

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

Université de Blida – 1



Institut des Sciences Vétérinaires

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

Thème

Etude de la prolificité et ses facteurs de variation chez les
lapines de souche synthétique à la 10^{ème} génération

Réalisé par :

MELAHI Youssouf et KERMIA Amira....

Devant le jury composé de :

Président(e) :	SALHI Omar	MAA	ISV de Blida
Examineur :	FEKNOUS Nawal	MAA	ISV de Blida
Promoteur :	BELABAS Rafik	MAA	ISV de Blida
Co-promoteur :	EZZEROUG Rym	MAA	ISV de Blida

Année universitaire : 2017/2018

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

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

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

Dr Salhi Omar, Maître Assistant A à l'institut des Sciences Vétérinaire, Blida I, de nous avoir fait l'honneur d'accepter la présidence du jury de ce mémoire. Hommages respectueux.

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

DIDICACE

Je dédie ce modeste travail à :

Mes très chers parents qui m'ont guidé durant les moments les plus pénibles de ce long chemin, ma mère qui a été à mes côtés et ma soutenu durant toute ma vie, et mon père qui a sacrifié toute sa vie afin de me voir devenir ce que je suis, merci mes parents.

Mes frères Mohammed et Nour Eddine

mes très chères sœurs.

Tous les petits de ma famille Nadhir, Younes, Israe, adam, et surtout Tamim.

Et tous les enfants de Ghazza

Mes amis et mes collègues sans oublier Youcef Esseddik et

Ahmed Gorin

A mon promoteur Dr Belabbas R et A ma co-prootrice Dr

Ezzeroug R

*pour son soutien et sa gentillesse, un grand merci Dr**

Tous les étudiants de la promotion 2018

Toute personne ayant participé de loin ou de près pour la réalisation de ce travail

Evidemment à ma binôme "Kermia Amira".

"Melahi youssouf"

Dédicace

C'est avec un énorme plaisir, un cœur ouvert et une immense joie, que je dédie mon travail à mes très chers respectueux et magnifiques parents qui m'ont soutenus au long de ma vie.

A mes frères: Taher, Amine, El baChir

A ma très chère sœur et la seule :amina

A mes neveux : Aymne, Iyad

A mes nièces ;, Tasnim, Razane

A mon cher binôme : Youssef melahi et sa famille.

A mes chères et belles amies :Amina et Nour el houda .

A mon promoteur le cher Dr Belabbas R et A ma co-prootrice la chère Dr Ezzeroug R pour son soutien et sa gentillesse, un grand merci Dr A tous mes amis et camarades de l'institut vétérinaire de Blida .

Et à toutes personnes ayant contribué de près ou de loin dans l'élaboration de ce travail.

A tous ceux dont l'oubli du nom n'est pas celui du cœur.

A tous ceux qui sont chères à mon cœur.

A mes enseignants et enseignantes.

A toute la promotion vétérinaire 2017-2018.

"Kermia Amira"

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

Mots clés : croisement, lapin, prolificité, mortalité, amélioration génétique.

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

Key words: crossbreeding, rabbit, prolificacy, stillbirth, genetic improvement.

إن الهدف من هذا العمل هو تحديد الحجم عند الولادة وعوامل تغيره (تأثير الموسم ، عدد الولادات) على التكاثر والوزن عند أرناب الجيل العاشر من الانتقاء للفصيلة الاصطناعية، في المجموع 72 أرنبة لم تلد من قبل عمرها ما بين 6 و7 أشهر، تتابع خلال الولادات الثلاثة الأولى، ويتم تسجيل مردودية الإناث من خلال ، العدد الإجمالي للصغار (الحية و الميتة عند الولادة).

نتائج هذه الدراسة بينت أن معدل إجمالي الصغار كان 8.25 صغير. ومعدل الصغار الحية هو 7.63 مولود حي. معدل ونسبة الوفاة عند الولادة على الترتيب كان كالتالي: 0.61 صغير ميت، بنسبة 7.37 بالمئة .

و أن حجم الحمل يزداد بزيادة رقم الولادة بحث أنه عند الأرناب الولودة من قبل يكون حجم الحمل أكبر منه عند أرنابنا التي لم تلد من قبل 9 مقابل 8.40 وأكبر منه عند الأرناب بكرية الولادة 9 مقابل 7.49 .

في الأخير جميع المعلمات التي تم قياسها في هذه الدراسة لم تختلف بشكل كبير وفقا لموسمي الدراسة (الصيف، والخريف).

كلمات مفتاحية : تزاوج. أرناب. تكاثر. الموت عند الولادة. التحسين الوراثي.

Sommaire

Introduction générale	1
Partie bibliographique	3
Chapitre I : Rappel sur l'anatomie et la physiologie de la reproduction	3
I. Anatomie de l'appareil génital femelle	3
II. Le comportement sexuel de la lapine	4
II.1. La puberté et l'âge à la première saillie	4
II.1.1. La puberté	4
II.1.2. L'âge à la première saillie	5
II.2. L'œstrus et le cycle oestrien	6
II.3. Le contrôle de l'œstrus et l'ovulation	6
II.3.1. L'activité ovarienne chez la lapine	6
III. La mise à la reproduction et la physiologie post ovulatoire	9
III.1. La mise à la reproduction	9
III.1.1. La saillie naturelle	9
III.1.2. La fréquence d'utilisation de mâle	10
III.2. La physiologie post ovulatoire	10
III.2.1. La remontée des spermatozoïdes	10
III.2.2. La capacitation	11
III.2.3. La descente de l'ovule	11
III.2.4. La fécondation	11
IV. La gestation	12
IV.1. Le déroulement de la gestation	12
IV.2. La placentation	12
IV.3. Le diagnostic de gestation	13
IV.3.1. Le diagnostic de gestation par palpation abdominale	14
IV.3.2. Le diagnostic de gestation par échographie	14
IV.3.3. La pseudogestation	14
VI. Mise bas et la lactation	15
VI.1. Mise bas	15
VI.2. L'allaitement	16
Chapitre II : Etude de la prolificité et ses facteurs de variation	17

I. La prolificité	17
I.1. La taille de portée par mise bas	17
I.2. Le nombre de lapereaux vivants par portée	18
I.3. La mortinatalité	18
II. Facteurs de variation de la prolificité	19
II.1. L'effet des composantes de l'état physiologique de la femelle	19
II.1.1. La parité	19
II.1.2. L'allaitement	19
II.1.2.1. Effet de l'allaitement sur la mortalité embryonnaire et foétale	19
II.1.2.2. Effets nutritionnels	20
II.1.3. La réceptivité	20
II.2. Les facteurs de l'environnement	21
II.2.1. La saison	21
II.2.2. Eclairage et photopériode	22
II.2.3. Température	22
II.2.4. Alimentation	23
I. Matériel et méthodes	24
I.1. Objectif de l'étude	24
I.2. Lieu et durée de l'expérimentation	24
I.3. Le bâtiment d'élevage	24
I.4. Les animaux	25
I.5. L'alimentation	25
I.6. La saillie	26
I.7. le contrôle des performances de reproduction	26
I.8. L'analyse statistique	27
I. Les Résultats & Discussion	28
I.1. L'étude des performances de reproduction	28
I.2. Les facteurs de variation de la taille de la portée	29
I.2.1. L'effet de la parité	29
I.2.2. L'effet de la saison	30
Conclusion	32
Références bibliographiques	33

Tableau N°		Page N°
<i>La partie bibliographique</i>		
01	Variation de la taille de la portée en fonction de la saison chez les lapines de population locale	21
<i>Matériel et méthodes</i>		
02	La composition chimique de l'aliment utilisé dans l'expérimentation.	26
<i>Résultats</i>		
03	Taille de la portée chez les femelles de la souche synthétique mesurée au cours des 3 premières parités (moyenne \pm écart-type).	28
04	L'effet de la parité sur la taille de la portée (moyenne \pm écart-type).	30
05	L'effet de la saison sur la taille de la portée (moyenne \pm écart-type).	31

Figure N°		Page N°
<i>La partie bibliographique</i>		
01	Appareil génital de la lapine (Lebas <i>et al.</i> , 1996).	4
2	Les différents types de follicules au niveau de l'ovaire d'une lapine	8
3	Le diagnostic de gestation par palpation abdominale (Yaou <i>et al.</i> , 2009).	14
<i>Résultats</i>		
04	Evolution de la taille de la portée en fonction de la parité de la femelle.	30

CMV complément minéralo-vitaminé

FSH à l'hormone_folliculo_stimulante

g gramme

GNRH Hormone de libération des gonadotrophines hypophysaires

LH L'hormone lutéinisante

M mètre

M2 mètre carré

ML milli litre

NG nano gramme

Selon les statistiques les plus récentes de la FAO (2014), la production mondiale de viande de lapin est estimée à 1,8 million de tonnes, soit une hausse de 17 % en 5 ans, essentiellement due au développement de la production chinoise (+ 25 % depuis 2008). Dans les pays du Maghreb, la cuniculture reste toujours une activité rurale avec une production faible. En Tunisie, la viande de lapin occupe le 5^{ème} rang en termes de consommation après les viandes de volaille, bovine, ovine et cameline. La production annuelle de la viande de lapin a atteint 2256 tonnes en 2012. Au Maroc, l'activité cunicole est relativement récente. En effet, jusqu'en 1985, l'élevage du lapin était une exclusivité du milieu traditionnel (Barkok, 1990). Il demeure une activité familiale avec des effectifs dépassant rarement 50 à 100 mères et dont les produits sont destinés principalement à l'autoconsommation. L'Algérie est parmi les pays où la cuniculture est assez importante mais reste traditionnelle et presque exclusivement vivrière, destinée souvent à l'autoconsommation ou à l'approvisionnement en viande de l'environnement immédiat de l'éleveur (famille, voisinage...). Les dernières statistiques de la FAO évaluent la production annuelle de viande à 7000 tonnes/an (Oseni, 2012).

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

permettant d'augmenter ses faibles performances tout en conservant ses qualités d'adaptation.

La création des souches synthétiques, adoptée comme une nouvelle stratégie d'amélioration génétique en cuniculture, a été réalisée dans les pays à climat chaud, à l'exemple de l'Égypte et de l'Arabie Saoudite (Brun et Baselga 2004 ; Youssef *et al.*, 2008). Ces souches, créées par croisement entre les lapins de population locale et les lapins de races ou souches étrangères montrent une production améliorée et une bonne adaptation au stress thermique (Brun et Baselga, 2004). De plus, elles permettent d'exploiter la complémentarité entre les populations d'origine, tout en conservant la moitié de l'hétérosis (Bidanel, 1990). Afin de développer la production de viande du lapin en Algérie, une souche synthétique a été créée depuis 2003. Cette dernière est obtenue par croisement entre les lapines de population locale avec la souche INRA 2666 (France), au niveau de l'ITELV de Baba Ali, Algérie (Gacem et Bolet, 2005). Après plusieurs générations d'homogénéisation et de sélection, Zerrouki *et al.* (2014) soulignent que la taille de la portée à la naissance est de plus 28% chez les femelles de souche synthétique, indiquant une nette amélioration de celle-ci, et qui serait liée principalement à une augmentation dans le potentiel ovulatoire de la femelle (Belabbas *et al.*, 2017). Notre étude fait suite à ces travaux et qui a pour objectif d'étudier la prolificité et ses facteurs de variation chez les lapines de souche synthétique à la 10^{ème} génération de sélection sur la taille de la portée à la naissance et le poids à 77 jours d'âge.

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

I. Anatomie de l'appareil génital femelle :

L'organisation de l'appareil génital femelle est identique à celle des autres mammifères, il regroupe (**Figure1**) :

- **Les ovaires** : Les ovaires, au nombre de deux, sont ovoïdes et atteignent 1 à 2 cm dans leur plus grande dimension. Ils représentent le siège de la préparation des gamètes femelles.
- **Les oviductes** : Ce sont de petits canaux longs de 10 à 16 cm, composés par le pavillon, l'ampoule et l'isthme. Ils sont localisés sous chaque ovaire.
- **Le Pavillon** : A une forme de calice, très développé, il reçoit l'ovule au moment de la ponte ovulaire.
- **L'ampoule** : est le lieu de la fécondation. La lumière de ce tube comporte de nombreuses cellules ciliées permettant l'acheminement des gamètes.
- **L'isthme** : est un conduit beaucoup plus étroit et tapissé de mucus et de cellules sécrétrices mais doté de beaucoup moins de cellules ciliées. Il débouche dans la corne utérine au niveau de la jonction utéro-tubaire (Giannetti, 1984 ; Boussit, 1989).
- **L'utérus** : bien qu'extérieurement les cornes utérines soient réunies dans leur partie postérieure en un seul corps, il y a en réalité deux utérus indépendants de 7cm environ, s'ouvrant séparément par deux conduits cervicaux dans le vagin qui est long de 6 à 10cm. L'ensemble est soutenu par le ligament large qui a quatre points d'attache principaux sous la colonne vertébrale (Lebas *et al.*, 1996).

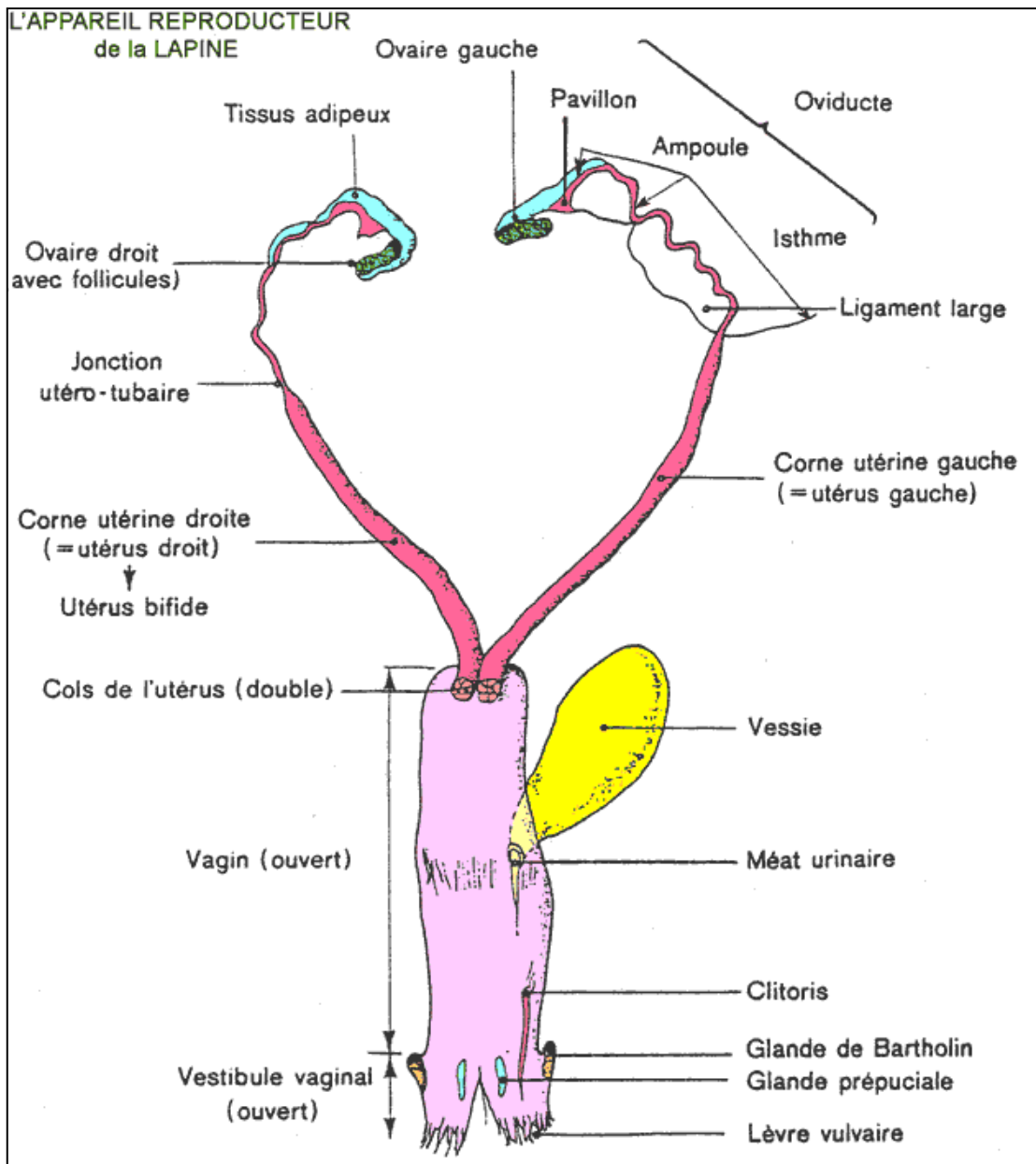


Figure 1 : Appareil génital de la lapine (Lebas *et al.*,1996).

II. Le comportement sexuel de la lapine:

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

II.1.1. La puberté :

La puberté doit être considérée dans son sens général incluant l'ensemble de toutes les modifications morphologiques, physiologiques et comportementales qui se produisent chez

l'individu en croissance (Johnson et Barry, 2002). Chez la lapine, Quinton et Egron (2001) signalent que la puberté est atteinte vers l'âge de 3 à 7 mois. L'âge de la puberté c'est-à-dire l'âge auquel l'accouplement entraîne pour la première fois une ovulation, est assez mal défini et dépend d'un ensemble de facteurs :

- **La race** : la précocité paraît meilleure chez les races de petit ou moyen format (4 à 6 mois) que chez les races de grand format (5 à 8 mois).
- **Le développement corporel** : la précocité est d'autant plus grande que la croissance a été rapide. La plupart des femelles sont pubères dès qu'elles atteignent 75% de leur poids adulte, mais il est préférable d'attendre qu'elles aient atteint 80 % de ce poids.
- **Alimentation** : une restriction alimentaire de 25% de *l'ad libitum* retardera la puberté d'au moins 3 semaines.
- **La photopériode** : les femelles naissant en automne et qui, par conséquent, atteignent la puberté au printemps sont plus précoces que les femelles nées au printemps. L'exposition à un éclairage prolongé favorise l'apparition de la puberté et amplifie le comportement œstral (Prud'hon, 1975 ; Boussit, 1989 ; Berepubo et *al.*, 1993 ; Lebas, 2009).

II.1.2. L'âge à la première saillie :

Le premier accouplement devrait avoir lieu lorsque l'animal présente une conformation physique et une maturité sexuelle correspondant à la race à laquelle il appartient. Toutefois, cet accouplement est souvent anticipé, en vue d'exploiter plus avantageusement l'animal et aussi pour éviter qu'il n'engraisse excessivement. De nombreux éleveurs et spécialistes préfèrent se baser, pour juger de l'aptitude à la reproduction, sur le poids de l'animal plutôt que sur son âge. Le poids doit représenter plus de 80% du poids optimal d'un adulte. Cependant l'âge à la maturité sexuelle est variable suivant les races: les races géantes étant souvent plus tardives. Les premières acceptations du mâle peuvent avoir lieu dès l'âge de 13 à 14 semaines chez les races moyennes, mais il est

recommandé d'éviter de mettre à la reproduction des animaux trop jeunes ou insuffisamment développés (pas avant 16-17 semaines) (Perrot, 1991 ; Giannetti, 1984).

II.2. L'œstrus et le cycle oestrien :

Le cycle oestrien est l'intervalle de temps qui sépare 2 œstrus consécutifs chez les femelles cyclées. Il a une durée propre à chaque espèce (21 jours chez la vache, 17 à 18 jours chez la brebis). La lapine, par contre, ne présente pas un cycle oestrien avec apparition régulière de chaleurs au cours desquelles l'ovulation a lieu spontanément. Elle est considérée comme une femelle en œstrus plus au moins permanent, et n'ovule que s'il y a coït. On parle alors d'espèce à ovulation provoquée (Villena et Ruiz Matas, 2003 ; Bonnes *et al.*, 2005). La durée de l'œstrus ou de diœstrus est variable d'une lapine à une autre, certaines peuvent être en œstrus effectif pendant 28 jours consécutifs, tandis que d'autres ne le sont que 2 jours en 4 semaines (Lebas, 2009).

II.3. Le contrôle de l'œstrus et l'ovation :

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

II.3.1. L'activité ovarienne chez la lapine:

La lapine est une espèce pour laquelle il est difficile d'appliquer les méthodes d'investigation utilisées chez les autres animaux domestiques par manque de connaissances physiologiques sur la croissance folliculaire (Salveti *et al.*, 2007). Les travaux portant sur l'étude de la folliculogénèse et l'ovogénèse sont peu nombreux et relativement anciens malgré les nouveaux outils dont dispose la recherche comme l'imagerie par ultra sons. L'étude de l'évolution de la population folliculaire par ultra sonographie transrectale constitue une méthode non invasive souvent utilisée pour l'étude de la croissance folliculaire en parallèle à l'étude des profils hormonaux notamment chez les animaux sauvages (McCorkell *et al.*, 2006). De telles études

n'ont jamais été effectuées chez la lapine et semblent difficilement réalisables compte tenu de la petite taille des structures folliculaires. Récemment une étude a été menée sur l'observation de la dynamique folliculaire par échographie chez des lapines pseudo gestantes laissant entrevoir d'autres perspectives d'étude (Marongiu et Gulinati, 2008).

➤ L'ovogénèse :

L'ovogénèse est l'ensemble des processus de multiplication et différenciation cellulaire des cellules de la lignée germinale femelle. A partir des cellules initiales ou gonocytes, elle aboutit à la production des ovules, cellules aptes à être fécondées. Contrairement à la spermatogénèse, le stock d'ovogonies est défini et définitif (INRAP, 1988 ; Boussit, 1989).

Les différentes phases d'ovogénèse :

- **La phase de multiplication ou phase germinale** : les cellules de la lignée germinale qui ont colonisé très tôt les gonades embryonnaires subissent une division intense pour donner naissance à des ovogonies. Les ovogonies se différencient pour donner les ovocytes primaires. Ces cellules diploïdes ($2n$ chromosomes) subissent une division au niveau des chromosomes (prophase méiotique) juste après la naissance pour donner des cellules haploïdes (n chromosomes).
- **Phase d'accroissement** : les ovocytes primaires augmentent de volume et s'entourent de cellules nourricières aplaties ou cellules folliculaires et donnent ainsi des follicules primordiaux. Contrairement à la plupart des mammifères (vache, brebis), le stock de follicules primordiaux chez la lapine, comme chez la chatte, n'est pas déterminé pendant la vie fœtale mais s'établit pendant la période néonatale lors des premières semaines qui suivent la naissance. Le follicule croît progressivement pour donner des follicules primaires et secondaires puis tertiaires vers 10 semaines (**Figure2**).
- **Phase de maturation** : A la puberté, le follicule cavitaire évolue en follicule de De Graaf à la suite d'un accouplement qui provoque l'ovulation. L'ovocyte primaire termine sa division méiotique pour donner l'ovocyte secondaire entouré de cellules folliculaires et

expulse le premier globule polaire. En cas de fécondation, l'ovocyte secondaire termine sa division méiotique pour donner un ovule mûr incluant le deuxième globule polaire.

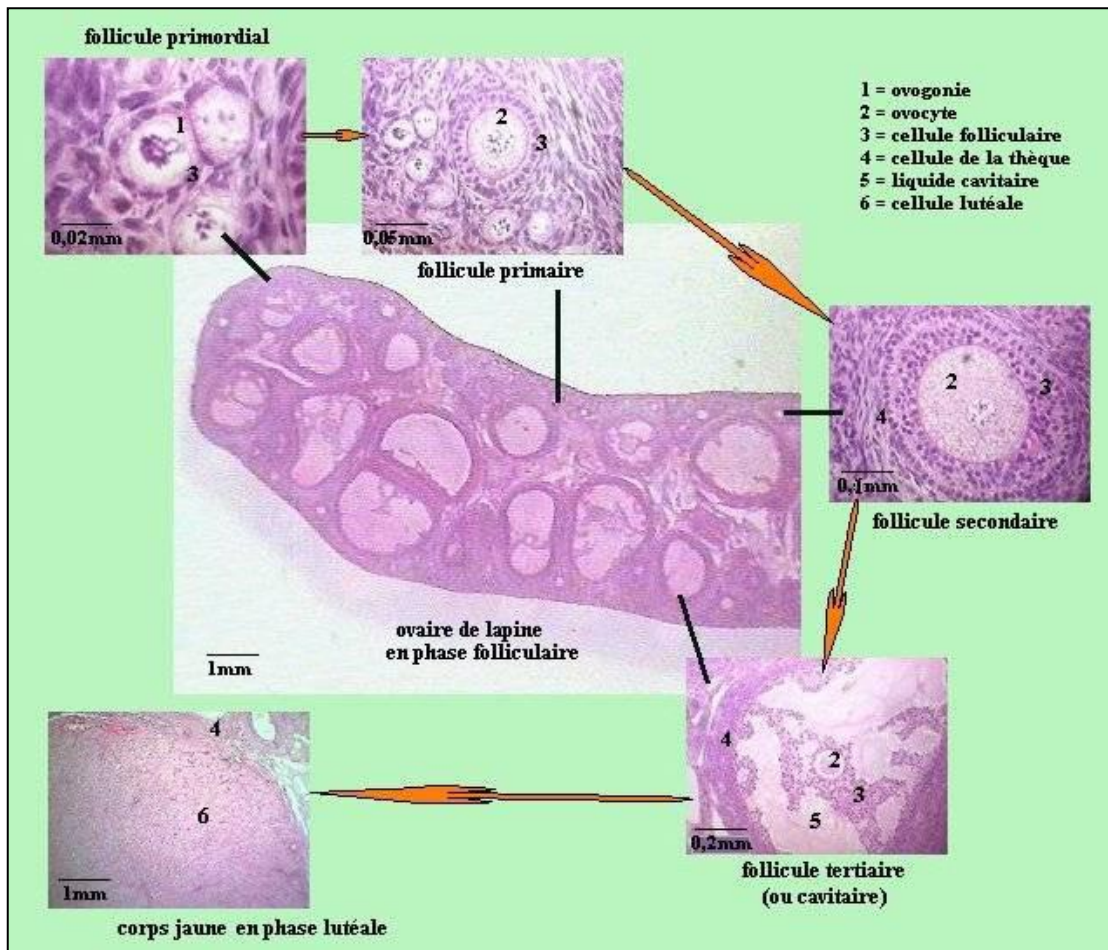


Figure 2: Les différents types de follicules au niveau de l'ovaire d'une lapine

(www.ovaire.de.lapine.com)

- **La dynamique folliculaire sur l'ovaire** : les follicules à antrum qui n'ont pas pu évoluer jusqu'au stade ovulatoire faute de stimulation, d'accouplement ou d'administration d'hormones provoquant l'ovulation, régressent après 7 à 10 jours. Ils sont plus ou moins rapidement remplacés par une nouvelle vague de follicules à antrum qui restent quelques jours sur l'ovaire au stade préovulatoire avant de régresser éventuellement à leur tour.
- **L'ovulation** : Chez la lapine, l'ovulation est un réflexe neuroendocrinien induit par les stimuli associés à l'accouplement ou par l'utilisation des hormones exogènes (Marongiu et Gulinati 2008 ; Theau-Clément et al., 2008). Elle fait intervenir deux voies différentes :

- **La voie afférente** : l'accouplement entraîne le départ de stimuli sous forme de 2 informations suivant des voies nerveuses différentes :
 - Des messages érotiques traduisant vraisemblablement la qualité de la cour.
 - Des informations propres à l'accouplement.

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

- **La voie efférente** : suite à l'accouplement, l'hypothalamus envoie une décharge de GnRH qui atteint quasi immédiatement l'hypophyse par le système porte hypothalamo-hypophysaire (Lebas, 2009). Cette molécule agit sur la partie antérieure de l'hypophyse qui libère à son tour 2 gonadotropines :
 - **LH** : molécule glycopeptidique, constituée d'environ 200 acides aminés. Son pic s'observe environ 2 heures après le coït. Elle permet la maturation des gros follicules à antrum et de déclencher la ponte ovulatoire environ 10 à 12 heures après le coït.
 - **FSH** : molécule glycopeptidique, constituée d'environ 200 acides aminés. L'évolution post coïtale est bi phasique, le 1^{er} pic est synchrone avec la LH alors que le 2^{ème} pic s'observe environ 24 à 48 heures après le coït. Le rôle de la FSH chez la lapine est essentiellement la maturation folliculaire (Gallouin, 1981 ; Mills et al., 1981 ; Lebas, 2009).

III. La mise à la reproduction et la physiologie post ovulatoire:

III.1. La mise à la reproduction:

III.1.1. La saillie naturelle :

Dans ce mode de reproduction prédominant jusqu'au début des années quatre-vingtdix, la femelle est placée dans la cage du mâle et l'éleveur constate la saillie (ou l'absence de la saillie) afin de l'enregistrer. Si la femelle est réceptive et le mâle est sexuellement actif, la durée de la saillie est de l'ordre de 10 à 20 secondes. La femelle s'immobilise lorsque le mâle tente de la chevaucher et adopte la position de lordose. L'accouplement est très rapide, il s'accompagne d'un cri poussé par le mâle lequel se retire rapidement et se jette de côté après éjaculation (Bonnes et *al.*, 2005 ; Gayrard, 2007).

III.1.2. La fréquence d'utilisation de mâle :

La fréquence d'utilisation du mâle influence le volume, la motilité, la concentration et la viabilité des spermatozoïdes. Lorsque le mâle est utilisé à un rythme d'une saillie chaque jour, le volume d'éjaculat diminue de 0,79 à 0,54 ml, sa concentration décroît de $286,14 \times 10^6$ à $231,66 \times 10^6$ /ml et le pourcentage de spermatozoïdes vivants de 78,6 % vs 73,2% par rapport à l'utilisation à un rythme d'une saillie chaque 3 jours. Plusieurs auteurs signalent que chaque reproducteur ne doit, en principe, saillir que trois femelles par semaine avec un repos d'un jour après chaque saillie (Benchikh, 1995 ; Bodnar et *al.*, 1996 ; Bunaciu et *al.*, 1996 ; Nizza et *al.*, 2001).

III.2. La physiologie post ovulatoire :

III.2.1. La remontée des spermatozoïdes :

Les spermatozoïdes déposés dans la partie supérieure du vagin franchissent les cols de façon autonome. Les mouvements musculaires du vagin peuvent également favoriser le passage des spermatozoïdes à travers les cols. Sur les 150 à 200 millions des spermatozoïdes éjaculés, seulement 2 millions seront présents dans l'utérus, ils rencontrent des obstacles principalement dans leur remontée au niveau du col utérin et de la jonction utéro-tubaire. Dans l'utérus, les spermatozoïdes entrent en contact avec les sécrétions utérines qui constituent un milieu liquide favorable à leur progression. Celle-ci est assurée par les contractions musculaires de l'utérus.

Le taux des hormones circulant de la lapine conditionne directement la réussite de la fécondation, les œstrogènes favorisent la remontée des spermatozoïdes dans l'utérus alors que la progestérone au contraire inhibe le passage au niveau des cervix. Des prostaglandines interviennent également pour favoriser les contractions musculaires de l'utérus (Hawk, 1982). En outre, dans la minute suivant l'accouplement, le taux d'ocytocine s'accroît tandis que celui de la prolactine décroît. Cette décharge d'ocytocine semble avoir pour fonction de permettre aux spermatozoïdes de franchir les cols utérins et commencer à progresser dans l'utérus.

III.2.2. La capacitation :

Le spermatozoïde provenant de la queue de l'épididyme ou éjaculé ne peut exprimer sa fécondance qu'après un séjour de plusieurs heures dans les voies génitales de la femelle. Les changements que doit subir le spermatozoïde pour acquérir la capacité à féconder un ovocyte sont qualifiés de capacitation. Elle dure entre 5 à 15 heures et se déroule au contact du fluide utérin et dans les oviductes, elle induit des changements de surface permettant aux spermatozoïdes d'adhérer à la membrane vitelline de l'œuf (Boussit, 1989 ; Gayrard, 2007).

III.2.3. La descente de l'ovule :

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

III.2.4. La fécondation :

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

IV. La gestation :

IV.1. Le déroulement de la gestation :

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

Les corps jaunes en développement commencent à sécréter des quantités notables de progestérone qui ne cessent d'augmenter entre le 3^{ème} et 12^{ème} jour suivant l'accouplement puis diminuer rapidement dans les quelques jours précédant la mise bas, alors que celui des œstrogènes subit des modifications de moindre ampleur. Les corps jaunes sont indispensables et subsistent jusqu'à la fin de gestation. La survie des corps jaunes chez la lapine est sous le contrôle des œstrogènes sécrétés par les follicules, eux-mêmes sous le contrôle de FSH et LH qui ont une action lutéotrope (Boussit, 1989 ; Lebas et *al.*, 1996 ; Bonnes et *al.*, 2005 ; Gayrard, 2007 ; Lebas, 2009).

A partir de 16-18 jours de gestation, la liaison entre le placenta fœtal et le déciduome est assez lâche pour qu'une séparation soit aisée et donc toutes manipulations devraient être réalisées avec précaution.

IV.2. La placentation :

Chez les mammifères euthériens, le placenta est un organe transitoire qui assure les échanges métaboliques entre la mère et le fœtus, le protégeant assez efficacement contre les bactéries et les substances toxiques. Il présente également une activité endocrine responsable en tout ou en partie de l'équilibre hormonal de la gestation (Thibault et Levasseur, 2001).

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

- **Les caractéristiques du placenta chez la lapine :**

Le placenta chez la lapine se caractérise par rapport à celui des autres mammifères domestiques par:

- **Placenta décidualé (ou décidu)** : les interdigitations foeto-maternelles sont profondes et ramifiées et par conséquent au moment de la mise bas il y a une hémorragie associée à une perte tissulaire.

- **Placenta hémochorial** : l'épithélium trophoctodermique est en contact direct avec le sang maternel au niveau des lacs sanguins. Les échanges materno-foetaux sont plus faciles, les nutriments alimentaires traversent seulement trois couches : l'épithélium, le tissu conjonctif et l'endothélium fœtal.

- **Placenta discoïde** : se présente sous forme d'une masse discoïde (Gayrard, 2007).

IV.3. Le diagnostic de gestation :

Il est nécessaire, pour rationaliser l'élevage de procéder à un diagnostic de gestation le plus rapidement que possible. Le test de gestation qui consiste à mettre périodiquement la femelle dans la cage du mâle et d'attendre sa réaction n'est pas fiable. En effet, certaines femelles acceptent la saillie quand elles sont pleines, d'autres la refusent alors qu'elles ne le sont pas. D'une manière générale, une lapine gestante devient agressive et sa présentation à nouveau à un mâle s'ensuit toujours d'une bagarre, pour éviter les risques d'avortement, on fait appel à d'autres méthodes de diagnostic (Giannetti, 1984 ; Gabery, 1992 ; AFC et ITAVI, 1998).

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

Le contrôle de gestation s'effectue entre le dixième et quinzième jour après la saillie. A ce stade, le développement des embryons est suffisant pour permettre leur détection au travers la paroi abdominale (Bonnes et *al.*,2005).

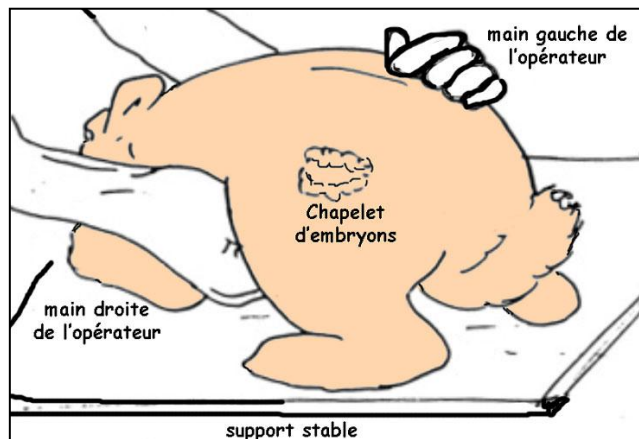


Figure 3 : Le diagnostic de gestation par palpation abdominale (Yaou et *al.*, 2009).

IV.3.2. Le diagnostic de gestation par échographie :

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

IV.3.3. La pseudogestation :

Les ovules pondus peuvent ne pas se développer, soit par absence de fécondation (chevauchement entre femelles ou toute autre stimulation de l'ovulation sans dépôt de semence), ou par déficience de fécondation (mâle trop jeune, mâle stérile mais sexuellement actif ou vasectomisé, qualité de la semence insuffisante voir mortalité embryonnaire précoce).

Malgré cela, les follicules de DeGraaf se transforment en quelques heures en corps jaunes progestatifs qui se maintiennent de 15 à 19 jours en activité, empêchant toute nouvelle ponte ovulatoire. C'est le phénomène de pseudogestation (Boussit, 1989 ; Lebas et *al.*,1996). Au début, le développement des corps jaunes et l'évolution de l'utérus sont les mêmes que pour une gestation, mais ils n'atteignent pas la taille ni le niveau de production de progestérone des corps jaunes gestatifs.

Selon Theau-Clément (2005), des dosages systématiques de progestérone réalisés au moment de l'insémination (11 jours postpartum) montrent que la fréquence des pseudogestations (concentration plasmatique > 1ng/ml) dépend de la parité des lapines (nullipares : 16%, primipares : 32,5% ; multipares : 4-9%). La progestéronémie augmente durant les 12 premiers jours puis elle commence à régresser et disparaître entre le 15^{ème} et le 18^{ème} jour. La fin de la pseudogestation est accompagnée de l'apparition d'un comportement maternel et a construction du nid liés à l'abaissement rapide du taux de progestérone.

VI. Mise bas et la lactation:

VI.1. Mise bas:

La parturition est l'ensemble des phénomènes mécaniques et physiologiques qui aboutissent à l'expulsion du fœtus et de ses annexes hors des voies génitales femelles à terme. L'ensemble de ces phénomènes est sous le contrôle endocrinien qui résulte de la rupture de l'équilibre qui s'établi pendant la gestation. Chez la lapine la gestation dure de 30à32 jours, mais parfois elle est prolongée jusqu'à 33à 34 jours. Généralement les lapereaux nés après 32 jours de gestation sont plus lourds au moment de leur naissance que ceux nés après une gestation de 30 jours (Lebas,2009). Lorsque le moment de la mise bas approche, la femelle gratte nerveusement sa litière, ce comportement s'observe entre le 25^{ème} et le 27^{ème} jour de la gestation. Parallèlement, au niveau sanguin, le taux d'œstrogènes et celui de la progestérone sont élevés (60pg/ml et 9ng/ml respectivement) (Gonzalez, 2004). Trois jours avant la mise bas, le taux de progestérones diminue tandis que celui des œstrogènes augmente. La femelle cherche à construire un nid en utilisant ses poils et la litière (paille et copeaux) dans le coin le plus isolé et reculé de la boîte à nid. Les poils utilisés sont surtout ceux de l'abdomen, en les retirant, la

lapine dégage les tétines ce qui facilite l'accès aux lapereaux. En plus de son rôle dans le maintien des lapereaux à une température optimale, les poils exercent une action calmante par l'intermédiaire d'une phéromone appelée l'apaisine sécrétée par la peau du ventre et qui se trouve au niveau des poils (Bouvier et Jacquinet, 2008).

Le mécanisme de la parturition est assez mal connu. Il semble que le niveau de sécrétion des corticoïdes par les surrénales des jeunes lapereaux joue un rôle, comme c'est le cas pour d'autres espèces, en donnant le signal de la parturition. Les prostaglandines de type PGF 2α jouent également un rôle dans le déclenchement du part. Les corticoïdes augmentent la production placentaire d'œstrogènes qui entraînent le début de la lyse des corps jaunes avec une diminution de la production de progestérone. En parallèle, une voie nerveuse à partir de la distension de l'utérus agit sur l'hypothalamus et complète les impulsions de la voie sanguine pour la production d'ocytocine (réflexe de Ferguson) (Boussit, 1989). La mise bas dure 10 à 14 minutes pour les grandes portées et 5 à 7 minutes pour les portées moyennes (Fayez et Rashwan, 2003).

VI.2.L'allaitement :

La lactogénèse est sous la dépendance de la prolactine, pendant la gestation, elle est inhibée par les œstrogènes et la progestérone. A la parturition, il y a diminution rapide de la teneur en progestérone et sous l'effet de la libération d'ocytocine, l'action de la prolactine est stimulée, ce qui permet la montée laiteuse dans une glande prédéveloppée. Ainsi, au moment de la mise bas il y a déjà 50 à 80 g de lait dans les mamelles de la lapine. Ce type de lait est appelé colostrum. Il est consommé par les lapereaux au fur à mesure des naissances : les premiers nés ont clairement fini de téter quand sortent les derniers lapereaux de la portée malgré la brièveté de la mise bas (Lebas,1994).

Chapitre II : Etude de la prolificité et ses facteurs de variation

I. La prolificité :

La prolificité est un terme d'élevage correspondant à la descendance engendrée par une mère en un an. Cette notion étant primordiale à la rentabilité des troupeaux, de nombreuses recherches sont réalisées afin d'accroître cette valeur au cours du temps comme l'augmentation des portées par manipulation génétique (Montgomery, 2001). Les lapines en bonne santé restent prolifiques jusqu'à l'âge de 2 ans et demi (Schiere, 2004). D'après les résultats d'expériences réalisées par Lazzaroni *et al.*, (1999), les primipares ont montré une faible prolificité avec la plus basse valeur de nés vivants (6,63) et une mortalité à la naissance très élevée (10,6%), alors que chez les multipares, même si elle sont eu la plus faible mortalité à la naissance (7,2%), ont montré le taux le plus élevé de mortalité au sevrage (26,5%). La prolificité est représentée par le nombre de lapereaux nés vivants et nés totaux par portée (Blocher et Franchet, 1999). Selon les résultats de différents auteurs (Prud'hon *et al.*, 1969 ; Okerman, 1988; Kennou et Lebas, 1990), les lapines fécondées au *post partum* ont systématiquement à la mise bas correspondante une taille de portée réduite.

I.1. La taille de portée par mise bas :

La population locale Algérienne de lapin se caractérise par une prolificité relativement moyenne à la naissance. D'après les travaux réalisés par Remas (2001) et Moulla et Yakhlef (2007), le nombre total de lapereaux nés par portée chez la population Kabyle est en moyenne 7,2. Ces résultats sont nettement supérieurs à ceux obtenus sur des femelles de même origine mais exploitées à un niveau fermier avec une moyenne de 5 (Djellal *et al.*, 2006). Ces faibles performances dans les élevages fermiers pourraient être attribuées au rythme de reproduction adopté.

Les lapines des populations locales Marocaine et Egyptienne se caractérisent par une prolificité plus modeste, qui est en moyenne de 6,4 (Bouzekraoui, 2002 ; Barkok et Jaouzi; 2002 ; Khalil, 2002a et 2002b ; Afifi, 2002). 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 2006 (Bolet, 2002b) et (Verdelhan et *al.*, 2005) se caractérisent par des prolificités encore supérieures avoisinant en moyenne 10,3 lapereaux.

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

Selon Zerrouki et *al.* (2005a), les résultats obtenus en station expérimentale sur des lapines de population locale Algérienne, sont 6,1 nés vivants par portée sur 7,2 nés totaux. En Europe, le lapin Gris de Carmagnola d'Italie, présente un nombre moyen de nés vivants par portée de 7,0 sur 7,69 nés totaux ce qui représente 91% de la totalité de la portée (Lazzaroni et *al.*, 1999), alors que l'Argenté de Champagne et le Géant Flemish présentent des valeurs de 7 et 8 nés vivants, ce qui représente respectivement 87% et 89% de la totalité de la portée (Bolet, 2002c ; 2002d). Sur des souches sélectionnées, à l'exemple de Hyla, le nombre de lapereaux nés vivants par portée est de 7,8 sur 8,5 nés totaux (Ben hamouda et Kennou, 1990).

I.3. La mortinatalité :

La mortalité des petits à la naissance peut être due aux mauvaises conditions d'hygiène et les manipulations brutales. Les palpations tardives ou les interventions sur les animaux en fin de gestation sont aussi des causes d'avortements (Boussit, 1989). L'état physiologique des lapines n'a aucun effet significatif sur la mortalité des lapereaux, que ce soit à la naissance ou entre la naissance et le sevrage. Par contre un effet très significatif est observé sur le nombre de nés totaux (Zerrouki et *al.*, 2003). Ces mêmes auteurs trouvent que le taux de mortinatalité (16,2%) est dû à une faible proportion de portée, en raison des conditions d'élevage, notamment le nombre important de mise bas sur grillage, surtout chez les nullipares.

II. Facteurs de variation de la prolificité

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

II.1.1. La parité :

Selon Perrier et *al.* (1998), la taille de la portée s'améliore avec le numéro de la parité .Il semble qu'on puisse distinguer deux phases d'évolution de la taille de portée.

Phase ascendante : Selon Perrier et *al.* (1998) pour le même génotype, la prolificité chez les lapines nullipares est modeste (8,5 nés vivants) comparée aux parités suivantes (au moins 10,5). Au cours de la vie reproductive, les lapines primipares présentent une prolificité faible mais elle reste toujours supérieure à celle des nullipares. En effet, la taille de portée augmente entre la première et la deuxième parturition de 18%, puis de 6% entre la seconde et la troisième parturition (Akpo et *al.*, 2008).

Phase descendante : La parité pour laquelle le maximum est atteint varie en fonction des auteurs. Selon Hulot et Matheron (1981) et Argente et *al.* (1996), le maximum s'observe vers la troisième parité, ou la quatrième voire même la cinquième selon Ouyed et *al.* (2007). Après ce maximum, la diminution de la taille de portée est nette et régulière. Selon Varga et *al.* (1984), entre le 8^{ème} et le 13^{ème} mois, la taille de portée à la naissance diminue de 10 % lié au vieillissement de l'appareil génital femelle.

II.1.2. L'allaitement :

La lactation déprime d'une part la réceptivité des lapines au moment de la mise à la reproduction et d'autre part, les performances de reproduction et ses composantes: la fertilité (aptitude à ovuler, défauts de gestation non liés à l'ovulation) et la prolificité (intensité d'ovulation, taux de fécondation et survie embryonnaire) (Theau-Clement, 2005).

II.1.2.1. Effet de l'allaitement sur la mortalité embryonnaire et fœtale :

Selon Fortun-Lamothe et Bolet (1995), les résultats concernant l'effet de la lactation sur la mortalité embryonnaire sont contradictoires. Certains résultats d'expérience montrent que la mortalité embryonnaire est plus élevée chez les femelles allaitantes, d'autre en revanche, ne révèlent aucun effet de la lactation sur la mortalité embryonnaire, d'autres encore rapportent une mortalité plus faible chez les femelles allaitantes que chez les non allaitantes. Par conséquent, chez les lapines, l'involution utérine n'est pas un obstacle absolu au démarrage d'une nouvelle gestation. En ce qui concerne la mortalité fœtale, il a été démontré qu'elle est plus élevée chez les femelles allaitantes. En effet, la lactation entraîne une diminution significative de la viabilité fœtale tardive. Par ailleurs, le taux de mortalité fœtale augmente lorsque la taille de la portée allaitée augmente.

II.1.2.2. Effets nutritionnels :

Le déficit nutritionnel des lapines gravides et allaitantes ne semble pas être la cause directe de la mortalité fœtale élevée. Néanmoins, la restriction alimentaire tend à diminuer le taux de survie précoce (Fortun-Lamothe et Bolet, 1995). De plus, chez des lapines gravides et non allaitantes, la création par rationnement d'un déficit nutritionnel global de même ampleur que celui des lapines gravides et allaitantes (-12 MJ), n'affecte pas de façon significative le taux de survie fœtale tardive. Néanmoins, la restriction alimentaire tend à diminuer le taux de survie précoce.

II.1.3. La réceptivité :

La Lapine doit accepter l'accouplement pour mener une gestation d'environ 31 jours. Cette particularité physiologique est connue depuis longtemps (Jammond et Marshall, 1925). La turgescence et la couleur de la vulve permettent de reconnaître qu'une lapine est réceptive (Fortun-lamothe, 1994; 2003). Le taux d'acceptation du mâle est très élevé lorsque la femelle présente une vulve rouge. Par contre, seules 50% des femelles ayant la vulve rose acceptent l'accouplement (Martinet *et al.*, 1976) et que seulement 10% des femelles ayant une vulve blanche acceptent de s'accoupler (Lebas, 2003). Il a été montré dans plusieurs travaux (Fortun-lamothe et Bolet, 1995), que la réceptivité est liée en grande partie à la présence des stéroïdes ovariens: œstrogènes et androgènes. Elle est

liée aussi à l'état physiologique de la lapine. Poujardieu et Tudela (1998), constatent que la réceptivité d'une lapine est élevée dans les premiers jours *postpartum* et minimale du 4^{ème} au 5^{ème} jour après, puis croit pour revenir à son niveau initial. Rodriguez *et al.* (1999), constatent que la taille de portée des femelles réceptives est supérieure à celles des femelles non réceptives (8,23 vs 7,92).

II.2. Les facteurs de l'environnement :

II.2.1. La saison :

La saison est la résultante d'effets, tels que, la durée du jour et la température. Mais, aussi l'hygrométrie, notamment en milieu tropical (Depres *et al.*, 1994). Les variations saisonnières des performances de reproduction ont fait l'objet de nombreuses études chez le lapin (Delaveu, 1978; Moret, 1982; Arveux, 1988; Saleil *et al.*, 1998; Lebas, 2004). En effet, l'activité sexuelle de la lapine est affectée par la saison, car en conditions naturelles de lumière et de température, elle est maximale au printemps et décroît en été et en automne.

Les résultats obtenus par Belhadi (2003), sur les performances des lapines de la population locale indiquent que la taille de portée au sevrage est affectée par la saison de mise -bas en faveur des naissances automnales et printanières. La saison exerce une influence sur certaines performances de reproduction. Selon Zerrouki *et al.* (2005a), la plus faible taille de portée à la naissance a été observée pendant l'été (6,6 nés totaux et 5,4 nés vivants) mais au sevrage les différences entre les saisons sont réduites (Tableau 1).

Tableau 1. Variation de la taille de la portée en fonction de la saison chez les lapines de population locale (Zerrouki *et al.*, 2005a).

Saison	Nés vivants	Nés totaux	Sevrés à J 28
Automne	6,42	7,25	5,14
Hiver	6,72	7,68	5,60
Printemps	6,03	7,37	5,55
Eté	5,44	6,63	5,06

II.2.2. Eclairage et photopériode :

La durée d'éclairage joue un rôle important sur la reproduction des lapines. Une période d'éclairement de 16 heures par jour permet d'obtenir une bonne activité reproductive des femelles et une reproduction régulière toute l'année (Lebas *et al.*, 2003). Raymond (1990) observe aussi, que le comportement d'œstrus, ainsi que, le taux d'ovulation sont ralenties au début des jours décroissants (automne). Plusieurs recherches sont faites par la suite, pour mieux montrer l'intérêt de la prolongation de la durée d'éclairement sur les performances du lapin essentiellement en région tropicale (Berepuboet *al.*, 1993; Depres, 1994).

Dans une étude menée par Arveux et Troislouches (1994) sur les performances de reproduction faisant comparer deux programmes lumineux: un discontinu (éclairage pendant deux périodes de 8 heures chacune séparée par deux périodes obscures de 4 heures) et l'autre continu (éclairage de 16 heures/jour). Ces auteurs remarquent que l'éclairage discontinu permet une diminution du taux de fonte du cheptel, par rapport à l'éclairage continu. Ils notent en plus une meilleure reprise du mâle (intervalle mise bas-saillie fécondante de 19,2 jours vs 24,2 jours), une meilleure fertilité et un gain de poids important entre mise bas-sevrage.

II.2.3. Température:

Le lapin qui est une espèce à fourrure et sans glandes sudoripares, très résistante au froid (Arveuv, 1988), présente au contraire, une très faible capacité de thermorégulation (Arveux, 1988; Finzi, 1990), ceci constitue un facteur limitant bien connu pour la cuniculture des pays à climat chaud. Selon Finzi (1990), la limite supérieure d'homéothermie pour le lapin se situe entre 18 et 20°C de température ambiante, jusqu'à 30 °C. La température rectale des animaux augmente de 0,1 °C par chaque degré de température dans l'environnement. Au-dessus des températures ambiantes 20 °C. Le lapin commence à souffrir des conséquences de l'hyperthermie (surtout si l'humidité relative est supérieure à 80%) ce qui provoque un enchaînement de problèmes telle que: le stress des animaux (Kasai et Thwaites, 1993), leur activité se réduit avec une plus faible consommation d'aliment, ce qui entraîne une croissance

plus lente et une baisse de la productivité laitière pour les lapines enfin de lactation (Boussit, 1989; Finzi, 1990).

II.2.4. Alimentation :

En élevage cunicole, comme pour tout autre élevage, le facteur du milieu est l'un des éléments essentiels nécessaires à la réalisation d'une estimation de la valeur phénotypique d'un animal. Parmi les facteurs du milieu, l'alimentation représente une source de variation considérable vis-à-vis de l'expression du potentiel génétique d'un animal (Lebas, 1992). Une production intensive est conditionnée par une alimentation équilibrée susceptible d'apporter la totalité de ce qui est nécessaire au lapin et d'éviter les effets défavorables dus à l'insuffisance ou à l'excès d'un ou de plusieurs éléments nutritifs. Les besoins du lapin en énergie, protéines, eau, minéraux et vitamines sont variables selon la saison, la température, le rythme de reproduction et la production du lapin (croissance, entretien ou lactation) (Surdeau et Henaf, 1981).

Parigi-Bini et Xiccato (1993) et Fortun-lamothe (1998) montrent que les lapines primipares simultanément gestantes et allaitantes ont un bilan énergétique négatif ce qui entraîne une mobilisation corporelle protéique et lipidique. Selon ces mêmes auteurs, une restriction alimentaire et un bilan énergétique négatif ont un effet défavorable sur le taux d'ovulation quel que soit le rythme de reproduction. Cependant, la distribution à des femelles allaitantes d'un aliment riche en énergie pendant les 10 jours qui précèdent la mise à la reproduction permet d'augmenter le taux de gestation (Fortun-lamothe, 2003).

Une alimentation basée uniquement sur les fourrages grossiers est insuffisante pour la couverture des besoins de production chez le lapin (Coudert et Lebas, 1985; Berchiche *et al.*, 2000). Kennou et Lebas (1990) ont observé une faible fertilité chez les lapines nourries avec un aliment déséquilibré (fourrage grossier seulement) par rapport aux autres qui ont rendu du fourrage supplémenté avec du concentré.

I. Matériel et méthodes :

I.1. Objectif de l'étude :

Cette étude a pour but d'évaluer la taille de la portée à la naissance et ses facteurs de variation (effet parité et saison), chez les lapines de souche synthétique, à la 10^{ème} génération de sélection sur la taille de la portée à la naissance et le poids à 77 jour d'âge.

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

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

I.3. Le bâtiment d'élevage :

Le clapier est situé dans un endroit favorable à l'élevage (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 m² (20m de longueur, 12m de largeur, 3,5m d'hauteur) est constitué d'une cellule de maternité et une cellule d'engraissement. Celles-ci sont séparées par un hall composé d'un espace sanitaire et de deux salles pour le stockage des aliments, des produits vétérinaires et du matériel d'élevage.

- **La cellule de maternité :**

Organisée en 2 rangées de cages individuelles disposées en Flat-deck et séparées par un couloir de 1,5 m de largeur. 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 72 femelles nullipares et âgées entre 6 et 7 mois pour l'étude des performances de reproduction.

I.5. L'alimentation :

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

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 2 : 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. La saillie :

Avant chaque saillie, les femelles sont pesées. Les saillies sont effectuées le matin, entre 9h et 10h. La femelle est introduite dans la cage d'un premier mâle. Si la lapine est réceptive, dans un intervalle de temps maximal de 5 minutes, elle s'immobilise rapidement, s'étend et relève légèrement l'arrière train (position de lordose). Cependant, si la femelle refuse l'accouplement avec le premier mâle, elle est représentée le jour même à un deuxième mâle, voire même à un troisième jusqu'à l'acceptation de la saillie.

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

I.7. Contrôle des performances de reproduction :

Le contrôle zootechnique des performances de reproduction a été effectué sur 3 parités. Après chaque mise bas, plusieurs paramètres sont notées :

- **La taille de la portée des nés totaux** : le nombre total de lapereaux retrouvés dans la boîte à nid le jour de la mise bas.
- **La taille de la portée des nés vivants** : le nombre de lapereaux retrouvés vivants le jour de la mise bas.
- **Le taux de mortalité** : le nombre de lapereaux morts le jour de la mise bas sur le nombre des nés totaux.

I.8. 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 R(version 3.3.1).La taille de la portée a été analysée en utilisant la procédure Mixed avec le modèle suivant :

$$y_{ijkl} = \mu + P_i + S_j + p_{ijk} + e_{ijkl}$$

μ : la moyenne, P_i : l'effet de la parité avec 3 niveaux (nullipares, primipares et multipares 3^{ème}), S_k : l'effet de la saison avec 2 niveaux (été et automne), p_{ijk} : l'effet permanent de l'environnement, e_{ijkl} : l'erreur.

I. Résultats et Discussion:

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

Le poids et la taille de la portée des femelles de la souche synthétique sont présentés dans le **tableau 3**. Le poids des femelles à la mise bas est de 3323 ± 543 g.

La taille de la portée moyenne à la naissance est 8,25 nés totaux et 7,63 nés vivants. Elle comparable à celle enregistrée par plusieurs auteurs sur la même souche (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, en moyenne 10 lapereaux par portée (Perrier *et al.*, 2000 ; Ragab *et al.*, 2012 ; Theau-Clément *et al.*, 2012).

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

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

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

nb : nombre.

I.2. Les facteurs de variation de la taille de la portée :

I.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 4** et illustrée dans la **figure 3**.

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^{ème} parité présentent une taille de la portée des nés totaux significativement plus élevée par rapport à celle notée sur les femelles nullipares (8,40 vs 9,00 ; $p < 0,05$). Cependant, entre le stade nullipare et primipare, les lapines ont présenté une taille de la portée comparable (8,40vs 7,49 ; $p > 0,05$).

De même, le nombre de lapereaux nés vivants par mise a été plus élevé chez les femelles multipares à la 3^{ème} parité comparé à celui noté pour les femelles nullipares (7,94vs 8,29 ; $p < 0,05$). Cependant, les femelles nullipares et primipares ont présenté un nombre de lapereaux nés vivants similaire (7,94vs 7,79 ; $p > 0,05$).

Nos résultats corroborant les nombreuses données rapportées par la littérature (Rodriguez *et al.*, 1999 ; Tumaet *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^{ème} et la 5^{ème} parité. Cependant, les différences sont faibles entre les deux premiers stades physiologiques.

En revanche, les femelles primipares et multipares ont présenté le nombre de lapereaux morts par mise et le pourcentage de mortalité les plus importants. De tels résultats pourraient être liés à une importante taille de la portée à la naissance enregistrée chez ces dernières (Zerrouki *et al.*, 2005).

Tableau 4 : L'effet de la parité sur la taille de la portée (moyenne±écart-type).

Traits	1	2	3
Nés totaux, nb	8,40 ^a ± 2,44	7,49 ^{ab} ± 2,96	9,00 ^b ± 3,00
Nés vivants, nb	7,94 ^a ± 2,33	7,79 ^{ab} ± 3,07	8,29 ^b ± 3,23
Mortinatalité, nb	0,47 ^a ± 0,80	0,69 ^b ± 1,59	0,69 ^b ± 1,28
Mortinatalité, %	5,40 ^a ± 9,47	8,71 ^b ± 10,78	8,28 ^b ± 15,24

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

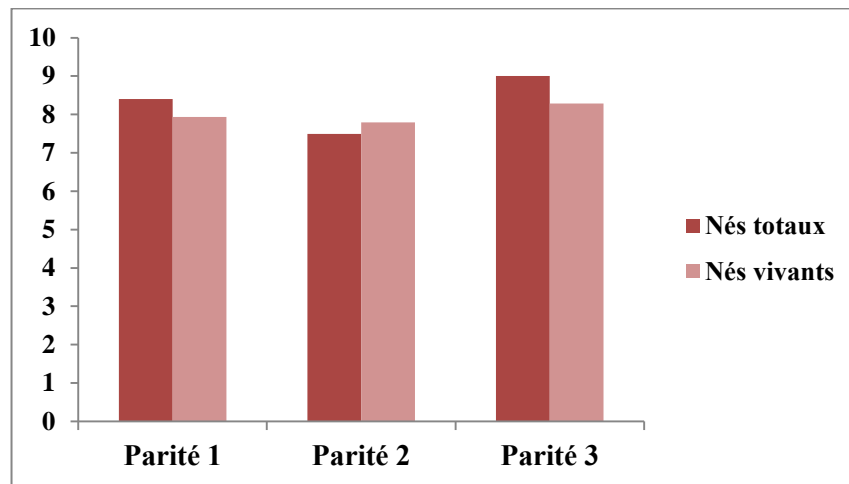


Figure 3 : Evolution de la taille de la portée en fonction de la parité de la femelle.

1.2.2. L'effet de la saison :

L'effet de la saison sur la taille de la portée est présenté dans le **tableau 5**. La saison n'a aucun effet significatif sur l'ensemble des paramètres mesurés. En effet, la taille de la portée, mesurée par le nombre de lapereaux nés totaux ou vivants, n'a pas varié significativement entre les deux saisons étudiées. De même, la mortinatalité était très comparable entre l'été et automne.

Les résultats obtenus dans cette étude sont en accord avec ceux de Zerrouki *et al.* (2005) montrant une taille de la portée et une mortalité similaires entre l'été et l'hiver. En effet, une augmentation de la taille de la portée durant l'hiver a été observée par ces auteurs, 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.*, 2007).

Tableau 5 : L'effet de la saison sur la taille de la portée (moyenne \pm écart-type).

Traits	Eté	Automne
Nés totaux, nb	8,22 \pm 1,05	8,70 \pm 1,66
Nés vivants, nb	7,29 \pm 2,11	8,55 \pm 2,03
Mortalité, nb	0,82 \pm 1,54	0,76 \pm 1,77
Mortalité, %	10,78 \pm 8,52	10,54 \pm 11,26

Les résultats obtenus nous permettent de conclure que :

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

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

La taille de la portée évolue significativement en fonction de la parité de la femelle, ce qui est en accord avec les résultats de la littérature. Cependant, aucun effet significatif de la saison n'a été noté sur l'ensemble de paramètres mesurés dans cette étude.

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

AFC et ITAVI, 1998. Mémento de l'éleveur des lapins, numéro hors série de la revue « *Cuniculture* » Mars/Avril 1988, 7^{ème} édition.

Afifi E.A., 2002. The Gabali rabbits (Egypt). In rabbit genetic resources in Mediterranean countries. *Options Méditerranéennes*, série B, CIHEAM, Zaragoza, N° 38, 51-64

Akpo Y., Kpodekon T.M., Tanimomo E., Djago A.Y., Youssao A.K.I., Coudert P., 2008. Evaluation of the reproductive performance of a local population of rabbits in south Benin. *9th World Rabbit Congress*. Verona, Italy, June 10-13, 29-34.

Argente M.J., Sanchez M.J., Santacreu M.A., Blasco A., 1996. Genetic parameters of birth weight and weaning weight in ovariectomised and intact rabbit does. *6th World Rabbit Congress*, Toulouse, (2), 237-240.

Barkok A., Jaouzi T., 2002. The Zemmouri rabbits (Morocco). In rabbit genetic resources in Mediterranean countries. *Options Méditerranéennes*, série B, CIHEAM, Zaragoza, N° 38, 175-185.

Barkok, A., "Quelques aspects de l'élevage du lapin au Maroc", *Options méditerranéennes: Série A*, n° 17, (1990), 19 - 22.

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

Ben Hamouda M., Kennou S., 1990. Croisement de lapins locaux avec la souche Hyla: résultats des performances de reproduction et de croissance en première génération. *Options Méditerranéenne. Série séminaires*. N°8-1990 : 103-108.

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.

Berepubo N.A., Nodu M.B., Monsi A., Amadi E.N., 1993. Reproductive response of pre pubertal female rabbit to photoperiod and/or male presence. *World Rabbit Science*, 1993. 1(2), 83-87.

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

Bodnar K., Torok I., Hejel P., Bodnar E., 1996. Preliminary study on the effect of ejaculation frequency on some characteristics of rabbit semen. *6th World Rabbit Congress*, Toulouse, 1996, 41-44.

Bolet G., 2002a. Fauve de Bourgogne (France). In rabbit genetic resources in Mediterranean countries. *Options Méditerranéennes*, série B, CIHEAM, Zaragoza, N° 38, 85-92.

Bolet G., 2002b. Strain INRA 2066 (France). In rabbit genetic resources in Mediterranean countries. *Options Méditerranéennes*, série B, CIHEAM, Zaragoza, N° 38, 109-116.

Bolet G., 2002c. Argente de Champagne (France). In rabbit genetic resources in Mediterranean countries. *Options Méditerranéennes*, série B, CIHEAM, Zaragoza, N° 38, 93-100.

Bolet G., 2002d. Flemish Giant (France). In rabbit genetic resources in Mediterranean countries. *Options Méditerranéennes*, série B, CIHEAM, Zaragoza, N° 38, 101-107.

Boussit D., 1989. Reproduction et insémination artificielle en cuniculture. Edition Association Française de cuniculture. 233p

.

Bouvier A.C., Jacquinet C., 2008. Pheromone in rabbit: Preliminary technical results on farm use in France. *9th World Rabbit Congress*. Verona, Italy, June 10-13, 303-308.

Bouzekraoui A., 2002. The Tadla rabbits (Morocco). In rabbit genetic resources in Mediterranean countries. *Options Méditerranéennes*, série B, CIHEAM, Zaragoza, N° 38, 165-174.

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

Bunaciu P., Cimpeanu I., Bunaciu M., 1996. Mating frequency effect on spermatogenesis and performance of breeding rabbits. *6th World Rabbit Congress*, Toulouse, 1996, 51-54.

Chavatte-Palmer P., Laigre P., Simonoff E., Challah M., Chesne P., Renard J.P., 2005. Caractérisation de la croissance *in utéro* par échographie chez la lapine. *11^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole*, 29-30 novembre 2005, Paris, 83-86.

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

Coutelet G., "Résultats technico-économiques des éleveurs de lapins de chair en France en 2012", 15^{ème} Journées de la Recherche Cunicole, Le Mans, (19-20 Novembre),(2013), 63-77.

Djellal F., Mouhous A., Kadi S.A., 2006. Performances de l'élevage fermier du lapin dans la région de Tizi-Ouzou, Algérie. *Livestock Reseach for Rural Developpment*, 18 (7) 2006.

FAO, "Situation de la production et des marchés avicoles et cunicoles bilan" , ITAVI, (2014), 49p.

Fayez M., Rashwan A., 2003. Rabbits behaviour under modern commercial production conditions. *Arch. Tierz., Dummerstorf* 46 (2003) 4, 357-376.

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

Gabery, 1992. Les lapins : races-soins-élevage. Ed : Rustica. Paris.

Gacem, M., et Bolet, G., "Création d'une lignée issue du croisement entre une population locale et une souche européenne", 11^{èmes} Journées de le Recherche Cunicole, Paris, France, (29-30 Novembre), (2005), 15-18.

Gacem, M., Zerrouki, N., Lebas, F., and Bolet, G., "Comparaison des performances de production d'une souche synthétique de lapins avec deux populations locales disponibles en Algérie", 3^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole, Le Mans, France, (17-18Novembre), (2009), 149 - 152.

Gallouin F., 1981. Mécanismes physiologiques de la reproduction. Etat endocrinien de la lapine après l'ovulation. *Cuniculture*, 8 (6), 294-297.

Gayrard V., 2007. Physiologie de la reproduction des mammifères. Ecole Nationale Vétérinaire Toulouse, septembre, 2007. 198p.

Giannetti R., 1984. L'élevage rentable du lapin. Edition : Vecchi, 191p.

Gisele R., 2005. Reproduction des animaux d'élevage. 2^{ème} édition, Edition: Educagri, 407p.

Gonzalez M.J., 2004. Maternal behavior in rabbit: regulation by hormonal and sensory factors. *8th World Rabbit Congress*. Puebla (Mexico), September, 2004, 1218-1228

Hawk H.W., 1982. Effect of acetylcholine, prostaglandins F2a and estradiol on number of sperm in the reproductive tract of inseminated rabbit. *J. Anim. Sc.*, 55(4),891-900.

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

Johnson M.H., Barry J., 2002. Reproduction. Sciences Médicales série Pasteur. Edition: DE BOEK université. 298p.

Khalil M.H., 2002a. The Baladi rabbits (Egypt). In rabbit genetic resources in Mediterranean countries. *Options Méditerranéennes*, série B, CIHEAM, Zaragoza, N°38, 37-50.

Khalil M.H., 2002b. The Giza White rabbits (Egypt). In rabbit genetic resources in Mediterranean countries. *Options Méditerranéennes*, série B, CIHEAM, Zaragoza, N°38, 23-36.

Lazzaroni C., 2002. The Carmagnola Grey rabbit (Italy). In rabbit genetic resources in Mediterranean countries. *Options Méditerranéennes*, série B, CIHEAM, Zaragoza, N°38, 141-150.

Lazzaroni C., Andrione A., Luzi F., Zecchini M., 1999. Performances de reproduction du lapin Gris de Carmagnola : influence de la saison et de l'âge des lapereaux au sevrage. *8èmes Journées de la Recherche Cunicole*, Paris, 1999, 151-154.

Lebas F., 1994. Physiologie de la reproduction chez la lapine. Journée. AERA-ASFC « la reproduction chez le lapin » 20 janvier 1994. 2-11.

Lebas F., 2009. Cuniculture, biologie du lapin. www.cuniculture.info (accès le 16/08/2009).

Lebas F., Coudert P., De Rochambeau H., Thebault R., 1996. Le lapin, élevage et pathologie. FAO. Edition : Rome, 227p

Lopez M., Sierra I., 2002. The Gigante de Espana Breed (Spain). In rabbit genetic resources in Mediterranean countries. *Options Méditerranéennes*, série B, CIHEAM, Zaragoza, N° 38, 209-220.

Marongiu M.L., Gulinati A., 2008a. Ultra sound evaluation of ovarian follicular dynamics during early pseudopregnancy as a tool to inquire into the High progesterone (P₊) syndrome of rabbit does. *9th World Rabbit Congress*. Verona, Italy, June 10-13, 393-398.

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", 10th World Rabbit Congress, Sharm El- Sheikh, Egypt, (September 3 - 6), (2012), 425 - 429.

Mccorkell R., Woodbury M., Adams G.P., 2006. Ovarian follicular and luteal dynamics in wapiti during estrous cycle. *Theriogenology*, 65, 540-556.

Millis T., Copland A., Osteen K., 1981. Factors affecting the post ovulatory surge of FSH in the rabbit. *Biology of reproduction*, 25, 330-335 (1981).

Moulla F., Yakhlef H., 2007. Evaluation des performances de reproduction d'une population locale de lapins en Algérie. *12^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole*, 27-28 novembre 2007, Le Mans, France, 45-48.

Moulla, F., et Yakhlef, H., "Evaluation des performances de reproduction d'une population locale de lapins en Algérie", 12^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole, 27-28 novembre, Le Mans, France, (2007), 45 - 48.

Nizza A., Di Meo C., Taranto S., Stanco G., 2001. Effect of collection frequency on rabbit semen production. *World Rabbit Science*, 2001. 10 (2), 49-52.

Oseni, S.O., "Rabbit production in low-input systems in Africa: prospects, challenges and opportunities", 10th World Rabbit Congress, Sharm El- Sheikh –Egypt, September 3 - 6, (2012), 719-731.

Ouyed A., Lebas F., Lefrancois M., Rivest J., 2007. Performances de reproduction de lapines de races Néo-Zélandais Blanc, Californien et Géant Blanc du Bouscat ou croisées en élevage assaini au Québec. *12^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole*, 27-28 novembre 2007, Le Mans, France, 145-148.

Perrier G., Theau-Clément M., Poujardieu B., Delhomme G., 1998. Essai de conservation de la semence de lapin pendant 72 heures. *7^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole*, 13-14 Mai, Lyon, France, 237-240.

Perrier, G., Theau-Clément, M., Jouanno, M., and Drouet, J.P. "Reduction of the GnRH dose and inseminated rabbit doe reproductive performance", 7th World Rabbit Congress, Valencia, Spain, V.A(4-7 July), (2010), 225-230.

Perrot B., 1991. L'élevage des lapins. Collection verte Armand colin, 127P.

Prud'hon M., 1975. Le lapin : Règles d'élevage et hygiène. Physiologie de la reproduction : Méthodes de reproduction, 87-106. Informations techniques des services vétérinaires, N° 51-54.

Ragab, M., Lavara R., Vicente J.S., Mínguez C., and Baselga, M., "Effect of lactation stage on litter size components in rabbits", 10th World Rabbit Congress, Sharm El-Sheikh, Egypt, (2012), (September 3 - 6), 373 – 377.

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.

Rodriguez De Lara R., Fellas L.M., 1999. Environmental factors and physiological factors influencing kindling rates and litter size at birth in artificially inseminated does rabbits. *World Rabbit Science*, 7(4), 191-196.

Rodriguez, De Lara R., and Fallas L.M., "Environmental and physiological factors influencing kindling rates and litter size at birth in artificial inseminated doe rabbits", *World rabbit science*, V.17, n°4, (1999), 191-196.

Salveti P., Theau-Clément M., Beckers J.F., Hurtaud F., Guerin P., Neto V., Falieres J., Joly T., 2007. Effect of the luteinizing hormone on embryo production in super ovulated rabbit does. *Theriogenology*, 67: 1185-1193.

Theau-Clément M., 2005. Préparation de la lapine à l'insémination : analyse bibliographique. *11^{èmes} journées de la Recherche Cunicole*. 23-30 Novembre, Paris.111-114.

Theau-Clément M., Bolet G., Fortun-Lamothe L., Brecchia G., Boiti C., 2008. High plasmatic progesterone levels at insemination depress reproductive performance of rabbit does. *9th World Rabbit Congress*. Verona, Italy, June 10-13, 459-464.

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", 10th World Rabbit Congress, Sharm El-Sheikh, Egypt, (September 3 - 6), (2012), 401 - 405.

Thibault C., Levasseur M. C., 2001. La reproduction chez les mammifères et l'homme. INRA Editions, 928p.

Tůma, J., Tůmova, E., and Valašek, 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.

- Varga G.Y., Szendro S.Z., Holdas S., 1984. Relationship between the number of mammary glands and the production of female rabbits. *3th World Rabbit Congress*, Rome, 4-8 April (2), 141-148.
- Verdelhan S., Bourdillon A., David J.J., Hurtaud J., Ledan L., Renouf B., Roulleau X. Salaun J.M., 2005. Comparaison de deux programmes alimentaires pour la préparation des futures reproductrices. *11^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole*, 29-30 novembre 2005, Paris, 119-122.
- Villena F.E., Ruiz Matas J., 2003. Technicien en élevage, Tome2, édition Cultural S.A. Poligon industriel Arroyomolinos. 256-266.
- Yaou A., Kpodekon M., Lebas F., 2009. Méthodes et techniques d'élevage du lapin : élevage en milieu tropical. www.cuniculture.info (accès le 16/08/2009).
- 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 9th World Rabbit Congress*, Verona, Italy, 10-13 June, (2008), 1637 - 1642.
- Ypsilantis P., Saratsis Ph., 1999. Early pregnancy diagnosis in the rabbit by real time ultra sonography. *World Rabbit Science*, 1999. 7(2), 95-99.
- Zerrouki N., Bolet G., Berchiche M., Lebas F., 2005a. Evaluation of breeding performance of local Algerian rabbit population raised in the Tizi-Ouzou area (Kabylia). *World Rabbit Science*, 2005, 13: 29-37.
- Zerrouki N., Kadi S.A., Lebas G., Bolet G., 2007. Characterization of a Kabylia population of rabbits in Algeria: Birth to winning, Growth performance. *World Rabbit Science*, 2007, 15:111-114.
- Zerrouki, N., Bolet G., Berchiche, M., and Lebas, F., "Evaluation of breeding performance of local Algerian rabbit population raised in the Tizi-Ouzou area (Kabylia)", *World Rabbit Science*, V.13, (2005), 29 - 37.
- Zerrouki, N., 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^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole*, Paris, (29-30 Novembre), (2005), 11-14.
- 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.