par rapport à celle notée sur des femelles nullipares (+6,49% ;  $P < 0,05$ ). Cependant, entre le stade nullipare et primipare, les lapines ont présenté une taille de la portée comparable (8,49 vs 8,46 ;  $P > 0,05$ ).

De même, le nombre de lapereaux nés vivants par mise a été plus élevé chez les femelles multipares à la 3<sup>ème</sup> parité comparé à celui noté chez les femelles nullipares (8,09 vs 7,29 ;  $P < 0,05$ ). Cependant, les femelles nullipares et primipares ont présenté un nombre de lapereaux nés vivants similaire (7,75 vs 8,09 ;  $P > 0,05$ ).

En revanche, le nombre et le pourcentage de lapereaux morts par mise bas ainsi que le nombre de lapereaux sevrés ne varient pas significativement entre les différentes parités.

Par ailleurs, le nombre et le pourcentage de lapereaux morts entre la naissance et le sevrage a augmenté avec la parité de la femelle et les valeurs les plus élevées ont été enregistrées à la 4<sup>ème</sup> parité (1,91 lapereau et 31,07% respectivement).

Enfin, le nombre de lapereaux sevrés par portée n'a pas varié significativement entre les différentes parités.

### I.1.2.2. L'effet de la lactation :

L'effet de la lactation sur la taille de la portée chez les lapines de la souche synthétique est présenté dans le **tableau 09**.

L'effet de la lactation sur la taille de la portée à la naissance a été hautement significatif et les femelles non allaitantes ont présenté les meilleures performances. En effet, le nombre de lapereaux nés totaux et nés vivants a été significativement plus élevé chez les femelles non allaitantes par rapport aux femelles allaitantes (+ 4% ;  $P < 0,05$ ).

En revanche, le nombre et le pourcentage de lapereaux morts pas mise bas a été significativement plus élevé chez les femelles allaitantes (0,97 vs 0,74 lapereau et 12,28 vs 8,93%).

Enfin, le nombre de lapereaux sevrés à 30 jours, le nombre et le pourcentage de lapereaux morts entre la naissance et le sevrage n'ont pas varié entre le groupe de femelles allaitantes et non allaitantes.

**Tableau09** : L'effet de la lactation sur la taille de la portée (moyenne  $\pm$  écart-type).

Traits	Femelles allaitantes	Femelles non allaitantes
<b>Nés totaux, nb</b>	8,75 <sup>a</sup> $\pm$ 3,11	9,01 <sup>b</sup> $\pm$ 2,83
<b>Nés vivants, nb</b>	7,77 <sup>a</sup> $\pm$ 3,51	8,26 <sup>b</sup> $\pm$ 2,88
<b>Mortinatalité, nb</b>	0,97 <sup>a</sup> $\pm$ 1,94	0,74 <sup>b</sup> $\pm$ 1,61
<b>Mortinatalité, %</b>	12,28 <sup>a</sup> $\pm$ 23,60	8,93 <sup>b</sup> $\pm$ 20,41
<b>Lapereaux sevré, nb</b>	6,04 $\pm$ 3,19	6,21 $\pm$ 3,03
<b>Mortalité naissance sevrage, nb</b>	1,72 $\pm$ 2,32	2,05 $\pm$ 3,36
<b>Mortalité naissance sevrage, %</b>	25,31 $\pm$ 32,15	23,00 $\pm$ 32,33

nb : nombre. a, b, c ...: sur une même ligne les moyennes affectées d'une lettre différente, différent entre elles au seuil  $P < 0,05$

### I.1.2.3. L'effet de la saison :

L'effet de la saison sur la taille de la portée est présenté dans le tableau. La saison a un effet significatif sur la taille de la portée à la naissance. En effet, la meilleure taille de la portée a été enregistrée en hiver avec 9,12 nés totaux et 7,81 nés vivants.

En revanche, les valeurs les plus élevées de mortalité sont notées en hiver avec un écart significatif de plus 36% par rapport à celles enregistrées en automne d'une part, et plus 31% comparées à celles mesurées en été.

Par ailleurs, la mortalité entre la naissance et le sevrage est significativement influencée par la saison. Les valeurs de mortalité les plus élevées sont notées en hiver et en automne avec un écart significatif de + 33% comparées à celles notées en été.

Enfin, le nombre de lapereaux sevrés par portée n'a pas varié significativement entre les trois saisons étudiées ( $P > 0,05$ ).

**Tableau 10** : L'effet de la saison sur la taille de la portée (moyenne  $\pm$  écart-type).

Traits	Eté	Automne	Hiver
<b>Nés totaux, nb</b>	8,41 <sup>a</sup> $\pm$ 2,75	8,99 <sup>ab</sup> $\pm$ 3,10	9,12 <sup>b</sup> $\pm$ 3,03
<b>Nés vivants, nb</b>	7,49 <sup>a</sup> $\pm$ 2,86	8,14 <sup>ab</sup> $\pm$ 3,34	7,81 <sup>a</sup> $\pm$ 3,61
<b>Mortinatalité, nb</b>	0,91 <sup>a</sup> $\pm$ 1,54	0,84 <sup>a</sup> $\pm$ 1,77	1,31 <sup>b</sup> $\pm$ 2,36
<b>Mortinatalité, %</b>	10,80 <sup>a</sup> $\pm$ 19,00	10,22 <sup>a</sup> $\pm$ 21,33	16,31 <sup>b</sup> $\pm$ 28,27
<b>Lapereaux sevré, nb</b>	6,17 $\pm$ 2,85	6,02 $\pm$ 2,94	5,98 $\pm$ 3,73
<b>Mortalité naissance sevrage, nb</b>	1,32 <sup>a</sup> $\pm$ 2,09	2,11 <sup>b</sup> $\pm$ 3,09	1,83 <sup>b</sup> $\pm$ 2,62
<b>Mortalité naissance sevrage, %</b>	18,29 <sup>a</sup> $\pm$ 27,31	25,04 <sup>b</sup> $\pm$ 31,57	28,99 <sup>b</sup> $\pm$ 37,77

nb : nombre. a, b, c ...: sur une même ligne les moyennes affectées d'une lettre différente, différent entre elles au seuil  $P < 0,05$ .



## **I.2. L'étude du développement embryonnaire précoce :**

Les caractéristiques des ovaires ainsi que le développement embryonnaire précoce à 48h et 72h sont présentés dans le **Tableau 11**.

Le poids vifs moyen des femelles à l'abattage est de 4219 g. Chez les femelles étudiées dans notre expérimentation, le taux d'ovulation est comparable entre les femelles sacrifiées à 48h et à 72h, en moyen 13 corps jaunes. De même, le poids moyen des ovaires est similaire entre les deux groupes de femelles (0,53 g).

Par ailleurs, le nombre de follicules hémorragiques dont le diamètre est supérieur à 1 mm est plus élevé chez les femelles sacrifiées à 48h comparé à celui mesuré sur les ovaires de femelles sacrifiées à 72h (+75%).

En ce qui concerne le nombre total d'embryon collecté, les femelles sacrifiées à 48h ou 72h ont présenté des valeurs comparables (10,76 et 11,61 embryons, respectivement).

Le pourcentage d'embryons normaux était comparable entre les deux groupes expérimentaux (en moyenne 86%). En revanche, le pourcentage d'embryons anormaux est plus élevé chez les femelles sacrifiées à 72h (4,51 vs 2,30%).

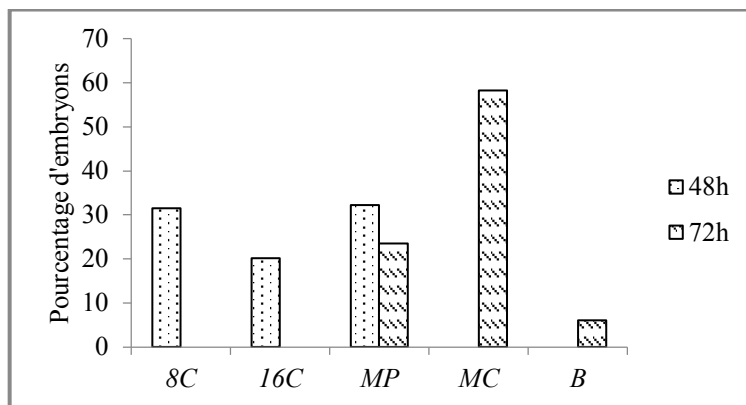
Par ailleurs, le nombre d'œufs non fertilisés, le taux de fertilisation et la survie embryonnaire précoce sont comparables entre les deux groupes de femelles.

Chez les femelles sacrifiées à 48h, le pourcentage d'embryons à 8 et à 16 cellules est respectivement 32 et 20 %. Le pourcentage de morula précoce est plus élevé chez les femelles sacrifiées à 48h (32 vs 23%). Chez les femelles sacrifiées à 72h, le pourcentage de morula compactée et de jeune blastocyste est respectivement 58 et 6%. Il est à noter que nous n'avons trouvé aucun embryon à 8 et 16 cellules chez les femelles sacrifiées à 72h d'une part, et aucun embryon au stade morula compacte ou jeune blastocyste, chez le groupe de femelles sacrifiées à 48h, d'autre part (**Figure 08**).

**Tableau 11** : Développement embryonnaire précoce (moyenne  $\pm$  écart-type).

Traits	48H (n=24)	72h (n=23)
PV, g	4110 $\pm$ 506,07	4329 $\pm$ 612,05
TO, Cj	13,47 $\pm$ 2,68	13,38 $\pm$ 2,75
PO, g	0,54 $\pm$ 0,14	0,52 $\pm$ 0,17
FH	2,71 $\pm$ 2,76	0,69 $\pm$ 1,49
TEC, embryons	10,76 $\pm$ 3,34	11,61 $\pm$ 3,50
EN, %	83,76 $\pm$ 18,60	88,88 $\pm$ 20,02
EA, %	2,30 $\pm$ 3,79	4,51 $\pm$ 8,78
ONF	0,88 $\pm$ 0,83	0,87 $\pm$ 0,29
TF, %	89,56 $\pm$ 10,68	95,5811,17
SEP, %	71,14 $\pm$ 19,18	80,55 $\pm$ 26,49
8C, %	31,52 $\pm$ 21,40	/
16C, %	20,23 $\pm$ 18,68	/
MP,%	32,17 $\pm$ 27,77	23,48 $\pm$ 16,81
MC,%	/	58,32 $\pm$ 24,32
B,%	/	6,12 $\pm$ 9,58

TP : taille de la portée. Cj : corps jaunes hémorragiques ; PV : poids vif. TO : taux d'ovulation. PO : poids des ovaires. FH : follicules hémorragiques. TEC : nombre total d'embryons collectés. EN : pourcentage d'embryons normaux collectés. EA : pourcentage d'embryons anormaux collectés. ONF : nombre d'œufs non fécondés ou ovocytes. TF : Taux de fertilisation. SEP : survie embryonnaire précoce. MP : pourcentage de morula précoce. MC : pourcentage de morula compactée. B : pourcentage des jeunes blastocystes. 8C : pourcentage des embryons à 8 cellules. 16C : le pourcentage des embryons à 16 cellules.



**Figure 08** : le pourcentage des embryons. **8C** : pourcentage des embryons à 8 cellules. **16C** : le pourcentage des embryons à 16 cellules. **MP** : pourcentage de morula précoce. **MC** : pourcentage de morula compactée. **B** : pourcentage des jeunes blastocystes.

Cette étude se justifie par le fait que la taille de la portée est un phénomène complexe lié à une série d'évènements à savoir, l'ovulation, la fertilisation, le développement embryonnaire et fœtal. Le taux de fertilisation est généralement très élevé dépassant les 90 à 95% (Peiró *et al.*, 2014, chez le lapin ; Geisert et Schmitt, 2002, chez le porc ; Wilmut *et al.*, 1986, chez la souris), par conséquent, il ne constitue pas un facteur limitant pour la taille de la portée chez ces dernières espèces.

Cependant, 30 à 40% des ovules libérés lors de l'ovulation ne donnent pas de fœtus au terme, et un tiers jusqu'à la moitié de ces pertes s'observent avant l'implantation, lorsque les embryons sont au niveau de l'oviducte (Santacreu *et al.*, 2005, chez le lapin ; Ford *et al.*, 2002 chez le porc ; Holt *et al.*, 2004, chez la souris). En général, la majorité des pertes résulte du développement asynchrone entre l'utérus et les embryons (voir la synthèse de Geisert and Schmitt, 2002). De tel constant, pourrait laisser suggérer que l'amélioration de la taille de la portée enregistrée chez les lapines de la souche synthétique pourrait être liée à une modification dans le développement embryonnaire au cours des premiers stades de la gestation.

L'objectif de ce travail est **de mesurer la taille de la portée à la naissance et ses facteurs de variation** d'une part et d'étudier, le taux d'ovulation, la survie et le développement embryonnaire précoces à 48h et 72h *postcoïtum*, chez les femelles de la souche synthétiques.

### **Mesure de la taille de la portée et ses facteurs de variation...**

#### **Taille de la portée à la naissance ...**

##### **...résultats corroborant ceux de la littérature**

Les femelles de la souche synthétique montrent **une prolificité de 8,77 lapereaux néstotaux**, comparable à celle enregistrée par plusieurs auteurs sur la même souche (Gacem *et al.*, 2009 ; Zerrouki *et al.*, 2014 ; Chibah Bouziad ; Zerrouiki-Daouad, 2015) et à celle des lapines de la souche synthétique APRI issues d'un croisement entre la V ligne espagnole et Egyptian Red Baladi (Abou Khadija *et al.*, 2012). Cependant, elle est inférieure à celle

obtenue sur des lignées françaises et espagnoles avec en moyenne de 10 lapereaux par portée (Perrier *et al.*, 2000 ; Ragab et al 2012 ; Theau-Clément et al 2012).

Dans nos conditions expérimentales, le taux moyen de **mortinatalité** est de 11% chez les femelles de la souche synthétique, similaire à celui observé sur des femelles de même origine génétique, en moyenne 11% (Zerrouki *et al.*, 2014), et ceux observés sur la souche synthétique APRI par (Abou Khadidja *et al.*,2012), en moyenne 10%. Cependant, il est supérieur à celui enregistré dans les élevages rationnels français avec un pourcentage avoisinant 7% (Coulelet, 2013).

**Le nombre et le pourcentage de lapereaux morts entre la naissance et le sevrage** dans le cas de notre étude est comparable à celui noté par (Gacem *et al.*, 2009; Zerrouki *et al.*,2014) chez les femelles de même origine génétique.

### **Taille de la portée à la naissance ...**

#### **...évolution significative en fonction de la parité**

Chez les femelles, **la taille de la portée** évolue significativement entre le stade nullipare et multipare contrairement aux stades nullipare et primipare, corroborant les nombreuses données rapportées par la littérature (Afifi *et al.*, 1989 ; Rafel *et al.*, 1990 ; Brun et Saleil 1994 ; Poujardieu et Theau-Clément, 1995 ; Rodriguez *et al.*, 1999 ; Tuma *et al.*, 2010 ; Mazouzi *et al.*, 2012). Ces derniers soulignent que la taille de la portée chez la lapine augmente progressivement au cours des différentes parités et avec une valeur maximale entre la 3<sup>ème</sup> et la 5<sup>ème</sup> parité. Cependant, les différences sont faibles entre les deux premiers stades physiologiques.

**Le nombre et le pourcentage de lapereaux morts entre la naissance et le sevrage** ont varié également en fonction de la parité de la femelle et les valeurs les plus élevées sont notées à la 4<sup>ème</sup> parité, lié probablement à l'augmentation de la taille de la portée, résultats en accord avec (Zerrouki *et al.*,2014).

***L'effet de la lactation sur la taille de la portée***

***...résultats en faveur des femelles non allaitantes***

Dans nos conditions expérimentales, **le stade physiologique de la lapine** influence significativement **la taille de la portée**. En effet, les lapines allaitantes présentent les performances les plus faibles. Ces résultats sont en accord avec ceux enregistrés par plusieurs auteurs, qui soulignent que les lapines nullipares sont généralement saillies la première fois lorsqu'elles atteignent les 2/3 de leur poids adulte (Perrier et Chevallier 1984). De ce fait, au stade primipare, la lapine doit couvrir ses besoins de croissance inachevée, de lactation et assurer une nouvelle gestation se traduisant par une perte de poids suite une hyper mobilisation des réserves lipidiques et protéiques (Fortun-Lamothe *et al.*, 1993 ; Fortun-Lamothe et Bolet, 1995). Pour les parités suivantes, la lactation engendre un effet défavorable pour le développement de la gestation, des fœtus et des lapereaux de la naissance au sevrage. Par ailleurs, à l'abattage, les femelles allaitantes présentent un poids de la carcasse, de la peau et du tissu adipeux plus faibles, comparativement aux femelles non allaitantes (Fortun-Lamothe, 2006).

***L'effet de la saison sur la taille de la portée...***

***...meilleures performances en hiver***

L'effet de la saison a été hautement significatif sur la taille de la portée à la naissance et les meilleures valeurs ont été enregistrées en hiver correspondant aux valeurs les plus élevées de la mortinatalité (16%). Ces résultats sont en accords avec ceux enregistrés par plusieurs auteurs qui signalent en effet, une augmentation de la taille de la portée durant l'hiver, résultats liés à la réduction des températures par rapport à la saison estivale d'une part et à l'amélioration de la consommation alimentaire d'autre part (Zerrouki *et al.*, 2005 ; 2007). Par ailleurs, une importante taille de la portée à la naissance pourrait expliquer le pourcentage élevé de la mortinatalité et de la mortalité entre la naissance et le sevrage, enregistrés en hiver par rapport aux autres saisons étudiées.

### **Etude du développement embryonnaire précoce...**

#### **Aspects méthodologiques...**

Les aspects méthodologiques portant sur le choix de la parité des lapines, leur état physiologique au moment de la saillie ainsi que l'intervalle d'abattage des femelles méritent d'être expliqués.

Dans cette expérience nous avons choisi d'effectuer nos mesures sur **des femelles multipares à partir de la 4<sup>ème</sup> parité**, durant laquelle les performances des lapines sont maximales. En effet, plusieurs auteurs soulignent que les performances de reproduction de la lapine sont faibles au cours des premières parités, et qu'elles n'atteignent leur pic qu'à partir de la 3<sup>ème</sup> parité (Poujardieu et Theau-Clément, 1995).

Le choix a été également porté sur **des lapines non allaitantes** afin d'éviter les effets défavorables de la lactation sur les performances de reproduction. La survie et le développement fœtal pourraient être affectés lorsque la femelle est simultanément gestante et allaitante, en raison de l'antagonisme existant entre la prolactine et les gonadotrophines d'une part (Fortun-Lamothe et Bolet, 1995) et une balance énergétique négative durant la deuxième moitié de la gestation d'autre part (Parigi-Bini *et al.*, 1990).

Par ailleurs, les travaux cités dans la littérature rapportent que la récolte des embryons est effectuée à 24h *post coïtum* (Torrès *et al.*, 1987), 48 à 62h *postcoïtum* (Peiró *et al.*, 2007 ; Garcia *et al.*, 2010) ou 60h *postcoïtum* (Torrès *et al.*, 1987). Dans notre étude, la récolte des embryons a été effectuée **à 48h et 72h post coïtum** afin d'observer les différents stades du développement embryonnaire précoce (Argente *et al.* 2009).

#### **Taux d'ovulation des femelles synthétiques...**

**...valeurs proches de celles des souches étrangères**

Chez les femelles de souche synthétique, **le taux d'ovulation** estimé à 13 corps jaunes est proche de celui enregistré chez les lignées maternelles sélectionnées pour

différents paramètres de reproduction (Garcia Ximanez *et al.*, 1992; Blasco *et al.*, 1993; Garcia *et al.*, 2000 ; Argent *et al.*, 2010; Ragab *et al.*, 2014 ; Viudes-De-Castro *et al.*, 2015 pour les lignées espagnoles et Bolet *et al.*,1999; Brun *et al.*, 1999 ; Salvitti, 2007 pour les lignées françaises). Cependant, il est faible comparé à celui noté sur des lignées espagnoles sélectionnées sur le taux d'ovulation avec un nombre de corps jaunes de 17,3 (Badawy *et al.*, 2016).

La variation du taux d'ovulation entre les races et les lignées du lapin a été révélée par plusieurs auteurs (Hulot et Matheron, 1981), et pourrait résulter de l'importance des hormones LH et FSH Hulot qui permettent ou non l'ovulation de tous les follicules au moment de l'accouplement (Mariana, 1985). Il serait, donc, intéressant de mesurer l'évolution des hormones gonadotropes autour de la saillie chez les lapines de souche synthétique, afin d'établir la relation entre le profil hormonal et le taux d'ovulation.

### ***Nombre élevé des follicules hémorragiques à 48h ...***

#### ***... déséquilibre hormonal probable***

À 48h *postcoïtum*, les femelles de la souche synthétique présentent un nombre moyen de ***follicules hémorragiques*** plus élevé comparé à celui noté à 72h (2,71 vs 0,69). Garcia-Ximénez et Vicente (1992) rapportent que la présence des follicules hémorragiques n'affecte pas le taux d'ovulation, mais diminue le taux de fertilisation et la survie embryonnaire, corroborant ainsi les faibles valeurs de ces derniers paramètres obtenus chez les femelles de la souche synthétique. Un nombre élevé de follicules hémorragiques peut être lié à un déséquilibre hormonal ou à un développement folliculaire déficient, affectant ainsi l'activité stéroïdogénique ou les récepteurs à LH. Aussi, l'insensibilité ostrogénique ou la faible biodisponibilité des stéroïdes pourraient altérer le reflexe neuroendocrine au niveau du système hypothalamo-pituitaire (Vicente *et al.*, 2012).

### ***Taux d'ovulation élevé chez les femelles de la souche la synthétique...***

#### ***... pourcentage élevé d'embryons collectés et normaux***



Les lapines de la souche synthétique présentent des **pourcentages d'embryons totaux et normaux** élevés et comparables à ceux retrouvés dans la littérature par plusieurs auteurs (Lavara *et al.*, 2005 ; Peiró *et al.*, 2007 ; Garcia *et al.*, 2010).

### **Fertilisation et survie embryonnaire précoce...**

#### **...valeurs élevées à 48h et 72h post coïtum**

Les femelles de la souche synthétique présentent un **taux de fertilisation** et une **survie embryonnaire précoce** élevées se rapprochant de celles notées par plusieurs auteurs (Perry et Rowlands, 1962 ; Warthall, 1977 ; Thibault, 1975 ; Bolet *et al.*, 1994 ; Mocé *et al.*, 2004 pour le taux de fertilisation et Argente *et al.*, 2009 ; Garcia *et al.*, 2010 pour la survie embryonnaire précoce).

### **Développement embryonnaire précoce...**

#### **...tardif chez la femelle de souche synthétique**

A 48 heures *postcoïtum*, la majorité des embryons sont classés dans la catégorie morula précoce (32%), tandis qu'à 72h *postcoïtum*, le pourcentage le plus élevé des embryons a concerné la classe morula compacte, alors un faible pourcentage de jeunes blastocystes a été noté (6%). Le **développement embryonnaire** à 48h ou 72h *postcoïtum* est tardif chez les femelles de la souche synthétique comparé à celui observé chez les femelles de races et de souches étrangères.

Plusieurs études antérieures soulignent une différence dans le développement embryonnaire entre les différentes races et souches de lapin (Bolet *et al.*, 1994 ; Mocé *et al.*, 2004 ; Peiró *et al.*, 2007 ; Agente *et al.*, 2010) et également chez la souris (Al Shorepy *et al.*, 1992 ; Durrant *et al.*, 1980 ; Moler *et al.*, 1981). Ces études montrent que le développement embryonnaire précoce peut être modifié par la voie génétique mais les mécanismes qui y interviennent ne sont pas encore élucidés.

#

Une différence du développement embryonnaire précoce entre les races pourrait être liée, d'une part au timing d'ovulation, et d'autre part à la composition des sécrétions oviductales et utérines (Hunter *et al.*, 2004).

A la lumière des résultats obtenus dans cette expérience, nous constatons :

Les femelles de la souche synthétique montrent *une prolificité de 8,8 lapereaux*, comparable à celle enregistrée sur la même souche. Le taux moyen de mortinatalité est de 11% chez les femelles de la souche synthétique, similaire à celui observé sur des femelles de même origine génétique. Le nombre et le pourcentage de lapereaux morts entre la naissance et le sevrage dans le cas de notre étude est comparable à celui retrouvé dans la littérature sur la même souche. Ces trois derniers paramètres ont varié en fonction de la parité de la femelle, son stade physiologique au moment de la saillie et enfin, la saison durant laquelle elle a été saillie.

Par ailleurs, le taux d'ovulation est estimé à 13 corps jaunes, proche de celui enregistré chez les lignées maternelles sélectionnées pour différents paramètres de reproduction. À 48h *post coïtum*, les femelles de la souche synthétique présentent un nombre moyen de follicules hémorragiques plus élevé comparé à celui noté à 72h, ce qui est lié probablement à un déséquilibre hormonal.

Les lapines de la souche synthétique présentent un pourcentage d'embryons totaux et normaux élevé et comparables à ceux retrouvés dans la littérature. De même, le taux de fertilisation et la survie embryonnaire précoce sont élevés et se rapprochent de celles notées par plusieurs auteurs.

Enfin, le développement embryonnaire à 48h ou 72h *post coïtum* est tardif chez les femelles de la souche synthétique comparé à celui observé chez les femelles de races et de souches étrangères.

**A**

- Abdelli-Larbi O., Mazouzi-Hadid F., Berchiche M., Bolet G., Garreau H., and Lebas F., "Pre-weaning growth performance of kits of a local Algerian rabbit population: influence of dam coat color, parity and kindling season", *World Rabbit Science*, V.22, (2014), 231-240
- 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.
- Afifi, E.A., Khalil, M.H., and Emarā, M.E., "Effect on maternal performance and litter preweaning traits in doe rabbits", *Journal of Animal Breeding and Genetics*, V.106, (1989), 358 - 362.
- Afifi, E.A., "The Gabali rabbits (Egypt) ", In *rabbit genetic resources in Mediterranean Countries*, Options Méditerranéennes, série B, CIHEAM, Zaragoza, n° 38, (2002), 51 - 64.
- Akpo, Y., Kpodekon, T.M., Tanimomo, E., Djago, A.Y., Youssao, A.K.I., and Coudert, P., "Evaluation of the reproductive performance of a local population of rabbits in south Benin", 9<sup>th</sup> World Rabbit Congress, Verona, Italy, (June 10 - 13), (2008), 29 - 34.
- Al-Shorepy SA, Clutter AC, Blair RM and Nielsen MK 1992. Effects of three methods of selection for litter size in mice on preimplantation embryonic development. *Biology of Reproduction* 46, 958–963.
- Aliane L., et Mekked H., "Contribution à la caractérisation des performances de lapine de population locale", *Mémoire d'ingénieur*, Université de Tizi Ouzou, (2003), 63p.
- Angel MA, Gil MA, Cuello C, Sanchez-Osorio J, Gomis J, Parrilla I, Vila J, Colina I, Diaz M, Reixach J, Vazquez JL, Vazquez JM, Roca J and Martinez EA 2014. The effects of superovulation of donor sows on ovarian response and embryo development after nonsurgical deep-uterine embryo transfer. *Theriogenology* 81, 832–839.
- Argente MJ, Merchàn M, Peiró R, Garcia ML, Santacreu MA, Folch JM and Blasco A 2010. Candidate gene analysis for reproductive traits in two lines of rabbits divergently selected for uterine capacity. *Journal of Animal Science* 88, 828-836.
- Argente MJ, Santacreu MA, Climent A and Blasco A 2003. Relationships between uterine and fetal traits in rabbit selected on uterine capacity. *Journal of Animal Science* 81, 1265-1273.
- Argente, M.J., Santacreu, M.A., Climent, A., and Blasco, A., "Effect of intra uterine crowding on available uterine space per fetus in rabbits", *Livestock Science*, V.114, (2008), 211 - 219.
- Arias-Alvarez, M., Garcia-Garcia, R.M., Revuelta, L., Cuadrado, M., Mollan, P., Nicodemus, N., Rebollar, P.G., and Lorenzo, L., "Short term effects of different diets on ovarian function and oocyte maturation of rabbit nulliparous does", 9<sup>th</sup> World Rabbit Congress, Verona, Italy, (June 10-13), (2008), 279 - 284.
- Arveux P., 1988. Production cunicole en période estivale. *Cuniculture*, **82**, 197-199.
- Ayoola M. A., Fayeye T. R. and Ayorinde K. L., ".Gestation length, litter size at birth and their effects on some reproductive traits of domestic rabbit in Nigeria". *Nigerian Journal of Agriculture, Food and Environment*, V.12, n°2, (2016), 81-84.

## B

- Badawy A.Y., Peiró R., Blasco A., and Santacreu M.A., "Effect of increased ovulation rate on embryo and fetal survival as a model for selection by ovulation rate in rabbits", *World Rabbit Science*, V.24, (2016), 87-94.
- Barkok, A., et Jaouzi, T., "The Zemmouri rabbits (Morocco), In rabbit genetic resources in Mediterranean countries", *Options Méditerranéennes, série B, CIHEAM, Zaragoza*, n°, 38, 175 -185.
- Baselga, M., Gómez, E., Cifre, P., and Camacho, J., "Genetic diversity of litter size traits between parities in rabbits", *Journal of Applied Rabbit Research*. V.15, (1992), 198-205.
- Bazer, F.W., Terqui, M., and Martinat-Botte, F., "Physiological Limits to Reproduction", 4<sup>th</sup> World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Edinburgh, UK, V.16, (1990), 292 - 298.
- Beier, H.M., "The discovery of uteroglobin and its significance for reproductive biology and endocrinology", *Ann. N.Y. Acad. Sci.* (2000), V.923, 9 - 24.
- Belabbas R, AinBaziz H, Ilès I, Zenia S, Boumahdi Z, Boulbina I and Temim S 2009. Etude de la prolificité et de ses principales composantes biologiques chez la lapine de population locale algérienne (*Oryctolagus cuniculus*). *Livestock Research for Rural Development* 23 (3) 2011.
- Belhadi S 2004. Characterization of local rabbit performance. In *Proceedings of 8<sup>th</sup> World Rabbit Congress*, September 2004, Puebla, Mexico, pp. 218-223.
- Bencheikh N., 1995. Effet de la fréquence de collecte de la semence sur les caractéristiques du sperme et des spermatozoïdes récoltés chez le lapin. *Ann. Zootech.* 1995, 44, 263-279.
- Berchiche, M., et Zerrouki, N., "Reproduction de femelles de population locale: Essai d'évaluation de quelques paramètres en élevage rationnel", 3<sup>èmes</sup> Journées de Recherche sur les Productions Animales : « Conduite et performance de l'élevage » Tizi- Ouzou. (13-15 Novembre 2000), 285 - 291.
- Bidanel P.J., "Nouvelles perspectives d'amélioration génétique de la prolificité des truies". *INRA. Production Animale*, V.11, (1998), 219 - 221.
- Blasco A, Bidanel JP, Bolet G, Haley CS and Santacreu MA 1993. The genetics of prenatal survival of pigs and rabbits: a review. *Livestock Production Science* 37, 1–21.
- Blasco, A., Argente, M.J., Haley C.S., and Santacreu M.A., "Relationships between components of litter size in unilaterally ovariectomized and intact rabbit does", *J. Anim. Sci.* V.72, (1994), 3066 - 3072.
- Blasco, A., Ortega, J.A., Climent, A., Santacreu, M.A., "Divergent selection for uterine capacity in rabbits, I, Genetic parameters and response to selection", *J. Anim. Sci.*, V.83, (2005), 2297 - 2302.
- Blasco, A., Bidanel, J.P., Bolet, G., Haley, C.S., and Santacreu, M.A., "The genetics of prenatal survival of pigs and rabbits: A review", *Livestock Production Science*, V.37, (1993), 1-21.
- Blibek, M., et Aliouane, M., "Etudes des composantes biologiques de la lapine locale", *Projet de fin d'étude, Faculté de Biologie et Agro-Vétérinaire, Université de Blida*, (2003), 82p.

- Blocher F., Franchet A., 1990. Fertilité, prolificité et productivité au sevrage en insémination artificielle et en saillie naturelle ; influence de l'intervalle mise bas saillie sur le taux de fertilité. 5<sup>ème</sup> journées de la recherche cunicole, Paris, France, 12-13 décembre 1990, tome 2, Com. 2,1-14.
- Boiti C., 2004. Underlying physiological mechanisms controlling the reproductive axis of rabbit does. *8th World Rabbit Congress*. Puebla (Mexico), September, 2004, 186-206.
- Bolet, G., Brun, J.M., Hulot, F., "Relationships between ovulation rate and embryonic survival in various strains of rabbits", 4<sup>th</sup> World Rabbit Congress, Genetics and Physiology, Budapest, 10 - 14 Octobre, (1988), 149 - 159.
- Bolet, G., Esparbié, J., and Falières, J., "Relations entre le nombre de fœtus par corne utérine, la taille de portée à la naissance et la croissance pondérale des lapereaux", *Ann.Zootech.* V.45, (1996), 185 - 200.
- Bolet,G., et Theau-Clement, M.,"Fertilization rate and préimplantation embryonic development in two rabbit strains of different fecundity, in pure breeding and crossbreeding",*Animal Reproduction Science*,V.36, (1994), 153-162.
- Bolet G, Zerrouki N, Gacem M, Brun JM and Lebas F 2012. Genetic parameters and trends for litter and growth traits in a synthetic line of rabbits created in Algeria. 10<sup>th</sup> World Rabbit Congress, September 3-6, Sharm El-Sheikh, Egypt, pp.195 – 196.
- Bolet, G., "Effet du nombre de fœtus par corne et de la taille de portée à la naissance sur le poids des lapereaux jusqu'à 11 semaines, après standardisation des portées", IV<sup>ème</sup> Journées de Recherche Cunicole, La Rochelle, (6 - 7 Décembre), V.1, (1994b) 127 - 135.
- Bolet G., Garcia-Ximenez F., Vicente J.S., 1992. Criteria and methodology used to characterize reproductive abilities of pure and crossbred rabbits in comparative studies. *Option Méditerranéennes, série séminaires- N°17*. 1992: 95-104.
- Bolet, G., "Fauve de Bourgogne (France)", In Rabbit genetic resources in Mediterranean countries, *Options Méditerranéennes, série B, CIHEAM, Zaragoza, n° 38*, (2002) 85-92.
- Bolet, G., "Problèmes liés à l'accroissement de la productivité chez la lapine reproductrice", *INRA. Prod. Anim.*, V.11, (1998), 235 - 238.
- Bolet, G., Brun, J.M., Lechevestrier, S., Lopez, M., and Boucher, S., "Evaluation of the reproductive performance of eight rabbits breeds on experimental farms", *Anim. Res.* V.53, (2004), 59 - 65.
- Bouzekraoui, A., "The Tadla rabbits (Morocco), In rabbit genetic resources in Mediterranean countries", *Options Méditerranéennes, série B, CIHEAM, Zaragoza, n°38*, (2002), 165 - 174.
- Brecchia, G., Bananno, A., Galeatic, G., Dallaglio, C., Di Grigoli, A., Parrillof, A., and Boiti, C., "Effects of short and long term fasting on the ovarian axis and reproductive performance of rabbit does", 8<sup>th</sup> World Rabbit Congress. Puebla (Mexico), (September), (2004), 231 – 237.
- Brun, J.M., et Saleil G., "Une estimation en ferme de l'hétérosis sur les performances de reproduction entre les souches de lapin INRA A2066 et A1077", 6<sup>èmes</sup> Journées de la Recherche Cunicole, V.1, (1994), 203 - 207.

- 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 JM, Bolet G, Theau-Clément M, Esparbie J and Falières J 1999. Constitution d'une souche synthétique de lapins à l'INRA:1. Développement des caractères de reproduction et du poids des lapines dans les premières générations. In Proceeding of 8<sup>èmes</sup> Journées de la Recherche Cunicole, 9-10 juin, ITAVI, Paris, France, pp. 123-126.
- Brun J.M. , Theau-Clément M., Esparbié J., Falières J., Saleil, G., Larzul C. 2006. Semen production in two rabbit lines divergently selected for 63-d body weight. *Theriogenology* 66, 2165-2172.
- Buhi, W.C., and Alvarez, I.M., "Identification, characterization and localization of three proteins expressed by porcine oviduct", *Theriogenology*, V.60, n°2, (2003), 225-238.

## C

- Castellini, G., "Gestione della riproduzione nelle fattri cunicole", Riv. Di Conigcoltura, V.32, n°10, (1995), 21 - 27.
- Cervera, C., Fernandez-Carmona, J., Viudes de Castro, P., and Blas, E., "Effect of remating interval and diet on the performance of female rabbits and their litter", *Animal Production*, V.56, (1993), 399 - 405.
- Cherfaoui, Dj., Theau-Clément, M., Zerrouki, N., and Berchiche, M., "Reproductive performance of male rabbits of Algerian local population", *World Rabbit Science*, V.21, (2013), 91 - 99.
- 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.
- Chilton B.S., Daniel J.R., 1987. Difference in the rabbit uterine response to progesterone as influenced by growth hormone or prolactin. *J.Reprod.Fert.*, 79, 581-587.
- 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.

## D

- Daniel J.C., Juneja S.C., 1989. Amplification of uterine secretion by alternating prolactin-progesterone administration. *J. Endocrino.* 122, R5-R6.
- De Rochambeau, H., "Le programme "femelles hyperfécondes" (GIE Midi-Pyrénées Lapin-INRA): Bilan et perspectives, Mars 1986.
- Durrant BS, Eisen EJ and Ulberg LC 1980. Ovulation rate, embryo survival and ovarian sensitivity to gonadotrophins in mice selected for litter size and body weight. *Journal of Reproduction and Fertility* 59, 329-339.

## F

- F. Marco-Jiménez\*, C. Naturil-Alfonso, E. Jiménez-Trigos, R. Lavara, J.S. Vicente, 2013. Influence of zona pellucida thickness on fertilization, embryo implantation and birth. *Animal Reproduction Science* 132 (2012) 96- 100
- Fechneimer, N.S., et Beatty, R.A., "Chromosomal abnormalities and sex ratio in rabbit blastocyst", *Journal of Reproduction Fertility*, V.37, (1974), 331

- Fortun-Lamothe, L., and Lebas, F., "Effects of dietary energy level and source on fetal development and energy balance in concurrently pregnant and lactating primiparous rabbit does", *Animal Science*, V.62, (1996), 615 - 620.
- Fortun-Lamothe, L., et Bolet, G., "Les effets de la lactation sur les performances de reproduction chez la lapine". *INRA. Production Animale*, V.8, n°1, (1995), 49 - 56.
- Fortun, L., Prunier, A., Etienne, M., and Lebas, F., "Influence of the nutritional deficit on fetal survival and growth and plasma metabolites in rabbit does", *Reproduction Nutrition Development*, V.34, (1994), 201 - 211.
- Fortun-Lamothe, L., "Energy balance and reproductive performance in rabbit does", *Anim. Reprod. Sci.* V.93, (2006), 1 - 15.
- Fortun-Lamothe, L., Prunier, A., and Lebas, F., "Effects of lactation on fetal survival and development in rabbit does mated shortly after parturition", *J. Anim. Sci.*, V.71, (1993), 1882 - 1886.
- Fortun-Lamothe, L., Lamboley-Gaüzère, B., and Bannelier, C., "Prediction of body composition in rabbit female using total body electrical conductivity (TOBEC) ", *Livest. Prod. Sci.* V.78, (2002), 132 – 142.
- Fortun-Lamothe, L., and Prunier, A., "Effects of lactation, energetic deficit and remating interval on reproductive performance of primiparous rabbit does", *Anim. Rep. Sci.* V.55, (1999), 289 – 298.
- Foxcroft G.R., Hasnain H., 1973a. Effect of suckling and time to mating after parturition on reproduction in domestic rabbit. *J. Reprod. Fert.*, 33, 367-377.
- Foxcroft G.R., Hasnain H., 1973b. Embryonic mortality in the post-parturient domestic rabbit. *J. Reprod. Fert.*, 33, 315-318.

## G

- Gacem M and Bolet G 2005. Création d'une lignée issue du croisement entre une population locale et une souche européenne. In *Proceedings of 11<sup>èmes</sup> Journées de la Recherche Cunicole*, 29-30 Novembre, Paris, France, pp.15-18.
- Gacem, M., Zerrouki, N., Lebas, F., and Bolet, G., "Comparaison des performances de reproduction d'une souche synthétique de lapins avec deux populations locales disponibles en Algérie", *13<sup>èmes</sup> Journées de la Recherche Cunicole*, (17-18 Novembre) (2009), Le mans, France.
- Gacem M, Zerrouki N, Lebas F and Bolet G 2009. Comparaison des performances de production d'une souche synthétique de lapins avec deux populations locales disponibles en Algérie. In *Proceedings of 3<sup>èmes</sup> Journées de la Recherche Cunicole*, 17-18 Novembre, Le Mans, France, pp.149-152.
- Garcia-Ximenez, F., et Vicente, J.S., "Effect of ovarian cystic or hemorrhagic follicles on embryo recovery and survival after transfer in HCG ovulated rabbits", *Reproduction Nutrition Development*, V.32, (1992), 143 – 149.
- García ML, Peiró R, Argente MJ, Merchán M, Folch JM, Blasco A and Santacreu MA 2010. Investigation of the oviductal glycoprotein 1 (OVGP1) gene associated with embryo survival and development in the rabbit. *Journal of Animal Science* 88, 1597-1602.
- García, M.L., et Baselga, M., "Estimation of genetic response to selection in litter size of rabbits using a cryopreserved control population", *Livest. Prod. Sci.* V.74, (2002), 45-53.
- García ML and Baselga M. 2000 Genetic response to selection for reproductive performance in a maternal line of rabbits. *World Rabbit Science* 10, (2):71-6.

Garreau H., De Rochambeau H., 2003. La sélection des qualités maternelles pour la croissance du lapereau. 10èmes Journées de la Recherche Cunicole, 19-20 nov. 2003, Paris, 61-64.

## **H**

Hafez ESE 2000. Preservation and cryopreservation of gametes and embryos. in *Reproduction in Farm Animals*, Lippincott Williams and Wilkins, Baltimore, MD, pp. 431–442.

Herrler A, Krusche AC and Beier HM 1998. Insulin and insuline-like growth factor-I promote rabbit blastocyst development and prevent apoptosis. *Biology of Reproduction* 59, 1302–1310.

Hunter MG, Robinson RS, Mann GE and Webb R 2004. Endocrine and paracrine control of follicular development and ovulation rate in farm species. *Animal Reproduction Science* 83, 461–477.

Hulot, F., et Matheron, G., “Effet du génotype, de l’âge et de la saison sur les composantes de la reproduction chez la lapine”, *Ann. Génét. Sél. Anim*, V.13, (1981), 131 - 150.

Hulot, F., Mariana, J.C., and Lebas, F., “L’établissement de la puberté chez la lapine (Folliculogénèse et ovulation), Effet du rationnement alimentaire”, *Reprod. Nutri.Dévelop.*, V.22, n°3, (1982), 439 - 453.

Hulot F and Mariana JC 1985. Effet du génotype, de l’âge et de la saison sur les follicules préovulatoires de la lapine 8 heures après la saillie. *Reproduction Nutrition. Development* 25 (1A), 17-32.

Hwang W, Kim H, Lee E, Lim J, Roh S, Shin T, Hwang K and Lee B 2000. Purification and embryotrophic roles of tissue inhibitor of metalloproteinase-1 in development of “HanWoo” (*Bos taurus coreanae*) oocytes co-cultured with bovine oviduct epithelial cells. *Journal Veterinary Medicine Science* 62, 1–5.

## **I**

Ilès, I., “Induction de l’œstrus par les méthodes de biostimulation chez la lapine de population locale”, Thèse de Doctorat en Sciences Vétérinaires, Spécialité : physiologie Animale, (2014), 214P.

Ibanez, N., Santacreu, M.A., Martinez, M., Climent, A., Blasco, A., “Selection for ovulation rate in rabbits”, *Livestock Science*, V101, (2006), 126 - 133.

## **J**

Jochle, W., 1975. Current research in coitus-induced ovulation: A review. *J. Reprod. Fertil. Suppl.*, 22:165-207.

## **K**

Kerkouche TN, Zitouni G H, Boumahdi Z, Berbar A, Kerkouche R, Benali N, Titouh F and Belabbas R 2014. Etude des relations entre distance ano-génitale, parité et quelques caractéristiques de la reproduction de la lapine. *Livestock Research for Rural Development* 26 (2) 2014.

Kennou S., “Etude de la situation actuelle de l’élevage cunicole dans le gouvernorat de Bizerte et possibilité d’amélioration de cette production”, Mémoire de fin d’études de spécialisation, INA, Tunis (1983).



- Kennou, S., and Lebas, F., "Résultats de reproduction des lapines Tunisiennes élevées en colonies au sol", Option Méditerranéennes, série n°8, (1990), 89 - 96.
- Khalil, M.H., "The Baladi rabbits (Egypt) ", In rabbit genetic resources in Mediterranean countries, Options Méditerranéennes, série B, CIHEAM, Zaragoza, n° 38, (2002a), 37 - 50.
- Khalil, M.H., "The Giza White rabbits (Egypt) ", In rabbit genetic resources in Mediterranean countries, Options Méditerranéennes, série B, CIHEAM, Zaragoza, n° 38, (2002b), 23 - 36.
- Koenig JLF, Zimmermann DR, Eldridge FE and Kopf JD 1986. The effect of superovulation and selection for high ovulation rate on chromosomal abnormalities in swine ova. Journal of Animal Science 63, 202.
- Killian, G.J., "Evidence of the role of oviduct secretions in sperm function, fertilization and embryo development", Animal Reproduction Science, V.82-83, (2004), 141-153.

## L

- Lavara R, Viudes De Castro MP, Mellasen GMK and Vicente JS 2005. Eficiencia de la recuperación "in vivo" de embriones de conejo por laparoscopia. ITEA 26, 398-400.
- Lazzaroni, C., "The Carmagnola Grey rabbit (Italy)". In rabbit genetic resources in Mediterranean countries, Options Méditerranéennes, série B, CIHEAM, Zaragoza, n° 38, (2002), 141 - 150.
- Lebas F., "Influence de la position in utero sur le développement corporel des lapereaux", 3<sup>ème</sup> Journées de la Recherche Cunicole, Paris, (8-9 Décembre), (1982), 161 - 166.
- Lebas, F., Coudert, P., de Rochambeau, H., and Thibault, R. "Le lapin: élevage et pathologie", Collection FAO: Production et santé animales, FAO, Rome, n°19, (1996), p 40 - 120.
- Lebas, F., 1972. Effet de la simultanéité de la lactation et de la gestation sur les performances laitières chez la lapine. Annales de Zootechnie 21, 129-131.
- Lebas F., 2016. Cuniculture, biologie du lapin. [www.cuniculture.info](http://www.cuniculture.info) (accès le 16/08/2016).
- Laborda PV 2009. Selection for ovulation rate in rabbits. Thesis PhD, Universidad Politécnica de Valencia, Spain, 128p.
- Laborda, P., Mocé M.L., Blasco, A. and Santacreu M.A., "Selection for ovulation rate in rabbits: Genetic parameters and correlated responses on survival rates", J Anim Sci, V.90, (2012), 439 - 446.
- Lewis, A. M., P. L. Kaye, R. Lising, and R. D. A. Cameron. 1992. Stimulation of protein synthesis and expansion of pig blastocysts by insulin *in vitro*. Reprod. Fertil. Dev. 4:119-123.
- Lin, T. C., J. M. Yen, K. B. Gong, T. T. Hsu, and L. R. Chen. 2003. IGF-1/IGFBP-1 increases blastocyst formation and total blastocyst cell number in mouse embryo culture and facilitates the establishment of a stem-cell line. BMC Cell Biol. 4:14-30.
- Longenecke DE and Day BN 1968. Fertility level of sows superovulated at post-weaning estrus. Journal of Animal Science 27, (3) 709-11.

## M

- M. Theau-Clément<sup>1</sup>, J.M. Brun<sup>1</sup>, J. Esparbié<sup>1</sup>, J. Falières<sup>1</sup>, J. Garvanèse<sup>1</sup>, E. Lamothe<sup>2</sup>, C. LARZUL<sup>1</sup>, N. MILCENT<sup>2</sup>, G. SALEIL<sup>1</sup>, 2007. Une sélection pour la vitesse de croissance influence-t-elle la fécondance de la semence de lapin ? 12<sup>èmes</sup> Journées de la Recherche Cunicole, 27-28 novembre 2007, Le Mans, France, p 53-56.

- Marai, I.F.M., Abd El-Samee, A.M., El-Gafarry, M.N., "Criteria of response and adaptation to high temperature for reproductive and growth traits in rabbits", *Option Méditerranéenne*, V. A17, (1991), 127 - 134.
- Martinat-Botté F, Venturi E, Guillouet P, Driancourt MA, Terqui M, 2010. Induction and synchronization of ovulations of nulliparous and multiparous sows with an injection of gonadotropin-releasing hormone agonist (receptal). *Theriogenology* 73, 332–342.
- Mazouzi-Hadid, F., Lebas, F., Berchiche, M., and Bolet, G., "Influence of coat colour, season and physiological status on reproduction of rabbit does of an Algerian local population", 10<sup>th</sup> World Rabbit Congress, Sharm El- Sheikh, Egypt, (September 3 - 6), (2012), 425 - 429.
- Meunier, M., Hulot, F., Poirier J.C., and Torres, S., "La relation entre la sécrétion de LH et FSH au moment de l'ovulation et les taux d'ovulation sur la mortalité embryonnaire précoce", 3<sup>ème</sup> Journée de la Recherche Cunicole, Paris tome 1, communication n° 4, (1982).
- Merchà, M., Peiró, R., Argente, M.J., García, M.L., Agea, I., Santacreu, M.A., Blasco, A., and Folch, J.M., "Candidate Genes for Reproductive Traits in Rabbits: I, Oviductin Gene", *Reproduction*, 8<sup>th</sup> World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Belo Horizonte, Brasil, V.11, (2006), 156 - 201.
- Moler TL, Donahue SE, Anderson GB, Bradford GE, 1981. Effects of maternal and embryonic genotype on prenatal survival in two selected mouse lines. *Journal of Animal Science* 51, 300–303.
- Mocé, M.L., Santacreu, M.A., and Climent, A., "Effect of divergent selection for uterine capacity on progesterone, estradiol and cholesterol levels around implantation time in rabbits". *World Rabbit Science*, V.10, n°3, (2002), 89-97.
- Mocé ML, Santacreu MA, Climent A and Blasco A 2004. The effect of divergent selection for uterine capacity on fetal and placental development at term in rabbits: Maternal and embryonic genetic effects. *Journal of Animal Science* 84, 1046–1052.
- Mocé, M.L., Blasco A., and Santacreu M.A., "In vivo development of vitrified rabbit embryos: Effects on prenatal survival and placental development", *Theriogenology*, V.73, (2010), 704 – 710.
- Moulla F., Yakhlef H., 2007. 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 2007, Le Mans, France, 45-48.
- Moumen, S., Melizi M., and Zerrouki-Daoudi N., "Etude de la croissance, la qualité et du rendement en carcasse de lapins locaux de la région des Aurès, Algérie", *Livestock Research for Rural Development*, V.28, (2016), (10).

## N

- Nancarrow, C.D., et Hill, J.L., "Oviduct proteins in fertilization and early embryo development", *Journal of Reproduction and Fertility*, Suppl. V.49, (1995), 3-13.

## O

- Oehninger, S., Mahony, M., Ozgur, K., 1997. Clinical significance of human sperm–zona pellucida binding. *Fertil. Steril.* 67, 1121–1127.
- Oliphant, G., Reynolds, A.B., Smith, P.F., Ross, P.R., and Marta, J.S., "Immunocytochemical localization and determination of hormone-induced synthesis of the sulfated oviductal glycoproteins", *Biology of Reproduction*, V.31, (1984), 165 – 174.

## P

- Pascual, J.J., Motta, W., Cervera, C., Quevedo, F., Blas, E., and Fernández-Carmona, J., "Effect of dietary energy source on the performance and peri-renal fat thickness evolution of primiparous rabbit does", *Anim. Sci.* V.75, (2002), 267 – 279.
- Peiro R., Santacreu M.A., Climent A., Blasco A. 2007. Early embryonic survival and embryo development in two divergent lines of rabbits selected for uterine capacity. *J. Anim. Sci.*, 85:1634-1639. doi:10.2527/jas.2006-73.
- Peiró R, Gallego M, Blasco A and Santacreu MA 2014. The effect of unilateral ovariectomy on early embryonic survival and embryo development in rabbits. *World Rabbit Science* 22, 123-127.
- Perry J.S., Rowlands I.W., 1962. Early pregnancy in the pig. *J. Reprod Ferti.*, 4: 175-188.
- Perrier, F., et Chevallier, C., "Etude des potentialités zootechniques d'une population de lapines de race Argenté de compagnie", *Revue Avicole*, n°3, (1984), 90 - 94.
- 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.
- Pope, W. F., and N. L. First. 1985. Factors affecting the survival of pig embryos. *Theriogenology* 23:91–105
- Pope WF, Xie S, Broermann DM and Nephew KP 1990. Causes and consequences of early embryonic diversity in pigs. *Journal of Reproduction and Fertility* 40, 251-260.
- Posobiec L.M., Cox E.M., Howard MS., Lewis E.M., Wang K.F., and Stanislaus D., "A probability analysis of historical pregnancy and fetal data from Dutch belted and new Zealand white rabbit strains from embryo–fetal development", *Studies Birth Defects Research (Part B)*, V.107, (2016), 76-84.
- Poujardieu, B., et Theau-Clément, M., "Productivité de la lapine et état physiologique", *Ann. Zootech*, V.44, 29 - 39.
- Prud'hon, M., Rouvier, R., Cael, J., and Bel, L., "Influence de l'intervalle entre la parturition et la saillie sur la fertilité et la prolificité des lapins", *Annales de Zootechnie*, V.18, (1969), 317 - 329.

## R

- Rabia, R., et Yacini, H., Etude de quelques facteurs de variation des performances chez le lapin", *Mémoire d'ingénieur*, Université de Tizi-Ouzou, (1999), 67p.
- Rafel, O., Tran, G., Utrillas, M., Ramon, J., Perucho, O., Ducrocq, V., and Bosch, A., "Sélection pour un objectif global (poids de portée à 60 jours) en générations chevauchantes dans une lignée blanche synthétique de lapins", Etude de la variabilité non génétique de la taille et poids de la portée à différents stades, *Options Méditerranéennes, Série Séminaires*, n° 8, (1990), 75 - 82.
- Ragab M, Sánchez JP, Vicente JS and Baselga M 2014. Litter size components in a full diallel cross of four maternal lines of rabbits. *Journal of Animal Science* 92, 3231–3236.
- Ragab, M., Vicente, J.S., Lavara R., Desantes, J., Baselga, M., "Relationships between ovulation rate, litter size and prenatal survival components in rabbit does", 10<sup>th</sup> World Rabbit Congress, (September 3 – 6), Sharm El- Sheikh, Egypt, (2012), 367 – 371
- Ragab, M., Sánchez J.P., El Nagar, A.G., Mínguez, C., Desantes, J., and Baselga, M., "Crossbreeding effects on litter size components in rabbits", 10<sup>th</sup> World Rabbit Congress, Sharm El- Sheikh, Egypt, (September 3-6), (2012), 171 - 175.

- Rashwan, A.A., et Maria, I.F.M., "Mortality in young rabbits: A review", *World Rabbit Science*, V.8, n°3, (2000), 111 - 124.
- Rebollar, P.G., Perez-Cabal, M.A., Pereda, N., Lorenzo, P.L., Arias-Alvares, M., Garcia and Rebollar, P., "Effects of parity order and reproductive management on the efficiency of rabbit productive systems", *Livestock Science*, V.121, (2009), 227 - 233.
- Remas K., 2001. Caractéristiques zootechniques et hormones sexuelles chez les populations locales du lapin domestique *Oryctolagus Cuniculus*. Thèse de Magister, Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire, 89p.
- Riffo M, Gonzalez KD and Nieto A 2007. Uteroglobin induces the development and cellular proliferation of the mouse early embryo. *Journal of Experimental Zoology Part A: Ecological Genetics and Physiology* 307, 28–34.
- Rinaldo D., 1986. Composantes et facteurs de variation de la carrière des femelles reproductrices : Application au lapin. DEA de physiologie animale. Université de Rennes I.90p.
- Rodriguez De Lara, R., and Fellas, L.M., "Environmental factors and physiological factors influencing kindling rates and litter size at birth in artificially inseminated does rabbits". *World Rabbit Science*, V.7, n°4, (1999), 191 - 196.
- Roustan, A., "Première analyse des résultats de mortalité des lapereaux avant sevrage dans les élevages pratiquant le contrôle de performance sur la productivité numérique des lapines", *Cuniculture*, supplément. V.31, (1980), 3 - 13.
- Roustan A., 1992. L'amélioration génétique en France : Le contexte et les acteurs. Le lapin. INRA Productions Animales, hors série « Eléments de génétique quantitative et application aux populations animales », 45-47.

## S

- Saacke, R. G., J. C. Dalton, S. Nadir, R. L. Nebel, and J. H. Bame. 2000. Relationship of seminal traits and insemination time to fertilization rate and embryo quality. *Anim. Reprod. Sci.* 60:663-677.
- Salvetti P, Guérin P, Theau-Clément M, Hurtaud J, Beckers JF and Joly T 2007. Essais d'amélioration de la production d'embryons chez la lapine. 12<sup>èmes</sup> Journées de la Recherche Cunicole, 27-28 novembre, Le Mans, France, pp. 41-44.
- Santacreu, M.A., Viudes De Castro, P., and Blasco A., "Evaluation par coelioscopie des corps jaunes et des embryons : influence sur la taille de portée chez la lapine", *Reprod. Nutri.Dev.*, V.30, (1990a), 583 - 588.
- Santacreu, M.A., Mocé M.L., Climent, A., and Blasco, A., "Divergent selection for uterine capacity in rabbits. II. Correlated response on litter size and its components estimated with a cryopreserved control population", *Journal of Animal Science*, V.83, (2005), 2303 - 2307.
- Santacreu, M.A., Gou, P., Blasco, A., "Relationships between ovulation rate, embryo survival and litter size in rabbits", *Animal Production*, V. 55, (1992), 271 - 276.
- Santacreu, M.A., Mocé M.L., Climent, A., and Blasco A., "Divergent selection for uterine capacity in rabbits. II. Correlated response on litter size and its components estimated with a cryopreserved control population", *J. Anim. Sci.*, V.83, (2005), 2303 - 2307.
- Selme M., Prud'hin M., 1937. Comparaison, au cours des différentes saisons, des taux d'ovulation, d'implantation et de survie embryonnaire chez des lapines allaitantes

saillies à l'œstrus *post partum* et chez les lapines témoins. 1<sup>ère</sup> journée Rech. Avicole et Cunicole. Dijon, France. Comm III2.

Signoret, J., Cognie, Y. and Martin, G.B., 1984. The effect of males on female reproductive physiology. In: M. Courot (Editor), *The Male in Farm Animal Reproduction*. Martinus Nijhoff, Dordrecht, Netherlands, pp. 290-304.

Soede, N.M., 1993. Boar stimuli around insemination affect reproductive processes in pigs: a review. *Anita. Reprod. Sci.*, 32: 107-125.

## T

Theau-Clément. M., Bolet G., Roustan A., Mercier P., 1990. Comparaison de différents modes d'induction de l'ovulation chez les lapines multipares en relation avec leur stade physiologique et la réceptivité au moment à la mise à la reproduction. 5<sup>ème</sup> journées Rech. Cunicole France. Paris. Comm 6.

Theau-Clément M., Boiti C., Mercier P., Falieres J., 2000. Description of the ovarian status and fertilizing ability of primiparous rabbit does at different lactation stage. *7th World Rabbit Congress*, Valencia, Spain, 4-7 July, 259-266.

Theau-Clément, M., Poujardieu, B., and Bellereaud, J., "Influence des traitements lumineux, modes de reproduction et état physiologiques sur la productivité des lapines multipares", 5<sup>èmes</sup> Journées de la Recherche Cunicole, (12 - 13 Décembre), Paris (France), (1990).

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, (September 3 - 6), Sharm El-Sheik, Egypt, (2012), 401 - 405.

Thibault C., 1975. Fécondité et stérilité du femelle. Masson, Vol 1, pp : 323-333.

Torrès S., Gérard M., Thibault C., 1977. Fertility factors in lacting rabbits mated 24 hours and 25 days after parturition. *Ann Biol. Anim. Bioch. Biophys.* 17 (1), 63-69.

Torrès S, Hulot F and Sevellec C 1987. Early stages of embryonic development in two rabbit genotypes. *Reproduction Nutrition Development* 27, 715-719.

Torres, S., Hulot, F., Meunier, M., and Sevellec, C., "Comparative study of preimplantation development and embryonic loss in two rabbit strains", *Reproduction Nutrition Development*, V.27, (1987), 707-714.

Torres S., Hulot F., Sevellec C., 1987. Early stages of embryonic development in two rabbit genotype. *Reprod. Nutri, Develop.*, 1987, 27 (3), 715-719.

Torres S., 1982. Etude de la mortalité embryonnaire chez la lapine. *3<sup>ème</sup> Journées de la Recherche Cunicole*, 8-9 Décembre 1982, Paris, Comm N° 15.

Tucker, E. B., Schultz, G.A., "Temporal changes in proteins of oviduct and uterine fluids during the preimplantation period in the rabbit", *Biology of Reproduction*, V.17, (1977), 749 - 759.

Tůma, J., Tůmova, E., and Valášek, V., "The effect of season and parity order on fertility of rabbit does and kit growth", *Czech J. Anim. Sci.*, V.55, n°8, (2010), 330 - 336.

## U

Ulberg, L.C., et Rampacek, G.B., "Embryonic and fetal development: Uterine components and influences", *Journal of Animal Science*, V.38, (1974), 1013.

## V

- Vallet, K.L., and Christenson R.K., "Uterine space affects placental protein secretion in swine", *Biology Reproduction*, V.48, (1993), 575 - 584.
- Van D., Broeck L., Lampo, Ph., "Der Einflub einiger nicht genetischer Faktoren auf die Zuchresultate des Kaninchens", *Arch. Geflügelk*, V.39, (1975), 84 - 90.
- Verdelhan, S., Bourdillon, A., David, J.J., Hurtaud, J., Ledan, L., Renouf, B., Roulleau, X., and Salaun, J.M., "Comparaison de deux programmes alimentaires pour la préparation des futures reproductrices", 11<sup>èmes</sup> Journées de la Recherche Cunicole, (29-30 novembre 2005), Paris, (2005), 119 - 122.
- Vicente JS, Llobata L, Viudes De Castrob MP, Lavara R, Baselga M and Marco-Jiménez F 2012. Gestational losses in a rabbit line selected for growth rate. *Theriogenology* 77, 81–88.
- Viudes De Castro, P., Santacreu, M.A., and Vicente, J.S., "Effet de la concentration énergétique de l'alimentation sur les pertes embryonnaires et fœtales chez les lapines", *Reproduction Nutrition Développment*, V.31, (1991), 525 - 534.
- Viudes de Castro, M. P., F. Garcia-Ximenez, and J. S. Vicente. 1995. Embryo recovery from eliminating does of three selected rabbits strains for an embryo bank. *Investigación Agraria* 10:145–151.
- Viudes-de-Castro M.P., Pomares A., Saenz de Juano i Ribes M.D., Marco-Jiménez F., Vicente J.S., "Effect of luteinizing hormone on rabbit ovariansuperstimulation and embryo developmental potential", *Theriogenology*, V.84, (2015), 446-451.

## W

- Wilde MH, Xie S, Day ML and Pope WF 1988. Survival of small and large littermate blastocysts in swine after synchronous and asynchronous transfer procedures. *Theriogenology* 30,1069-1074.
- Wrathall AE., 1971. Prenatal survival in pigs. Part I. Ovulation rate and its influence on prenatal survival and litter size in pigs. Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, England, 108p.

## X

- Xie S, Broermann DM, Nephew KP, Bishop MD and Pope WF1990a. Relationship between oocyte maturation and fertilization on zygotic diversity in swine. *Journal of Animal Science* 68, 2027–2033.
- Xie S, Broermann DM, Nephew KP, Geisert RD and Pope WF 1990b. Ovulation and early embryogenesis in swine. *Biology of Reproduction* 43, 236–240.

## Y

- 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.

## Z

- Zerrouki, N., Hannachi, R., Lebas, F., and Saoudi, A., "Productivité des lapines d'une souche blanche de la région de Tizi-Ouzou en Algérie", 12<sup>èmes</sup> Journées de la Recherche Cunicole, (27 - 28 Novembre), Le Mans, France, (2007), 141 – 144
- 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.
- 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 RabbitScience*, 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.
- Zerrouki N, Bolet G, Berchiche M and Lebas F 2005. Evaluation of breeding performance of local Algerian rabbit population raised in the Tizi-Ouzou area (Kabylia). *World RabbitScience*13, 29-37.
- Zerrouki N, Kadi SA, Lebas G and Bolet G 2007. Characterization of a Kabylia population of rabbits in Algeria : Birth to winning, Growth performance. *World Rabbit Science*15, 111-114.
- Zerrouki, N., Kadi, S.A., Berchiche, M., Bolet, G., "Evaluation de la productivité des lapines d'une population locale Algérienne, en station expérimentale et dans des élevages", 11<sup>èmes</sup> Journées de la Recherche Cunicole, Paris, (29 - 30 Novembre), (2005), 11 - 14.
- Zimmerman, D.R., et Cunningham, P.J., "Selection for ovulation rate in swine: Population, procedures and ovulation response", *Journal of Animal Science*, V.40, (1975), 61 - 69.