

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou
Facultés des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques



Départements des sciences agronomiques



MEMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

En vue de l'Obtention du

Diplôme

Master Académique en biologie

Option « biologie et physiologie de la reproduction »

Thème

**EFFET DE CROISEMENT DES
PORTÉES SUR LA MORTALITÉ DES
LAPEREAUX SOUS LA MÈRE DES
LAPINES DE DEUX TYPES
GÉNÉTIQUES S.S ET PB**

Présenté par : M^{elle}.MENAOUEL Djamila.

Devant le jury composé de :

M^{me}. AMROUN-LAGA T. T

Maitre assistante A

UMMTO

Promotrice.

M^{me}. BENABDESSELAM. R.

Maitre de conférences A

UMMTO

Présidente.

M^{me}. ZERROUKI-DAOUDLN

Professeur

UMMTO

Examinatrice.

Promotion : 2016/12017

Remerciements

- ◆ J'exprime ma profonde gratitude à **Mme AMROUN-LAGA.T.**, maître assistante à l'université de Tizi-Ouzou, d'avoir accepté de m'encadrer et de me léguer de son temps précieux malgré ses nombreuses obligations, je la remercie pour son apport scientifique et moral inestimable tout au long de ce travail et de m'avoir fait découvrir la cuniculture. Je lui exprime ma reconnaissance de m'avoir conseillé et orienté dans la bonne direction et je la remercie profondément pour tous ses conseils judicieux et l'intérêt qu'elle a manifesté pour la réalisation de ce travail.
- ◆ J'exprime ma reconnaissance à **Mme ZERROUKI-DAOUDI.N.**, Professeur à l'université de Tizi-Ouzou, d'avoir ouvert le Master « Biologie et Physiologie de la Reproduction » qui m'a donné l'opportunité de poursuivre mes études en Master et je la remercie chaleureusement pour toutes les connaissances scientifiques qu'elle nous a transmis tout le long de ce parcours de Master et d'avoir accepté d'examiner ce travail.
- ◆ Je remercie **Mme BENABDESSELAM. R.**, maître de conférences à l'UMMTO, pour les connaissances scientifiques qu'elle m'a appris tout au long de mon cursus universitaire et d'avoir accepté de présider le jury.
- ◆ Je remercie particulièrement et chaleureusement **Melle MALLIL. K.** maître assistante à l'UMMTO qui n'a ménagé aucun effort pour m'aider, je la remercie profondément de m'avoir poussé à poursuivre mes études en Master. Je lui exprime ma gratitude pour ses encouragements, son apport scientifique et moral qui m'ont guidé tout au long de mon parcours universitaire. Je lui exprime ma reconnaissance de m'avoir conseillé et orienté dans la bonne direction et je la remercie profondément pour tous ses conseils judicieux.
- ◆ Je ne manque pas de remercier chaleureusement **Mr BOUHADOUNE** propriétaire de la station où j'ai effectué mon expérimentation, pour ses conseils, et son aide précieuse.
- ◆ Je ne peux oublier de remercier les étudiantes **Melle BOUARAB N.** et **Melle SEHIM S.**, avec qui j'ai partagé toutes les étapes de ce travail.
- ◆ Je remercie tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce travail.
- ◆ Je ne peux finir sans remercier ma famille et mes proches qui m'ont permis ; chacun à sa façon d'aller jusqu'au bout.

Dédicaces

A la mémoire de ma regrettée sœur Nassima

*A ma famille, mes amis et tous ceux qui me
connaissent.*

Glossaire

Alimentation ad libitum : fait de mettre des aliments à la disposition des lapins en tout temps afin qu'ils se nourrissent lors qu'ils le désirent.

Cheptel : ensemble des animaux d'une catégorie de bétail dans une exploitation ou dans un pays.

Chlorpromazine : est un médicament antipsychotique de faible puissance qui a fait sa première apparition dans les années 1950. Habituellement, la chlorpromazine est employée pour traiter des psychoses (aiguës ou chroniques) telles que la schizophrénie, les troubles bipolaires (psychose maniaco-dépressive), voire l'autisme. Elle a une action sédatrice et joue un rôle d'antihypertenseur. Prescrite sur de courtes périodes en cas d'anxiété, la chlorpromazine agit aussi contre les vomissements et les nausées.

Coprophagie (caecotrophie) : Habitude, propre au lapin et au lièvre, de réingérer ses propres crottes d'origine cæcale. Elle permet une seconde digestion des aliments, comparable à la rumination.

Elongase : En biochimie, les **élongases** sont des enzymes présentes dans l'environnement membranaire, qui allongent les chaînes d'acides gras par l'ajout de deux atomes de carbone en fin d'acides carboxyliques. Ce processus intervient dans un "« complexe **élongase** »" qui associe plusieurs types d'enzymes.

Espèce Polytoque : Qualifie une espèce qui a habituellement plusieurs petits par portée.

Hybride : En génétique, un **hybride** est un organisme issu du croisement de deux individus de deux variétés, sous-espèces (croisement interspécifique), espèces (croisement interspécifique) ou genres (croisement inter-générique) différents.

Lactogénèse : le terme lactogénèse est utilisé pour décrire l'ensemble des phénomènes et des facteurs associés avec l'initiation de la lactation et la synthèse du lait (Johnson et Everitt, 2002).

Lapines transgéniques : ce sont des lapines dont le patrimoine génétique a été modifié par l'Homme.

Lignine : (du latin lignum qui signifie bois) est une biomolécule, en fait une famille de macromolécules polymères, qui est un des principaux composants du bois avec la cellulose et l'hémicellulose.

Mammogénèse : Le terme mammogénèse est utilisé pour décrire l'ensemble des phénomènes et des facteurs associés à la croissance et au développement du tissu mammaire. Ce développement va ainsi permettre la production du lait en quantité suffisante pour assurer la survie des nouveaux nés dès leur naissance (Charles et al., 2001).

Micelle : (nom féminin dérivé du nom latin mica, signifiant « parcelle ») est un agrégat sphéroïdal de molécules possédant une tête polaire hydrophile dirigée vers le solvant et une chaîne hydrophobe dirigée vers l'intérieur. Une **micelle** mesure de 0,001 à 0,300 micromètre.

Microbiote : Ensemble de micro-organismes, tels que les virus, champignons ou bactéries, qui vivent naturellement dans un environnement spécifique sans causer de problème particulier. Exemple : L'Escherichia coli fait partie du **microbiote** intestinal.

Périnatal : fait référence aux processus avant, pendant et immédiatement après la naissance.

Primipare : Dans le domaine médical, le terme de **primipare** est employé pour qualifier une femelle qui va accoucher pour la première fois. Il fait suite au terme de primigeste qui, lui, sert à désigner la femelle qui vit sa première parturition. Lorsqu'une femelle a déjà vécu un accouchement, on utilise alors le terme de **multipare**.

Prophylaxie : En médecine, une prophylaxie désigne le processus actif ou passif ayant pour but de prévenir l'apparition, la propagation ou l'aggravation d'une maladie. Le terme fait aussi bien référence à des procédés médicamenteux qu'à des campagnes de prévention ou à des « bonnes pratiques » adaptées.

Pseudo-Gestation : Manifestations physiques et psychiques d'une gestation y compris la sécrétion de lait après saillie chez une femelle non fécondée, donc en absence de gestation.

Sevrage : Cessation de l'alimentation lactée chez l'enfant, le petit animal.

Souche exotique : elle est définie comme étant « une espèce de flore, de faune ou un micro-organisme, qui ne se manifestent pas naturellement dans une aire donnée et qui sont introduits délibérément ou accidentellement par l'Homme dans des écosystèmes étrangers à leur habitat naturel » (Clare Shine et al., 2000).

GMQ : Gain moyen quotidien.
IA : Insémination artificielle.
ITELV : Institut technique des élevages.
MAT : Matière azoté totale
MB : Mise bas.
MG : Matière grasse
Mg : Magnésium
MS : Matière sèche
N : effectifs femelles
Na : Sodium
NT : Nés totaux.
NV : Nés vivants.
L : Lactose
P : Phosphate
PB : population blanche
PPV : poids de la portée vivante (lapereaux vivants)
SS: Souche synthétique
WRS: **World Rabbit Science**

WRC: **World Rabbit Congress**

JRC: **Journée de Recherches Cunicoles**

h² : indice d'héritabilité.

PM : **Poids Moléculaire**

AA : **Acide Aminé**

Ig : immunoglobulines

CEM : **Cellules Epithéliales Mammaires**

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Model conceptuel d'un système d'élevage cunicole (Feugier, 2006).....	3
Figure2 : les différentes Races étrangères (Wikipédia, 2017)	4
Figure 3 : Le lapin Kabyle (Berchiche et Kadi ,2002).....	5
Figure 4 : Néo-zélandais	6
Figure 5 : Californien	6
Figure 6 : lapereaux mort à la naissance (photo originale)	9
Figure 7 : Orchestration hormonale des mécanismes liés aux fonctions de la reproduction et de la lactation chez la lapine (Abdou <i>et al.</i> , 2012).....	21
Figure 8 : Conditions du bon fonctionnement de l'activité de reproduction chez la lapine (Lebas et al. , 1991).....	21
Figure 9 : Evolution de la production laitière de lapines simplement allaitantes ou simultanément gestantes et allaitantes (Fortun-Lamothe, 2006).....	24
Figure 10 : Les fractions azotée et protéique du lait de lapine (Amroun <i>et al.</i> ,2015).....	27
Figure 11 : Représentation schématique d'une sous-micelle et d'une micelle de caséines (Source : biochim-agro.univ-lille1.fr)	27
Figure12 : Situation géographique de la région de Tizirt.....	37
Figure 13 : Conditions climatiques de la région de Tizirt (Office national de métrologie 2014).....	38
Figure 14 : vue extérieure de la station de Tizirt (photo originale).....	38
Figure15 : Disposition des deux salles de la station de Tizirt (photo originale)	39
Figure 16 : Vue intérieure du bâtiment d'élevage (photo originale)	39
Figure 17 : disposition générale des cages (photo originale).....	39
Figure 18 : répartition des cages en deux (photo originale)	39
Figure 19 : Laboratoire d'analyse (photo originale)	40
Figure 20 : Différents phénotypes des lapines de la population blanche (PB) et de la souche synthétique (SS) (photo originale)	40
Figure 21 : l'alimentation donnée aux lapins	41
Figure 22 : L'aliment distribué en granulé.....	41
Figure 23 : Système d'abreuvement dans le clapier de Tizirt	42
Figure 24 : les mangeoires (photo originale).....	42
Figure 25 : la pipette d'eau (photo originale).....	42

Figure 26: Matériel utilisé pour l'insémination artificielle	43
Figure 27: Réalisation de l'insémination artificielle	43
Figure 28: diagnostic de gestation par palpation abdominale.....	44
Figure 29: Portée à la mise-bas	44
Figure 30: Portée pendant la période d'allaitement	44
Figure 31: Portée prête au sevrage	44
Figure 32: Organisation des adoptions croisées des portées entre lapines de la population blanche et la souche synthétique	46
Figure 33 : Evaluation de la mortalité des lapereaux sous la mère en fonction des années dans les deux types génétiques de lapines la population blanche (PB) et la souche synthétique (SS)	51
Figure 34 : Evaluation de la mortalité des lapereaux sous la mère en fonction des saisons dans les deux types génétiques de lapines la population blanche (PB) et la souche synthétique (SS)	52
Figure 35: Effet des adoptions croisées des portés sur le taux de mortalité durant la période d'allaitement.....	54
Figure 36: Effet des adoptions croisées des portés sur la taille des portées à L21.....	55
Figure 37 : Effet d'adoption sur la croissance des lapereaux.....	55
Figure 38 : Effet d'adoption sur la croissance des lapereaux SS	56
Figure 39 : Effet d'adoption sur le poids moyen de la portée à 21 jours de lactation.....	56
Figure 40 : Effet d'adoption sur la croissance des lapereaux PB.....	57

LISTE DES TABLEAUX

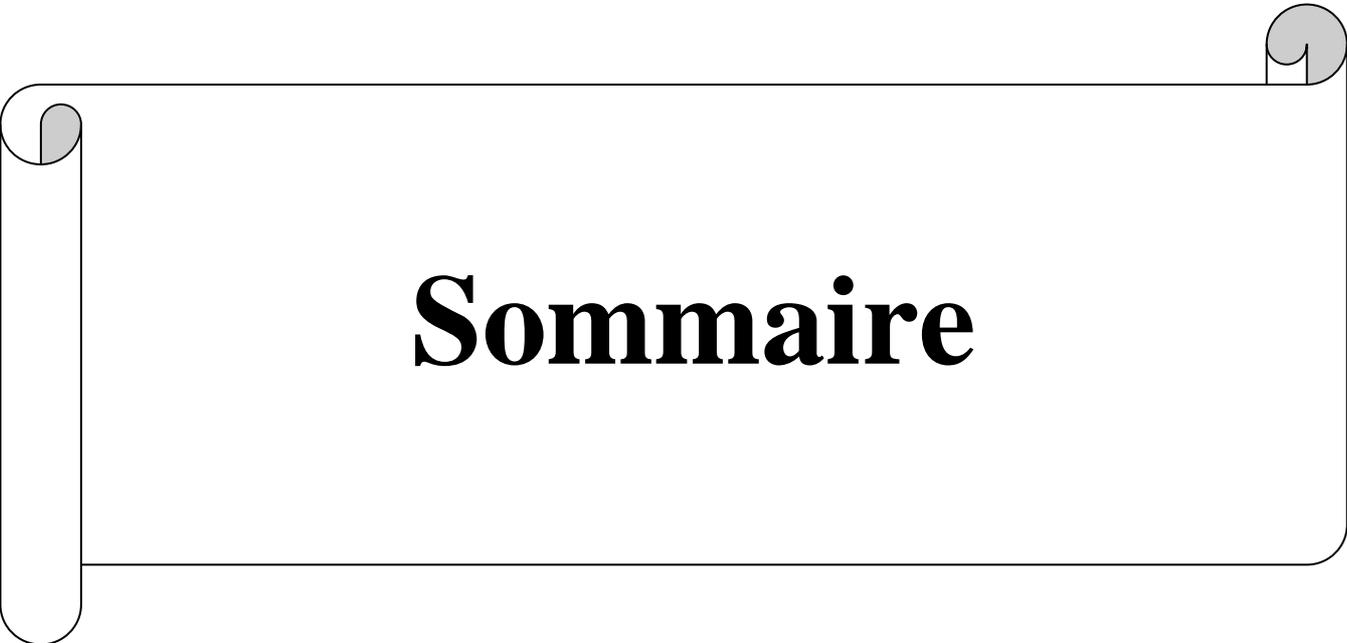
Tableau I : Synthèse des poids vifs obtenu pour le lapin Kabyle à différents âge.....	5
Tableau II : Performances de reproduction évaluées sur trois types génétiques de lapines	7
Tableau III : Synthèse bibliographique portant sur la mortalité des lapereaux au sein des populations blanche, locale et la souche synthétique.....	7
Tableau IV: Composition chimique du lait de lapine	26
Tableau V : Comparaison de la composition du lait de différentes espèces de mammifères ...	26
Tableau VI : Caractéristiques des caséines du lait de lapine	28
Tableau VII : Synthèse bibliographique sur les protéines sériques du lait et lapine.....	29
Tableau VIII: Concentrations des immunoglobulines dans le sérum, le colostrum et le lait de différentes espèces de mammifères.....	30
Tableau IX : Composition en acides gras du lait de lapine.....	30
Tableau X: Composition minérale du lait de lapine comparée aux laits bovin, caprin et ovin .	31
Tableau XI: Concentration des vitamines dans le lait de lapine.....	32
Tableau XII : Composition chimique du lait de lapine	33
Tableau XIII : Contenu en vitamines (mg/ml) du lait de lapine, à différents stades de lactation	33
Tableau XIV : Composition du lait de la lapine en acides gras à différentes situations physiologiques ou nutritionnelles.....	34
Tableau XIV: Composition moyenne de lait de lapine en fonction du rythme de reproduction (% de la matière brute)	35
Tableau XVI : Composition chimique de l'aliment	42
Tableau XVII: Organisation des adoptions croisées entre mères de la PB et de la SS	46
Tableau XVIII : Caractéristiques pondérales des lapines à la mise-bas en période d'allaitement et enfin durant le sevrage	49
Tableau XIX : Evaluation des taux de mortalité des lapereaux allaités par les lapines SS et PB suivant le schéma des adoptions croisées.....	53
Tableau XX: Evaluation de la croissance des lapereaux allaités par les lapines SS et PB suivant le schéma des adoptions croisées (L21).....	54

ABSTRACT

The aim of this work is to study the effect of mother change on litter viability in rabbits belonging to two Algerian genetic types: synthetic strain (SS) and white population (PB). Forty nine (49) multiparous rabbits do of the two genetic types (SS and PB) were followed on three lactations. The numbers and weights of litters were recorded from birth up to the 3rd week of lactation. Milk production of does was estimated by weighing each doe before and after the single daily. Cross-adoptions of nursing litters by mothers of different genetic origin showed differences in the viability of the young rabbits and their growth in favor of synthetic strain rabbits does. By cons, SS litters nursed by PB rabbits survive less compared to litters nursed by SS females. Milk produced by rabbits BP seems to contain a harmful element that is the cause of high mortality rates recorded. Conversely milk produced by rabbits SS seems to have a particular biochemical composition for the survival of rabbits PB group. We can conclude that the early results suggest that the genetic origin of milk, including its biochemical composition, could be a genetic factor responsible for the viability of rabbits during lactation phase. A study on a greater number of litters and followed over several cycles could confirm our results.

RESUME

Le but de ce travail est d'étudier l'effet du changement de mère sur la viabilité des lapereaux chez les lapins appartenant à deux types génétiques algériens: la souche synthétique (SS) et la population blanche (PB). Quarante-neuf (49) lapins multipares des deux types génétiques (SS et PB) ont été suivies sur trois lactations. Les nombres et les poids des portées ont été enregistrés de la naissance à la 3ème semaine de la lactation. La production laitière a été estimée en pesant chaque lapine avant et après le seul jour. Evaluation de la croissance des lapereaux allaités par les lapines SS et PB suivant le schéma des adoptions croisées des portées par des mères d'origine génétique différentes ont montré des différences dans la viabilité des jeunes lapins et leur croissance en faveur des lapereaux la souche synthétique. Par contre, les lapereaux SS nourries par le lait des lapines PB survivent moins par rapport aux portées allaitaient par les lapines SS. Le lait produit par les lapins PB semble contenir un élément nuisible qui est à l'origine des taux élevés de mortalité enregistrés. À l'inverse, le lait produit par des lapins SS semble avoir une composition biochimique particulière qui favorise la survie des lapereaux du groupe PB/ lait SS et diminue leur taux de mortalité. Nous pouvons conclure que les premiers résultats suggèrent que l'origine génétique du lait, pourrait être un facteur génétique responsable de la viabilité des lapins pendant la phase de lactation. Une étude sur un plus grand nombre de portées et suivies sur plusieurs cycles pourrait confirmer nos résultats.

A decorative graphic of a scroll, consisting of a horizontal rectangular frame with rounded corners and a vertical strip on the left side that extends downwards. The scroll is outlined in black and has a light gray shadow on its top and right edges, giving it a three-dimensional appearance. The word "Sommaire" is centered within the scroll's frame.

Sommaire

TABLE DES MATIERES

Remerciements	
Dédicace	
Glossaire	i
Liste des abréviations	iii
Liste des figures	iv
Liste des tableaux	vi
Résumé	vii

INTRODUCTION	1
---------------------------	----------

PARTIE 1 : PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I : Rappels bibliographiques sur la cuniculture

1. Définitions	2
1.1. Race	
1.2. Population	2
1.3. Souche	
2. Elevage du lapin en Algérie	
2.1. Espèces cunicoles en Algérie	
2.1.1. Population locale (le lapin Kabyle)	5
2.1.2. Population blanche (PB)	6
2.1.3. Souche synthétique (SS)	6
2.2. Comparaison des performances zootechniques des animaux de la souche synthétique avec celles des animaux de la population blanche et la population locale.....	6
3. Mortalité des lapereaux dans les élevages cunicoles en Algérie	7

Chapitre II : La mortalité des lapereaux

1. Définitions	9
1.1. Mortalité prénatale des lape	9
1.2. Mortalité des lapereaux de la naissance au sevrage	9
1.2.1. Mortalité périnatale.....	9
1.2.2. Mortalité de la naissance au sevrage	10
2. Variation de la mortalité des lapereaux	10
2.1. Facteurs intrinsèques.....	11
2.1.1. Effet génétique.....	11
2.1.2. Effets état physiologique de la lapine (effets maternels).....	12
2.2. Facteurs extrinsèques	14

2.2.1. Facteurs liés à la portée	14
2.2.1.1. Effectif taille de la portée	14
2.2.1.2. Effet poids de la portée à la naissance	14
2.2.2. Effet de l'alimentation et de la saison de mise bas.....	15
2.2.2.1. Effet de l'alimentation.....	15
2.2.2.2. Effet de la saison de mise bas.....	16

Chapitre II : caractéristiques du lait de la lapine

1. Rappels succincts portants sur la physiologie de la reproduction et de la lactation chez la lapine.....	20
1.1 Particularités de la reproduction chez la lapine	20
1.2. Particularités de la lactation chez la lapine	22
2. Production laitière chez la lapine	24
2.1. Aspect quantitatif de la production laitière chez la lapine	24
2.2. Aspect qualitatif de la production laitière chez la lapine.....	25
2.2.1. Composants du lait de lapine	26
2.2.1.1. Protéines	26
2.2.1.2. La matière grasse.....	30
2.2.1.3. Les glucides.....	31
2.2.1.4. Les fractions minérale et vitaminique	31
3. Déterminisme des variations de la composition biochimique du lait de lapine.....	32
3.1. Stade de lactation	32
3.1.1. Le stade colostrum	32
3.1.2. Le stade lait mature	33
3.2. Alimentation.....	34
3.3. Rythme de reproduction et état physiologique.....	35
3.4. Effet race	35
3.5. Saison	35

PARTIE 2 : PARTIE EXPERIMENTALE

Chapitre I : Matériel et Méthodes

1. Objectifs de l'étude	37
2. Matériel et méthodes communs.....	37
2.1. Période et lieu du déroulement de l'expérimentation	37

2.2. Conditions climatiques.....	38
2.3. Bâtiment d'élevage	38
2.4. Matériel biologique (animaux)	40
2.5. Conduite de l'élevage	41
2.5.1. Alimentation et abreuvement.....	41
2.5.2 Entretien de l'élevage	43
2.5.3 Reproduction	43
3. EXPERIMENTATIONS	45
3-1-Expérimentation I : Evaluation de la moralité dans un élevage cunicole renfermant les animaux de la population blanche et de la souche synthétique.....	45
3.2. Expérimentation I : Effet des adoptions croisée entre les portées des lapines de la souche synthétique et de la population blanche sur la mortalité des lapereaux en période l'allaitement	45
3.2.1. Protocol expérimental	45
4. Mesures réalisées.....	46
5. Analyses statistiques	47

Chapitre II : Résultats et discussion

1. Evaluation de la moralité dans un élevage cunicol renfermant les animaux de la population blanche et de la souche synthétique	49
1.1. Performances des femelles et des lapereaux	49
1.1.1. Prolificité à la naissance	50
1.1.2. Poids des portées à la naissance	50
1.1.3. Poids des portées au sevrage	50
1.1.4. Taux de mortalité	51
1.1.4.1. Taux de mortalité naissance-sevrage.....	51
1.1.4.2. Mortalité des lapereaux en fonction des années.....	51
1.1.4.3. Mortalité des lapereaux en fonction des saisons	52
2. Effet du changement de l'origine génétique de la mère allaitante sur la viabilité des jeunes lapins et leur croissance pendant la période d'allaitement.....	53
2.1. Effet d'adoption sur le taux de mortalité.....	53
2.2. Evaluation de la croissance des lapereaux allaités par les lapines SS et PB suivant le schéma des adoptions croisées	54
Conclusion.....	59



INTRODUCTION

Chez les mammifères, l'alimentation du jeune dépend exclusivement du lait, liquide complexe dont les effets vont au-delà de sa valeur nutritionnelle. Le lait confère en effet au nouveau-né des avantages d'ordre protecteur et adaptatif, à travers des molécules bioactives qui sont transférées de la mère au jeune pendant la période d'allaitement. Dans le cas du lapin, le lait constitue le seul aliment des lapereaux durant les dix-sept premiers jours de vie, en quantité suffisante, il permet une croissance harmonieuse du lapereau au cours de la période de lactation (Fortun-Lamothe et Gidenne, 2003). C'est dans ce contexte que s'insère notre expérimentation qui consiste à mettre en évidence le rôle du lait dans la survie des lapereaux.

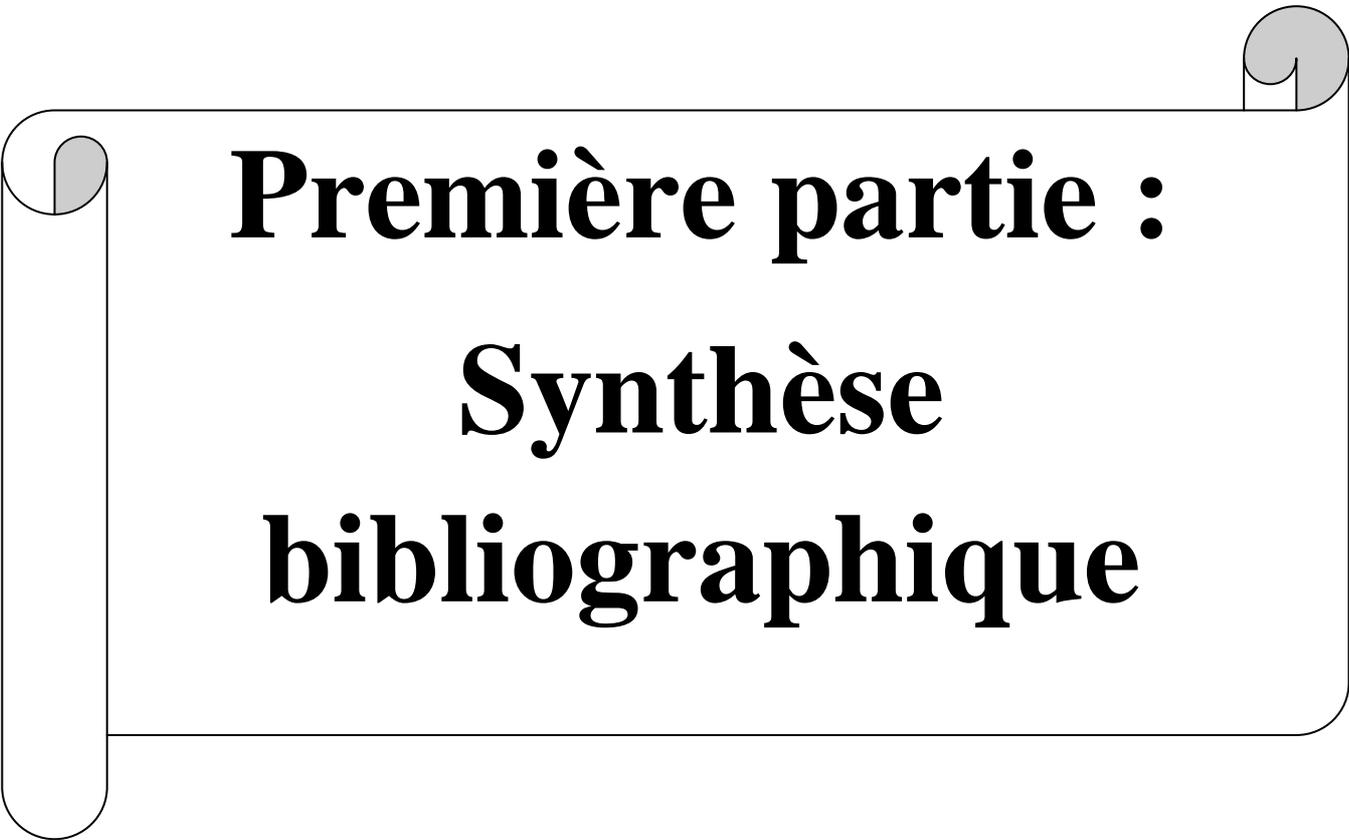
En Algérie, bien que les populations locales des lapins existent et soient bien adaptées aux conditions climatiques, leurs prolificités et leurs poids sont trop faibles. Une comparaison des performances de reproduction des lapines appartenant aux deux types génétiques élevés dans la région de Tizirt, à savoir le lapin de population blanche (PB) et la souche SS a montré une supériorité de cette dernière pour les caractères « prolificité à la naissance » et « poids des lapines et des portées nées » (Zerrouki *et al*, 2014 ; Lebas *et al*, 2010). Cependant la productivité au sevrage dans la SS, exprimée en nombre de lapereaux sevrés par femelle et par portée et/ou par an s'avère très faible surtout en période estivale. Ces faibles productivités sont liées à une forte mortalité durant la phase d'allaitement (Zerrouki *et al*, 2014 ; Chibah-Aït Bouziad *et al*, 2014).

Afin d'identifier les causes de cette forte mortalité, des études portant sur l'évaluation quantitative de la fonction lactée des lapines ont été réalisées. Elles ont essentiellement porté sur l'évaluation quantitative de la fonction lactée des lapines (Zerrouki *et al*, 2012 ; Chibah-Aït Bouziad *et al*, 2014).

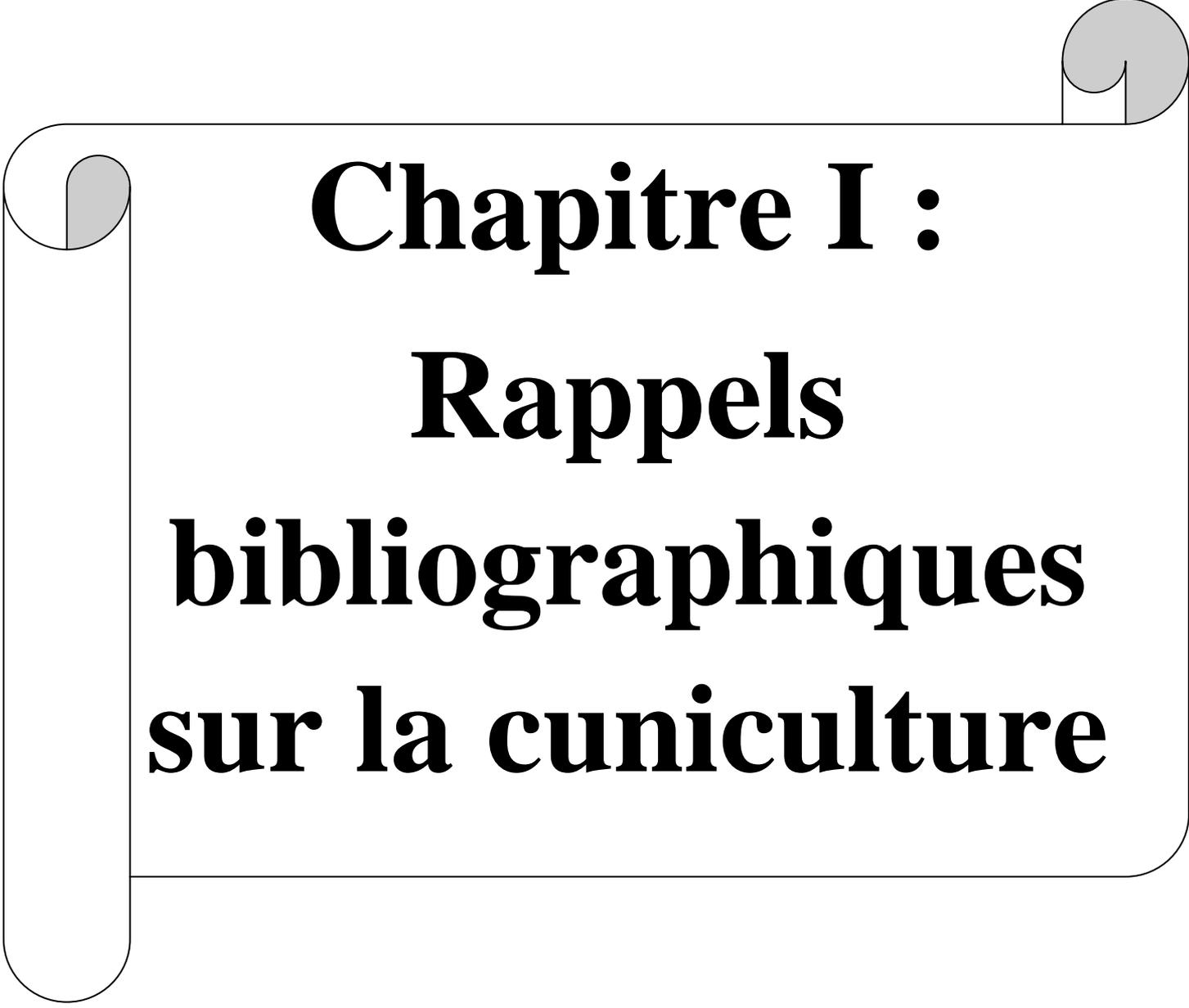
Notre travail fait suite aux travaux réalisés sur la caractérisation du lapin de deux types génétiques (population blanche et type amélioré). Il consiste à montrer l'incidence d'homogénéisation et du croisement des portés sous la mère (via adoption croisé) entre deux types génétiques sur les performances lactières lapereaux ainsi la croissance des lapereaux.

En ce sens, notre travail est structuré en deux parties, la première, représente une synthèse sur l'élevage du lapin de chair la mortalité ainsi que la croissance et la viabilité du lapereau puis on abordera en bref la physiologie de la reproduction et de la lactation chez la lapine, par la suite on détaillera les différentes caractéristiques du lait de la lapine.

Une deuxième partie, où nous avons présenté matériel et méthodes, l'analyse des paramètres de reproduction, résultats et discussion et enfin la conclusion générale.



Première partie :
Synthèse
bibliographique



Chapitre I :
Rappels
bibliographiques
sur la cuniculture

La filière cunicole a connu des avancées scientifiques importantes depuis 1980. Les résultats des différentes recherches ont fait l'objet de nombreuses publications dans des revues spécialisées (Cuni-Science et WRS) et des rencontres scientifiques dans le domaine de la cuniculture (WRC, JRC). Cette partie constitue une synthèse des connaissances sur la cuniculture en général.

1. Définitions

1.1. Race

La notion de race peut avoir plusieurs acceptations suivant la conception envisagée par le généticien, le biologiste, le zootechnicien, l'éthologiste ou l'éleveur. En outre chaque culture construit sa définition (Bouchet et Nouaille, 2002).

Selon Lebas (2002), la meilleure des définitions relatant la notion de race correspond à celle de Quittets stipulant que la race, au sein d'une espèce, est une collection d'individus ayant en commun un certain nombre de caractères morphologiques et physiologiques qu'ils perpétuent lorsqu'ils en se reproduisant entre eux.

1.2. Population

Pour le généticien, une population est un ensemble d'individus capables de se reproduire entre eux (De Rochambeau, 1990). La plus part des lapins utilisés pour la production de viande commerciale appartiennent à des populations d'animaux dont la morphologie peut rappeler les phénotypes de races distincts sans pour autant répondre aux critères d'origine standards propres à la race. Leur morphologie peut également être à part, il s'agit des lapins « commun », gris, tachetés ou blancs...etc. , issus de croisements divers non planifiés (élevage fermier) ou appartenant à des populations locales (Lebas, 2002 (a)).

1.3. Souche

Une souche est une population d'effectif limité, fermée ou presque, sélectionnée pour un objectif précis que standard. Elle se créer à partir d'une ou plusieurs populations et/ou races. Ces souches sont souvent génétiquement plus homogènes que les races (De Rochambeau, 1990).

Les souches de lapin sont destinées à des fins de recherche, elles sont entretenues pour l'étude de leurs caractéristiques biologiques et zootechniques en vue d'obtenir une meilleure utilisation en sélection (Lebas, 2002 (b)).

2. Elevage du lapin en Algérie

L'élevage cunicole a longtemps été délaissé. Entre 1985 et 1988, il y a eu une tentative d'intensification basée sur un cheptel exotique, avec l'objectif d'atteindre 5000 tonnes/an. Néanmoins, cette action a échoué en raison de la méconnaissance de l'espèce cunicole, le faible niveau technique des éleveurs.

La fragilité du cheptel importé (hybrides), la déficience en cellulose de l'aliment utilisé et l'absence de bâtiments d'élevage adéquats ont conduit à cette situation.

Suite à cet échec, le développement de l'élevage cunicole s'est orienté vers une démarche plus rationnelle et progressive, tenant compte de la situation des éleveurs déjà en exercice et de leurs préoccupations techniques et économiques.

Toutefois, les programmes de développement de la cuniculture lancés dans les wilayas de Tizi-Ouzou et de Constantine respectivement en 1997 et 2000, dans le cadre de l'emploi de jeunes et de l'agriculture de montagne, ont permis l'obtention de résultats très encourageants grâce à une assistance soutenue des services techniques agricoles et de l'Institut Technique des Elevages.

Actuellement, les éleveurs utilisent des souches importées et des populations locales afin d'équilibrer leurs rendements. Pour optimiser les performances d'un élevage cunicole, l'éleveur intervient à différents niveaux qu'il doit savoir combiner : la reproduction, la génétique, l'alimentation, la prophylaxie, le renouvellement et le logement (figure 1).

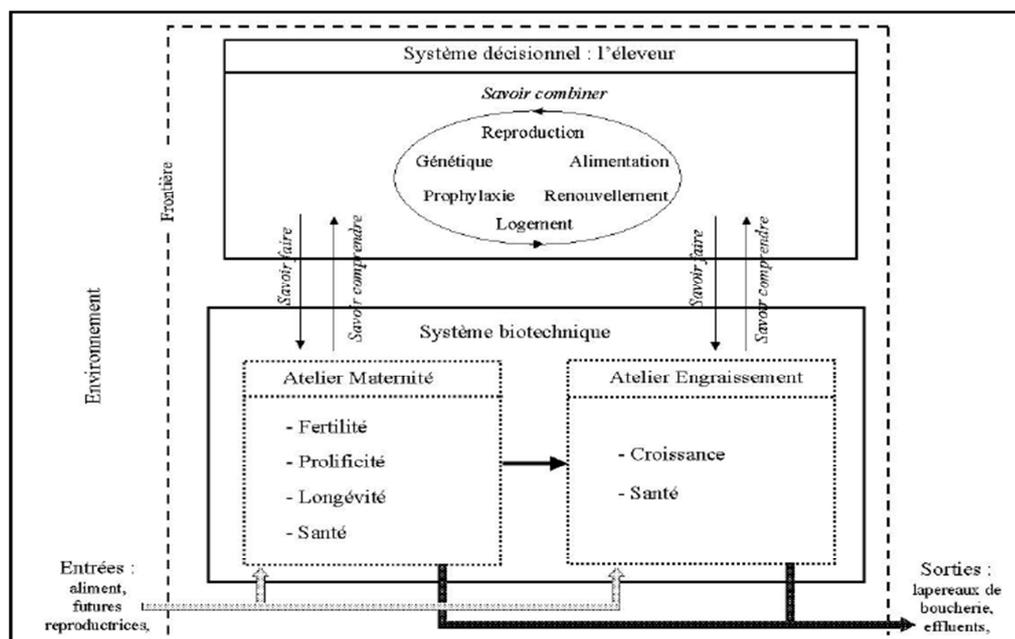


Figure 1 : Model conceptuel d'un système d'élevage cunicole (Feugier, 2006).

En parallèle, des travaux de recherche sur le lapin local menés par l'université et l'ITELV ont permis d'enregistrer de bonnes performances zootechniques (reproduction et croissance), très prometteuses pour certaines, comparativement aux résultats obtenus avec les souches exotiques (Feliachi et al. , 2003).

2.1. Espèces cunicoles en Algérie

Les espèces cunicoles en Algérie sont représentées par la famille taxonomique des léporidés, qui intègre les lapins domestiques (*Oryctolagus cuniculus domesticus*) et les lièvres (*Lepus capensis*) ou " le lièvre brun" phénotypique résultante des croisements intempestifs et parfois volontaristes (recherche des caractères de performances) avec des races étrangères introduites en Algérie, au cours des années soixante-dix, dans le cadre de certains projets de développement rural (le Blanc Néo-Zélandais, le Fauve de Bourgogne, le Géant des Flandres, le Californien et même le Géant d'Espagne). Ce processus était aggravé par l'introduction, entre 1985 et 1989, des reproducteurs sélectionnés, (hybrides comme Hyla et Hyplus), destinés aux élevages intensifs (Berchiche et Kadi, 2002; Ferrah et al., 2003; Othmani-Mecif et Benazzoug, 2005; Djellal, Mouhous et Kadi ,2006), (figure2).



Figure2 : les différentes Races étrangères (Wikipédia, 2017).

Selon Berchiche et Kadi (2002), et Djellal, Mouhous et Kadi (2006), le résultat de ces introductions aléatoires était une mixture anarchique et la perte du lapin originaire dans certaines régions (La Kabylie).

De plus, la tentative d'introduction et d'intensification de l'élevage du lapin a échoué en raison de nombreux facteurs dont la méconnaissance de l'animal, l'absence d'un aliment industriel adapté, l'absence d'un programme prophylactique.

Après cet échec, la stratégie du développement de cette espèce s'est basée sur la valorisation du lapin des populations locales (Gasem et Bolet, 2005).

2.1.1. Population locale (le lapin Kabyle)

En Algérie, une population a été le sujet de plusieurs études, dont la plupart s'en tenaient à l'étude des performances zootechniques, c'est la population kabyle du lapin (Tableau I). Appartenant à la population locale de la Kabylie (région de Tizi-Ouzou), c'est un lapin caractérisé par un poids adulte moyen de 2,8 kg cette valeur permet de classer cette population dans le groupe des races légères, comme les lapins Hollandais et Himalayen (Zerrouki *et al.*, 2001 ; Zerrouki *et al.*, 2004 ; Zerrouki-Daoudi., 2006).



Figure 3: Le lapin Kabyle (Berchiche et Kadi ,2002).

Cette population a présenté une bonne adaptation aux conditions climatiques locales elle est utilisée principalement dans la production de viande, mais sa prolificité et son poids adulte sont trop faibles pour être utilisable telle quelle dans des élevages producteurs de viande. La productivité numérique enregistrée chez les femelles de cette population est de l'ordre de 25 à 30 lapins sevrés /femelle /an. (Berchiche et Kadi, 2002 ; Gacem et Bolet, 2005; Zerrouki *et al.*, 2005).

Tableau I : Synthèse des poids vifs obtenu pour le lapin Kabyle à différents âge

Classe I (Jeunes)		Classe II(Adultes)	Références
Age (Semaine)	Poids (Kg)	Poids (Kg)	
13	1,800	-	Fettal, Mor et Benachour, (1994)
-	-	3,000	Zerrouki <i>et al.</i> , (2001)
12	1,900	≈	Berchiche et Kadi, (2002)
13	1,926	≈	Berchiche <i>et al.</i> , (2004)
15	2,290	2,810	Lakabi <i>et al.</i> , (2004)
-	-	2,890	Zerrouki <i>et al.</i> , (2004)
12	2,03	-	Zerrouki <i>et al.</i> , (2005)

2.1.2. Population blanche (PB)

La population blanche algérienne est issue des programmes de développement de la filière cunicole. En effet, durant les années 70, l'Algérie a importé quelques individus de lapins de races pures (Néo-Zélandais, Californiens, Fauve de bourgogne) élevés à la coopérative de Draa Ben Khada. Durant les deux années 1985 et 1986, un autre programme est lancé. Une importation de l'hybride «Hyplus » commercialisé par Grimaud frères (France) a été initiée au centre par l'ORAC, à l'Ouest par l'ORAVIO et à l'est par l'ORAVIE, figures (4,5).

Cette population de phénotype albinos dominant décrite comme étant plus lourde et plus prolifique que la population locale (Zerrouki *et al.*, 2007).



Figure 4 : Néo-zélandais



Figure 5 : Californien

2.1.3. Souche synthétique (SS)

Une collaboration entre l'INRA et l'université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, ayant comme finalité l'amélioration de la cuniculture en Algérie, a donné naissance aux animeaux de la souche synthétique. Les lapins de la synthétique sont issus de l'insémination de femelles de population locale par de la semence de mâles de la souche INRA2666 (Gacem et Bolet, 2005 ; Gacem *et al.*, 2008).

La souche 2666 a été sélectionnée à l'INRA Toulouse pour sa prolificité (9 lapereaux nés vivants par mise bas et 7,52 sevrés) et possédant un poids adulte sensiblement plus élevé et une meilleure aptitude à la croissance que la population locale algérienne (4,2 kg adulte, vitesse de croissance de 35-37 g/jour dans les conditions françaises) (Lebas *et al.*, 2010).

Cette souche est elle-même une souche synthétique créée à partir de la Souche INRA 2066 qui est à l'origine des hybrides commerciaux français (lignées maternelles) et de la *Linea Verde* espagnole sélectionnée à Valence pour son aptitude à la reproduction en conditions chaudes (Bolet et Saleil., 2002; Lebas, 2007).

2.2. Comparaison des performances zootechniques des animaux de la souche synthétique avec celles des animaux de la population blanche et la population locale

Les lapines de la souche synthétiques sont plus lourdes à la saillie par rapport aux lapines des populations blanche et locale. Les écarts de prolificité observés montrent également, une nette supériorité de souche synthétique en comparaison avec les deux autres types génétiques.

En revanche, les performances de croissances restent modestes (23-24g/j) pour les trois types génétiques (Tableau 2) (Gacem *et al.*, 2009 ; Lebas *et al.*, 2010 ; Zerrouki *et al.*, 2014 (a)).

Tableau II : Performances de reproduction évaluées sur trois types génétiques de lapines

	Souche synthétique	Population blanche	Population locale
Poids de la femelle à la saillie (g)	3633 a	3434 b	3278 c
Taux d'acceptation de saillie (%)	64,5b	69,2	64 b
Taux de fertilité (%)	51	52	51
Taux de mise bas	9,5 a	7,42 b	6,75 c
Nés totaux/mise bas	8,74 a	6,84 b	6,23 c
Sevrés/Sevrage	7,08 a	6,09 b	5,45 c
Poids indiv.Naiss. (g)	54 b	62 a	61 a
Poids indiv. Sevrage (g)	553 b	554 b	565 a

a,b,c : indique des différences significatives entre les moyennes deux à deux au seuil de 5%.

3. Mortalité des lapereaux dans les élevages cunicoles en Algérie

Les forts taux de mortalité des lapereaux au sein des élevages cunicoles représentent un véritable frein au développement de la filière en Algérie. En effet les pertes enregistrées aussi bien à la mise-bas qu'en périodes d'allaitement et péri-sevrage sont si importantes que plusieurs études se sont intéressées à la question.

La résultante des différents des travaux entrepris (Zerrouki *et al.*, 2005 ; Saidj 2006 ; Gacem *et al.*, 2008 et 2009) indique que dans les populations locale et blanche ,on enregistre un fort taux de mortalité notamment à la mise-bas ainsi qu'en période péri-sevrage.

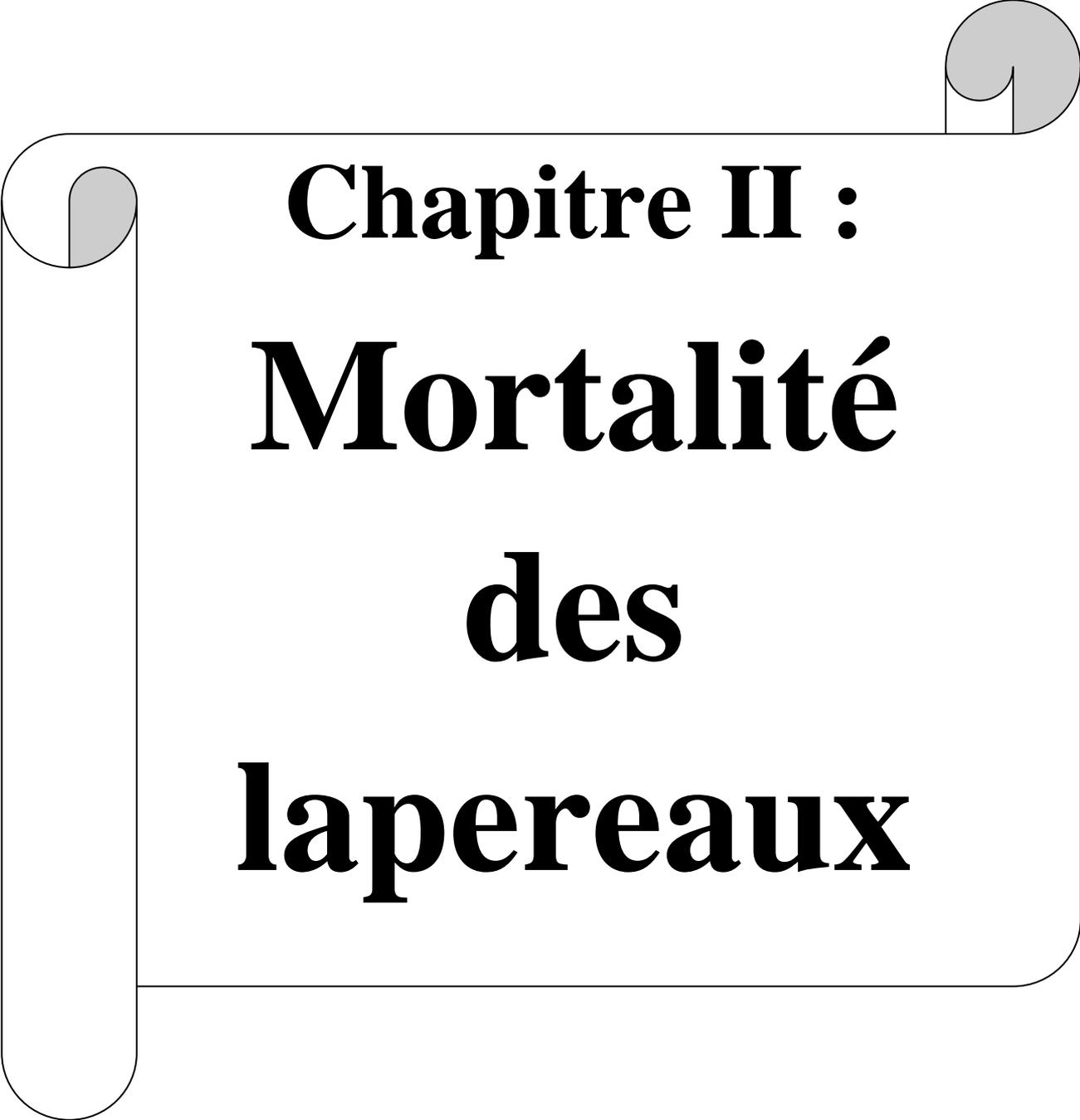
En revanche, la souche synthétique enregistre moins de pertes.

Tableau III : Synthèse bibliographique portant sur la mortalité des lapereaux au sein des populations blanche, locale et la souche synthétique

	(1) Population locale UMMTO	(2) Population locale Itelv	(3) Population blanche Djebla	(4) Population blanche Djebla	(5) Souche synthétique
A la naissance (%)	16	11,43	7,3	13	11,3
Naissance-sevrage (%)	14	37,32	15,7	33	17

(1) Zerrouki *et al.*, 2005 ; (2) Saidj 2006 (3) Gacem *et al.*, 2008 et 2009.

Chez le lapin, la période néonatale est une période de forte mortalité. Cependant, les mortalités des lapereaux ont des causes diverses et réduisent la taille de la portée au sevrage. La taille de la portée à la naissance et la viabilité des lapereaux de la naissance au sevrage sont des critères très importants dans la caractérisation de toute population de lapins (Belhadi *et al.*, 2002 ; Zerrouki *et al.*, 2003).

A decorative graphic of a scroll with a black outline and rounded corners. The scroll is partially unrolled, with the top edge curving upwards and the bottom edge curving downwards. The text is centered on the scroll.

Chapitre II :
Mortalité
des
lapereaux

La rentabilité économique d'un élevage cynicole dépend entre autre du taux de mortalité et de la croissance des lapereaux. Des pertes de 25 à 60 % de l'effectif initial sont observées entre la naissance et l'abattage. Mais, c'est entre la naissance et le sevrage que l'éleveur enregistre la majorité des pertes, par disparition, soit de quelques lapereaux, soit de la portée entière (Lebas, 1974 ; Coudert, 1982 ; Belhadi *et al.*, 2002 ; Zerrouki *et al.*, 2003).

Le lapereau avant d'être sevré, présente des fragilités, mais dispose également de capacités d'adaptation biologique.

1. Définitions

1.1. Mortalité prénatale des lapereaux

La mortalité prénatale des lapereaux représente la mortalité embryonnaire et fœtale qui induit une réduction considérable de la taille des portées à la naissance. Les défauts d'implantation correspondent à la mortalité embryonnaire précoce, de 0 à 7 jours de gestation et les défauts de survie à 14 jours correspondent à la mortalité à mi- gestation (Theau-Clément et Poujardieu, 1994 ; Fortun-Lamothe et Bolet, 1995).

La survie et le développement des fœtus sont étroitement liés aux nutriments apportés par le placenta (Argente *et al.*, 2003 ; Argente *et al.*, 2008). De plus, Les embryons mal irrigués ont un plus grand risque de mortalité et un poids plus faible par rapport à des embryons mieux irrigués. C'est pourquoi l'alimentation vasculaire intra-utérine qui joint chaque site d'implantation semble avoir un effet sur le développement des fœtus et son placenta, tout comme sur la viabilité du fœtus (Argente *et al.*, 2008).

Le taux d'ovulation et la qualité des ovocytes régissent la survie embryonnaire et fœtale embryonnaire (Blasco *et al.*, 2005 ; Argente *et al.*, 2008).

1.2. Mortalité des lapereaux de la naissance au sevrage

1.2.1. Mortalité périnatale

La mortalité périnatale ou mortinatalité est définie comme étant le nombre de lapereaux retrouvés morts à la naissance (figure1) et c'est le rapport entre le nombre des nés-morts et celui des naissances (Poigner *et al.*, 2000 et Szendrö, 2000).



Figure 6: lapereaux mort à la naissance (photo originale)

Selon Lebas (2010), dans les élevages commerciaux français le réseau RENACEB qui représente 85% des élevages cynicoles français rapporte une mortalité de 5,6% en 2009.

La mortalité périnatale des lapereaux est soumise à de grandes variations, elle se situe généralement autour de 7,5% (Lebas *et al.*, 1996).

Dans les travaux de caractérisation du lapin local en Algérie, Zerrouki *et al.*, (2007) enregistrent un taux de mortalité de 7,3% des nés totaux pour le lapin de la population blanche. Par ailleurs, Gacem *et al.*, (2008) rapportent un taux supérieur (13,8 %) chez le lapin de la souche synthétique.

Marai et Rashwan(2004) rapportent un taux de mortalité avant le sevrage élevé (33%) dans un environnement subtropical.

1.2.2. Mortalité de la naissance au sevrage

La mortalité naissance-sevrage correspond aux pertes enregistrées durant la période d'allaitement. Les plus forts taux de mortalité sont liés aux difficultés d'adaptation des lapereaux au passage de la vie foetale intra utérine (milieu thermorégulé) à l'existence autonome qui est un énorme challenge (Combes *et al.*, 2013).

Selon Lebas *et al.*, (1991), la mortalité se situe en moyenne entre 8 et 12% . Au sein des élevages français contrôlés, le taux de mortalité sous la mère est proche des 20%, selon Guerder (2002).

A la première semaine d'âge des lapereaux, la mortalité enregistrée sous la mère est de 13,3% selon Poigner *et al.*, (2000). Un taux de mortalité de 8,4% a été obtenu la première semaine pour un taux de mortalité sous la mère de 15,4% par Planinc *et al.*, (2011).

La mortalité qui survient dans les jours qui suivent la mise-bas est principalement liée à la disparition des lapereaux les plus légers (Poigner *et al.*, 2000; Szendrő, 2000 ;Perrier *et al.*, 2003). La maîtrise de l'homogénéité des poids de portée est donc un facteur qu'il faut prendre en compte pour améliorer la viabilité des lapereaux (Chibah-Ait bouziad 2016).

Dans un environnement subtropical, Marai et Rashwan (2004) rapportent un taux de mortalité avant le sevrage élevée (33%). Alors que chez la lapine locale algérienne, Zerrouki *et al.*, (2003) signalent une mortalité des lapereaux élevée de l'ordre de 13,3 %.

2. Variation de la mortalité des lapereaux

En dehors des problèmes pathologiques, les pertes des lapereaux ont des causes diverses notamment en rapport avec :

-des facteurs intrinsèques liés à la génétique de l'animal et l'état physiologique de la lapine.

-des facteurs extrinsèques comprenant : le poids à la naissance, la taille de la portée, la parité, le comportement de la mère à la mise bas, l'alimentation des lapereaux (quantité et qualité) ainsi que la saison de mise bas.

2.1. Facteurs intrinsèques

2.1.1. Effet génétique

La valeur phénotypique pour un caractère donné est sous la dépendance de deux effets, les effets génétiques associés au patrimoine génétique et les effets du milieu dans lequel est placé ce patrimoine pour se reproduire. Chez le lapin, les aptitudes phénotypiques varient beaucoup entre races et souches.

Pour un caractère donné, l'hétérosis est définie comme la supériorité de la population croisée par rapport à la moyenne des valeurs des deux populations parentales (Brun et Baselga, 2005). En cuniculture, les caractères de reproduction, en particulier, la viabilité des lapereaux montrent en général un effet d'hétérosis important (10 à 20%). La valeur de cet effet est établie sur la base de résultats moyens. L'hétérosis varie selon le caractère considéré (Verrier *et al.*, 2009).

Hulot et Matheron (1981) et Bolet *et al.*, (2001) ont mis en évidence la complémentarité entre la souche INRA 2066 à intensité d'ovulation élevée et la souche INRA 1077, qui par ses effets maternels positifs assure une bonne viabilité embryonnaire. La survie embryonnaire dépend à la fois des effets directs et des effets maternels.

Plusieurs auteurs ont décrit les caractéristiques des souches ou des populations existantes dans différents pays tels que : Bolet et Saleil (2002) pour les souches INRA, Khalil (2002), pour les races égyptiennes, Barkok et Jaouzi (2002) pour une population locale du Maroc.

De Rochambeau *et al.*, (1994) et Bolet (1994) rapportent de faibles valeurs d'héritabilité de la taille de portée à la naissance et au sevrage chez la souche Néo-Zélandaise ($h^2 = 0,03$ et $0,07$ respectivement).

Si les effets d'hétérosis directs sont rarement significatifs, les effets d'hétérosis maternels sur les tailles de portées dépassent fréquemment 10% (Verrier *et al.*, 2009), ces valeurs élevées s'expliquent autant par la distance génétique entre les souches parentales.

Le croisement entre deux races ramène systématiquement les fréquences alléliques vers des valeurs intermédiaires. Par ce biais, le croisement permet une augmentation de la variabilité génétique, ce qui peut permettre le redémarrage d'une sélection (Garreau *et al.*, 2008).

2.1.2. Effets état physiologique de la lapine (effets maternels)

Les effets maternels contribuent à la valeur phénotypique de l'individu par une influence assimilable à un effet du milieu (Hulot et Matheron, 1981). Ainsi, une partie de la variabilité qui existe entre les performances des lapereaux est due à ces facteurs.

L'âge de la lapine et son état physiologique (allaitante-gestante ou allaitante non gestante) influence la mortalité des lapereaux sous la mère. Coudert (1982), au sein des élevages français, a signalé que la mortalité des jeunes lapereaux diminue avec l'âge de la mère. L'effet de l'état d'allaitement dépend du stade de lactation et du nombre de lapereaux allaités. La simultanéité de la gestation et de la lactation entraîne une compétition entre les besoins nutritionnels pour la production de lait et ceux pour le développement de l'utérus gravide qui se réalise au détriment de la viabilité foetale comme le rapportent (Fortun-Lamothe et Lebas, 1994 ; Fortun-Lamothe et Mariana 1998). Ces mêmes auteurs observent une baisse des performances de prolificité chez les femelles allaitantes à savoir une augmentation de la mortalité après la naissance et considèrent l'allaitement comme un facteur défavorable sur le déroulement d'une nouvelle gestation notamment sur la survie embryonnaire. Les meilleures performances sont obtenues sur des femelles saillies en post-sevrage, en relation avec un meilleur statut énergétique et hormonal (Xiccato *et al.*, 2005).

Par ailleurs, Zerrouki *et al.* (2004) affirment que l'état d'allaitement des lapines n'influe pas sur la mortalité naissance sevrage des lapereaux.

La mortalité pré-sevrage est en relation avec le rang de mise bas, elle est importante pendant les trois premières portées par rapport aux suivantes. Les faibles tailles de portées enregistrées dans les premières mises-bas sont liées à une mortalité et à une mortalité naissance-sevrage plus élevées chez les primipares par rapport aux multipares (Afifi *et al.*, 1992).

Hulot et Matheron (1981) et Bolet *et al.*, (2007) rapportent également un effet significatif du rang de mise bas sur les composantes de la prolificité des lapines en France. De même, Kpodekon *et al.*, (2006) notent, chez le lapin au Bénin, que plus le rang de mise bas augmente (1^{er} au 12^e rang), plus la mortalité est élevée (11 à 19 %)

Dans leur revue, Rashwan et Marai (2000) signalent un taux de mortalité des lapereaux sous la mère plus élevé chez les jeunes lapines et que cette mortalité est significativement plus élevée chez les primipares que chez les multipares. Poigner *et al.*, (2000), Kpodekon *et al.*, (2006) interprètent cette augmentation du taux de mortalité des lapereaux nés vivants par une insuffisance de la production laitière de la lapine.

Szendrö *et al.*, (1991) et Hamilton *et al.*, (1997) rapportent que la négligence maternelle, le cannibalisme et une mauvaise qualité du nid sont des causes régulièrement évoquées dans la mortalité naissance-sevrage des lapereaux.

La quantité de poils présente dans la boîte à nid montre des différences possibles entre les races et les fluctuations saisonnières, d'éventuelles corrélations entre la quantité de poils arrachés par la mère et les critères techniques de production ont été rapportées par Szendrö *et al.*, (1991). Un développement correct de l'instinct maternel se caractérise également par l'absence ou la faible incidence de comportements aberrants tels que l'écrasement des lapereaux nouveau-nés par la mère (González-Redondo et Zamora-Lozano, 2008). Parfois, la femelle met bas, soit sans préparation du nid, soit en dehors du nid, ce qui a pour conséquence un cannibalisme souvent lié au stress de la lapine. Il est à signaler que les fortes mortalités et mortalités naissance-sevrage sont souvent associées à la mauvaise construction du nid (González-Redondo, 2010).

Une des toutes premières actions préventives en vue d'éviter le cannibalisme, consiste pour l'éleveur, à choisir un programme d'alimentation rationnelle capable d'éliminer toute carence. Il convient notamment d'assurer un apport en vitamines ainsi qu'en sels minéraux et plus précisément, en calcium et en phosphore, en vue de compenser les pertes importantes que subit l'organisme maternel pour la production d'un lait particulièrement riche permettant aux lapereaux de doubler leur poids au cours des premiers six jours de leur vie (Lebas, 2002).

La mortalité des lapereaux sous la mère dépend aussi des qualités maternelles principalement des capacités lactières des lapines qui influencent d'une manière significative la mortalité de lapereaux entre la naissance et le sevrage. Il existe une corrélation faible mais significative entre la viabilité des lapereaux à 7 jours et même à 28 jours d'une part et la production lactière par lapereau de 2 premiers jours qui suivent la mise-bas d'autre part (Lebas, 1974 ; Rashwan et Marai, 2000 et Zerrouki *et al.*, 2003).

En dépit de la vulnérabilité des lapereaux liée à leur relative immaturité, aux besoins alimentaires spécifiques, le lapereau dispose d'un certain nombre d'aptitudes comportementales et physiologiques qui lui permettent d'améliorer sa survie. La réponse à la phéromone mammaire, le comportement de coprophagie au nid, l'adaptation de son système digestif à la transition alimentaire constituent certains de ses atouts (Combes *et al.*, 2013b).

2.2. Facteurs extrinsèques

2.2.1. Facteurs liés à la portée

2.2.1.1. Effectif taille de la portée

La taille de portée représente un caractère d'importance économique chez le lapin, mais l'efficacité de la sélection pour la taille de portée est limitée par sa faible rentabilité. L'augmentation de la taille de la portée tend à accroître la mortalité avec 9,2 % vs 15,3% respectivement pour les portées de 8 et de 12 lapereaux et la mortalité la plus importante (63 %) est enregistrée durant la première semaine, selon Perrier *et al.*, (2003).

Selon Bolet *et al.*, (2007), Garreau *et al.*, (2008), Layssol-Lamour *et al.*, (2009) et Lenoir *et al.*,(2011), l'homogénéité de la portée à la naissance est l'un des critères de sélection des souches commerciales. Cette sélection s'accompagne d'une réponse corrélée favorable sur la viabilité des lapereaux à la naissance et entre la naissance et le sevrage. Dans les lignées sélectionnées pour améliorer l'homogénéité des portées, la longueur et l'extensibilité de la corne utérine, ainsi que la distance entre fœtus sont significativement supérieures. Cette amélioration de l'espace disponible est susceptible de réduire cet effet de la position intra-utérine qui augmente l'hétérogénéité des portées.

2.2.1.2. Effet poids de la portée à la naissance

Le poids néonatal et l'impact de la première tétée influencent la survie et la croissance des lapereaux. Un faible poids à la naissance réduit les chances de survie uniquement pour des lapereaux qui ne tètent pas initialement (Coureaud *et al.*, 2000 et Coureaud *et al.*, 2003).

Coudert *et al.*, (2003) et Maertens *et al.*,(2006) rapportent une étroite corrélation entre le poids des lapereaux à la naissance et leur viabilité. En outre, selon, Poigner *et al.* (2000), la qualité des interactions mère-jeunes lapereaux pendant la première heure après la mise bas et la capacité de la lapine à fournir le colostrum contribuent à la survie des petits. Le colostrum est riche en composés protéiques et lipidiques, contient plus de lactose que plus tard dans la lactation et est riche en immunoglobulines nécessaires à la survie et au bien-être du lapereau nouveau-né (Gyovai *et al.*, 2012),

La mortalité des jeunes lapereaux est associée à l'hétérogénéité des poids intra portée. De nouveaux développements méthodologiques ont permis de mettre au point des modèles statistiques pour la mise en œuvre de la sélection. Cette méthode permet de sélectionner une population pour un niveau de performances optimal en réduisant la variabilité des caractères autour de l'optimum, appliquée à l'INRA de Toulouse (France) avec la mise en place d'une

expérience de sélection divergente sur la variabilité des poids à la naissance des lapereaux (Garreau *et al.*, 2008).

2.2.2. Effet de l'alimentation et de la saison de mise bas

2.2.2.1. Effet de l'alimentation

L'alimentation des lapereaux est exclusivement lactée dans les premières semaines de vie (Lebas, 1969 ; Fotun-Lamothe *et al.*, 2005 ; Hassan, 2005). Leur survie dépend donc de leur capacité à localiser rapidement la tétine maternelle lors de l'unique allaitement quotidien (Lebas, 2002). Le lait synthétisé, sécrété par la mamelle est adapté quantitativement et qualitativement aux besoins du ou des lapereaux (Fortun-Lamothe et Gidenne, 2003). En effet, le colostrum et le lait véhiculent des molécules bioactives qui sont transférées de la mère au jeune et qui lui confèrent des avantages d'ordre protecteur et adaptatif nécessaire à sa survie (Amroun *et al.*, 2015).

Lebas (1989) montre que l'alimentation des lapines gestante est un facteur déterminant. En effet, la présence d'acides gras essentiels dans l'alimentation des lapines est importante pour que celles-ci restent en bonne santé et assurer une bonne production laitière, une bonne taille de portée à la naissance et une bonne viabilité des lapereaux.

L'une des voies de recherche pour la mise au point d'un aliment spécifique pour les lapereaux sous la mère est de fournir au microbiote caecal un substrat à base de fibres rapidement fermentescibles, afin de stimuler son implantation et son activité, dans le but de l'amener plus rapidement à un état stable, et de stimuler l'immunité digestive. Enfin, le système d'alimentation mère-jeune séparé pourrait également être utilisé dans le cadre d'une supplémentation en pro-biotiques (Combes *et al.*, 2013b).

L'ingestion d'aliment solide débute à partir de 17 jours d'âge, cette ingestion de granulé ne devient significative qu'à partir de 19-21 jours (Orengo et Gidenne, 2007). En parallèle, la caecotrophie débute après 22 jours d'âge et se met en place à 28 jours d'âge (autour du sevrage). A partir du 25^{ème} jour, la part du solide dans l'alimentation devient conséquente. Au cours de cette période, le lait de la lapine est totalement ingéré. Cependant, l'ingestion du solide et de l'eau devient prédominante par rapport à celle du lait. La distribution d'un aliment riche en lignines (6,4% vs 4,5%) avant le sevrage permet de diminuer la mortalité (2,6% vs 6,1%) pendant l'engraissement selon Fortun-Lamothe *et al.*, (2005).

Par ailleurs, lorsque des femelles sont nourries avec un aliment très riche en protéines (>18%), la production laitière augmente. On formule l'hypothèse que le lapereau aurait alors

plus de mal à digérer le lait fourni en trop grande quantité, ce qui provoquerait des diarrhées (Boucher *et al.*, 2005).

Le sevrage précoce (21 jours) est aujourd'hui pratiqué mais les résultats ne sont pas satisfaisants du point de vue des performances de croissance et de la mortalité des lapereaux, en revanche, l'alimentation précoce, se situant avant 21 jours, sans interruption de l'apport de lait pourrait permettre de sécuriser le sevrage, selon Coureaud *et al.* (2008).

2.2.2.2. Effet de la saison de mise bas

Les effets liés à la saison sont ceux inhérents principalement à la température. L'effet négatif des températures élevées (dans les climats chauds) sur les performances zootechniques du lapin, aussi bien en engraissement qu'en maternité, a été signalé par plusieurs auteurs (Finzi., 1990 ; Khalil et Khalil, 1991 ; Marai *et al.*, 2002 Kpodekon *et al.*, 2006). Les fortes températures affectent aussi bien la viabilité embryonnaire que la viabilité de la naissance au sevrage. Le lapin est résistant au froid, il présente au contraire une très faible capacité thermorégulatrice contre la chaleur et cela constitue un facteur limitant bien connu pour la cuniculture des pays à climat chaud (Finzi *et al.*, 1992).

Lazzaroni *et al.* (1999) ont noté que la saison a une influence significative et signalent un effet négatif des températures et de l'humidité relative estivales sur la viabilité des lapereaux à la naissance et au sevrage, respectivement de 5,1 % et de 25,6%, alors qu'en automne, la mortalité au sevrage est moins importante (13,6%).

L'effet de la saison de mise bas sur le taux de mortalité naissance-sevrage a également été observé par Belhadi *et al.* (2002) et Zerrouki *et al.* (2003), ce taux est significativement plus élevé en hiver et en automne. La survie des lapereaux durant cette période est favorisée par la faible taille de portée avec un taux élevé en automne et en hiver (21,5 et 18%) par rapport aux périodes printanières et estivales (10,7% et 9,9%).

Le confort thermique du nid est en effet un élément déterminant de la survie des lapereaux. Il convient donc d'assurer à la femelle des conditions d'élevage qui permettent de réaliser ce comportement (Combes *et al.*, 2013b).

Le lapin est aussi sensible aux très faibles taux d'humidité mais aussi aux fortes variations journalières d'humidité et qu'une atmosphère très humide provoque des difficultés respiratoires et augmente les risques de certaines maladies (Finzi, 1990).

L'effet de la saison de mise bas sur le taux de mortalité à la naissance est également observé par Kpodekon *et al.*, (2006) au Sud du Bénin avec un taux plus élevé (16,9%) en

grande saison de pluie (printemps), et un taux plus faible (10,4%) en petite saison de pluie (hiver), ainsi qu'il est de 15,2% et 14,4% respectivement pour l'été et l'automne.

Pour des raisons économiques, l'amélioration de la survie des lapereaux avant sevrage constitue un enjeu majeur pour la filière cunicole.

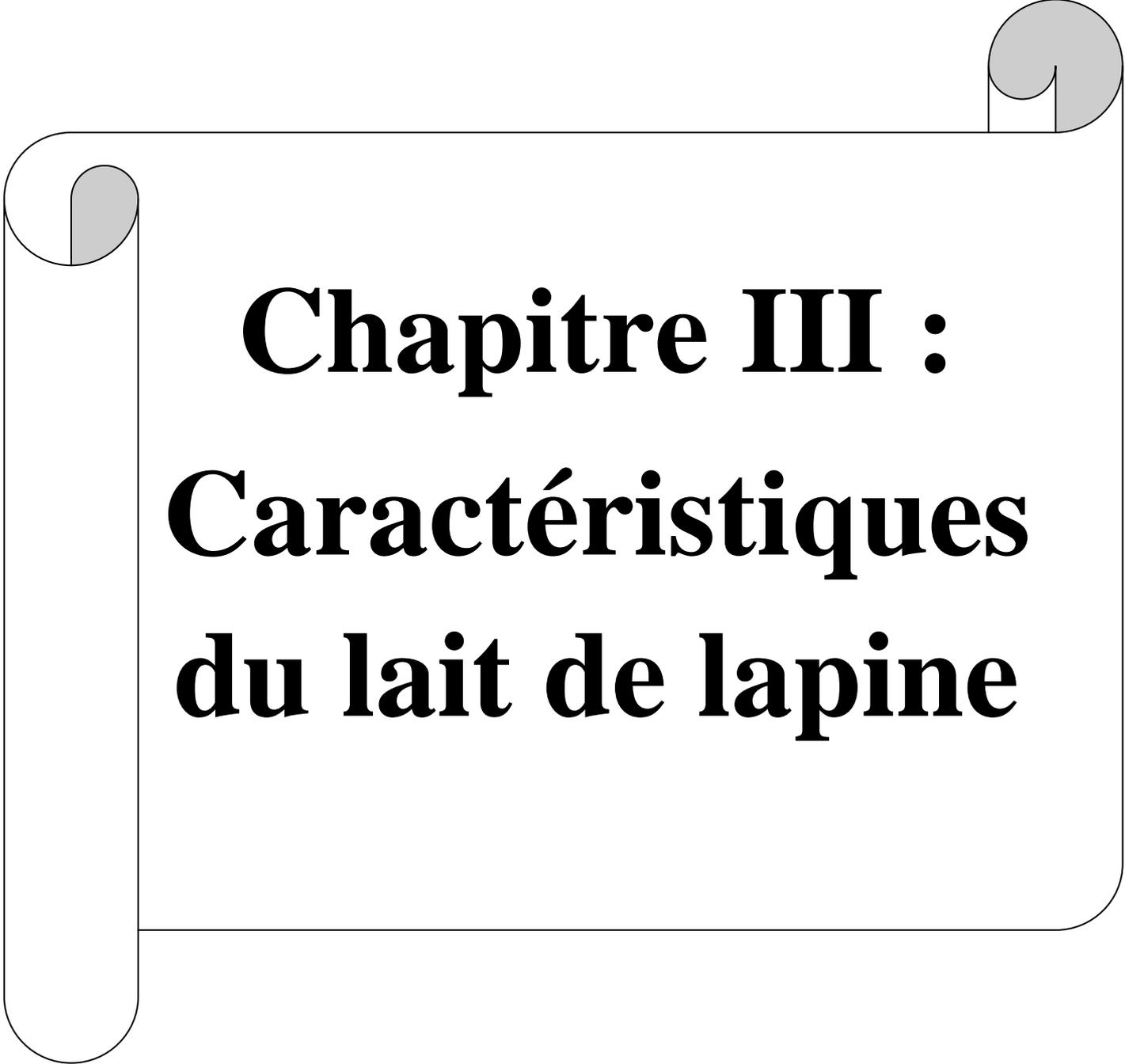
En conclusion, l'objectif essentiel de l'élevage du lapin, en Algérie, est de produire de la viande dans les meilleures conditions de rentabilité. Dans le système de production cunicole, la conduite d'élevage est un élément de base du fonctionnement et de l'organisation de la production. Selon l'objectif et les moyens disponibles, l'élevage peut être traditionnel ou rationnel.

Chez les mammifères, notamment chez le lapin, le lait représente une première interaction forte entre le nouveau-né et son environnement. Lucas (1991) a émis l'hypothèse qu'un certain nombre de facteurs environnementaux, en particulier l'alimentation, pouvaient interférer précocement avec le développement de l'individu et le prédisposer à l'apparition de pathologies à l'âge adulte, donc sa survie, développant ainsi le premier concept de programmation. Plus précisément, la notion de programmation métabolique soutient une origine précoce au développement des maladies liées au syndrome métabolique à savoir l'obésité, le diabète de type 2, l'hypertension et les maladies cardiovasculaires (McCllan *et al.*, 2008). Un des aspects fondamentaux de ce concept repose sur la notion de fenêtres temporelles critiques, généralement bien délimitées dans le temps, durant lesquelles ces perturbations vont interférer avec le développement de l'organisme. C'est notamment au cours des périodes de la vie fœtale et post-natale précoce, périodes pendant lesquelles la plasticité de l'individu est maximale, que les effets à long terme des conditions environnementales pourront s'exercer.

Les protéines bioactives retrouvées dans le lait à des concentrations variables dans le temps et d'une espèce à l'autre, sont donc des éléments essentiels à une bonne programmation métabolique pour le jeune et l'adulte qu'il deviendra. Les recherches actuelles s'étoffent pour comprendre précisément ces actions à long terme. Les observations issues de ces travaux ont donné naissance au concept de « programmation périnatale » couramment utilisé sous l'acronyme DOHaD (Developmental Origins of Health and Disease).

Chez le lapereau cette période critique dont dépend directement sa survie correspond à la période d'allaitement. C'est dans cette optique que se dessine notre travail à travers l'étude de la composition du lait de lapine afin de mettre l'accent sur les éléments pouvant déterminer la survie du lapereau en phase d'allaitement.

La rentabilité économique d'un élevage cunicole dépend, entre autre, du taux de mortalité et de la croissance présevrage des lapereaux. Les taux de mortalité les plus élevés s'observent de la naissance au sevrage et varient fortement selon les facteurs endogènes et/ou exogènes. Il apparait que l'amélioration des conditions d'élevage peut réduire le taux de mortalité et par conséquent, augmenter la productivité numérique au sevrage. Pour les portées de grande taille ; une réduction du nombre de lapereaux de la portée par la pratique d'adoption peut améliorer les poids au sevrage et réduire la mortalité des lapereaux en période d'allaitement.

A decorative graphic of a scroll with a black outline and rounded corners. The scroll is partially unrolled, with the top and bottom edges curving upwards. The unrolled portion is shaded in light gray. The text is centered within the unrolled area.

Chapitre III :

Caractéristiques

du lait de lapine

1. Rappels succincts portants sur la physiologie de la reproduction et de la lactation chez la lapine

1.1 Particularités de la reproduction chez la lapine (Figures 7,8)

La lapine est une espèce polytoque dont la durée de gestation est de 31 jours en moyenne. Les femelles peuvent accepter l'accouplement, pour la première fois, vers l'âge de 10 à 12 semaines, mais cet accouplement n'entraîne pas encore l'ovulation (Lebas, 2003). L'âge de mise en reproduction s'effectue lorsque la femelle atteint la proportion de 75% à 80% de son poids corporel adulte (Lebas *et al.*, 1986). Contrairement aux autres mammifères, la lapine ne présente pas d'œstrus post-partum et l'ovulation est induite par l'accouplement (Theau-Clément, 2008). Au cours des heures qui suivent la parturition, la femelle est très réceptive, cette faculté décroît pour atteindre un minimum de 3-4 jours de lactation, puis augmente ensuite progressivement jusqu'à 12-14 jours de lactation, mais elle ne retrouve son état initial qu'après le sevrage (Fortun-Lamothe et Bolet, 1995). L'éleveur peut donc choisir lui-même le rythme de reproduction qu'il utilise dans son élevage.

Une ovulation sans fécondation, suite à un chevauchement entre femelles ou dans le cas d'un accouplement avec un mâle stérile, entraîne une pseudogestation qui dure 14 à 20 jours (Browing *et al.*, 1980), Boiti *et al.* (2005), ont montré que près de 20% des lapines ont au moment de l'insémination, des concentrations plasmatiques élevées de progestérone, caractéristiques d'une ovulation récente, associées à une faible réceptivité sexuelle et une faible fertilité. Ces résultats ont été confirmés par Theau-Clément *et al.* (2001). Dans sa synthèse, Theau-Clément (2005), conclue que la pseudogestation est susceptible de déprimer fortement les performances de reproduction. Cependant les causes de ces ovulations spontanées sont inconnues.

Au moment de la naissance, les lapereaux sont sourds et aveugles et leurs fonctions motrices sont peu développées. Leur alimentation est exclusivement lactée dans les premières semaines de vie (21 jours) (Lebas, 1969 ; Hassan, 2005). Leur survie dépend de la quantité et qualité du lait tété notamment au cours des heures péri-naissance (Fortun-Lamothe, 2003).

Les événements physiologiques ; tel que l'ovulation, la gestation, la parturition et la lactation sont régis par une orchestration hormonale faisant appel à l'axe hypothalamo-hypophysio-gonado-corticotrope.

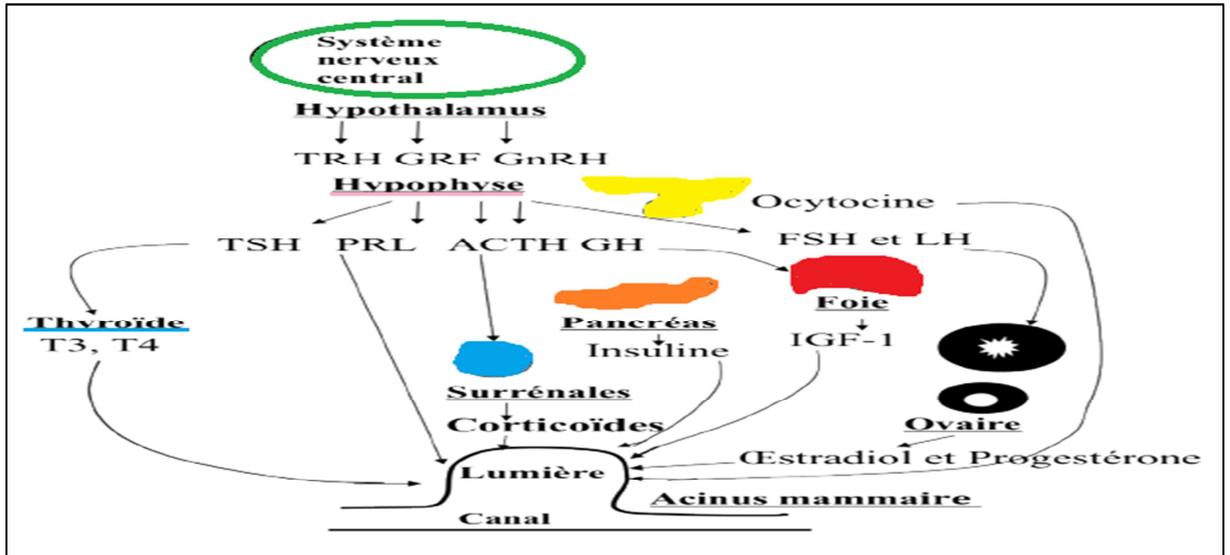


Figure 7: Orchestration hormonale des mécanismes liés aux fonctions de la reproduction et de la lactation chez la lapine (Abdou *et al.*, 2012)

La reproduction chez la lapine est sous la dépendance de plusieurs facteurs liés au type génétique (race, souche, population), à l'état physiologique de la femelle (œstrus, état de lactation, la parité...etc.) et aux facteurs extrinsèques qui sont déterminés par les composantes du milieu dans lequel évolue l'animal (l'alimentation, les conditions d'ambiance...) (Castellini *et al.*, 2010).

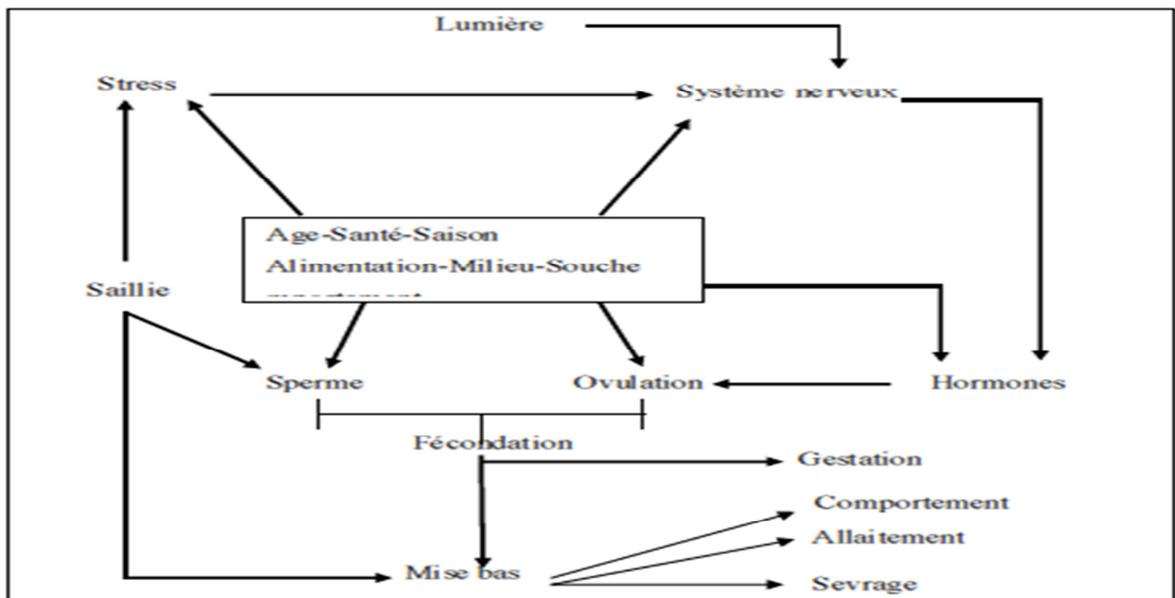


Figure 8: Conditions du bon fonctionnement de l'activité de reproduction chez la lapine (Lebas *et al.*, 1991)

1.2. Particularités de la lactation chez la lapine

La lapine possède sur la face ventrale du corps deux rangées de 4 à 5 et exceptionnellement 6 mamelles, ce qui fait que le nombre de mamelles fonctionnelles d'une lapine peut être pair avec 8 à 10 tétines ou impair 9, ou plus rarement 11 tétines (Lebas *et al.*, 1996).

A la naissance, l'olfaction joue un rôle souvent déterminant dans la communication mère-jeunes, car les odeurs émises par le corps maternel influent sur le comportement que le nouveau-né exprime pour localiser les tétines et les prendre en bouche (Rosenblatt, 1983; Schaal, 2005). Une fois la masse glandulaire est mise en place (mammogénèse), la glande mammaire commence à être fonctionnelle (**lactogénèse stade I**) avant la parturition, puis devient extrêmement active au moment de la naissance des petits (**lactogénèse stade II**) et pendant la lactation. La fin de la croissance des alvéoles mammaires doit avoir lieu pendant la première semaine de lactation, contrairement aux animaux à gestation longue pour qui la croissance alvéolaire est achevée avant la parturition (Martinet, 1993 ; Watson, 2006).

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.

La lactation débute très rapidement ce qui permet aux premiers lapereaux nés de bénéficier de la tétée en colostrum pendant la parturition (Bonnet, 2006 ; Gidenne et Lebas, 2005).

Ayant un comportement maternel frustré (Bonnet, 2006), la lapine ne donne à téter aux lapereaux qu'une seule fois par 24 heures (Lebas, 1968 ; Gidenne et Lebas, 2005 ; Lebas, 2006) durant 3 à 4 minutes (Gidenne et Lebas, 2005 ; Lebas, 2006). Durant cette unique tétée, le lapereau peut ingérer 20 à 25% de son poids vif en lait sans s'approprier un seul mamelon mais en passant d'un mamelon à l'autre (Bonnet, 2006 ; Gidenne et Lebas, 2005).

La lactation dure de 28 à 35 jours et le sevrage a lieu vers quatre semaines (Anderson *et al.*, 1974 ; Benazzoug et Othmani-Necif, 2005 ; Bonnet, 2006).

Lorsque la lapine allaite sa portée, les stimuli créés par la tétée provoquent la sécrétion immédiate d'ocytocine, la pression intra-mammaire augmente, l'éjection du lait se produit et les lapereaux vident presque totalement la mamelle (80 à 90% du lait présent).

Le taux d'ocytocine ne reste élevé que 3 à 5 minutes. La durée totale de la tétée (entrée-sortie de la boîte à nid) n'est d'ailleurs que de 2 à 4 minutes et n'a lieu qu'une fois toutes les 24 heures. La concentration plasmatique d'ocytocine s'accroît de 40 pg/ml de plasma 2 jours après la mise bas, à 250 et 490 pg/ml au milieu puis en fin de lactation, sachant qu'un taux minimum de 20-25 pg/ml est nécessaire à l'enclenchement du processus d'éjection du lait. A l'inverse, la durée de la tétée décroît lentement mais régulièrement avec l'avancée de la lactation, passant de 200 à 150 secondes par exemple entre les 14^{ème} et 35^{ème} jours d'allaitement. Enfin cette durée est indépendante du nombre de lapereaux allaités et du fait qu'une lapine soit ou non simultanément gestante (Calvert *et al.*, 1985) (Figure 8).

La production quotidienne de lait croît de 30-50 g les deux premiers jours à 200-250 g vers la fin de la 3^{ème} semaine de lactation, voire 300 g/jour pour les souches les plus laitières. Ensuite elle décroît rapidement (Maertens, 2006a).

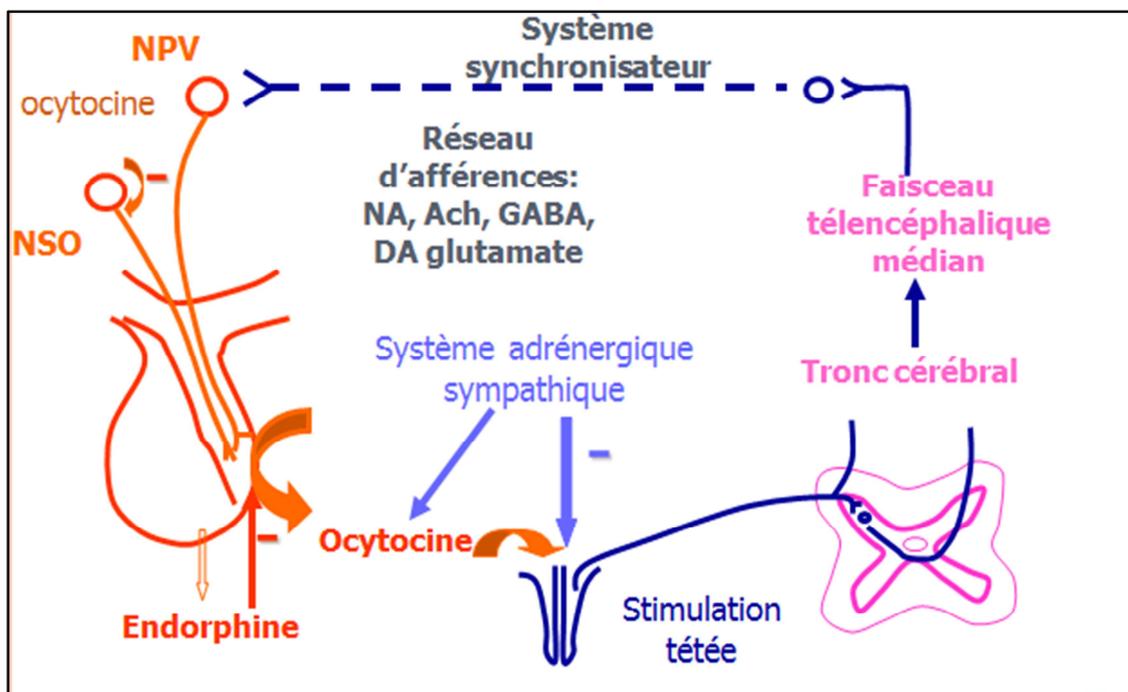


Figure 8 : Réflexe neuroendocrinien de l'éjection de lait (Abdou *et al.*, 2012)

2. Production laitière chez la lapine

Chez les mammifères, l'alimentation du jeune dépend exclusivement du lait, liquide complexe dont les effets vont au-delà de sa valeur nutritionnelle. Le lait confère en effet au nouveau-né des avantages d'ordre protecteur et adaptatif, à travers des molécules bioactives qui sont transférées de la mère au jeune pendant la période d'allaitement. Dans ce contexte, les rôles joués par les composés bioactifs du lait (incluant des hormones, des cytokines et des micro-ARN) dans le développement néonatal sont d'une importance capitale. Dans le cas du lapin, le lait constitue le seul aliment des lapereaux durant les dix-sept premiers jours de vie. De bonne qualité et quantité suffisante, il permet une croissance harmonieuse du lapereau au cours de la période de lactation (Fortun-Lamothe et Gidenne, 2003).

2.1. Aspect quantitatif de la production laitière chez la lapine (Figure 9)

Il existe différentes formes de courbes de lactation. En général, quel que soit le stade de fécondation par rapport à la mise bas, la production quotidienne augmente graduellement durant les trois premières semaines (Zerrouki *et al.*, 2005 ; Hassan, 2005). Elle croît de 30-50 g les deux premiers jours pour atteindre 200-250 g vers la fin de la troisième semaine de lactation, voire 300 g/jour pour les souches les plus laitières. Ensuite elle décroît rapidement (Maertens *et al.*, 2006b). Selon les mêmes auteurs, la décroissance est plus rapide si la lapine a été fécondée immédiatement après la mise-bas.

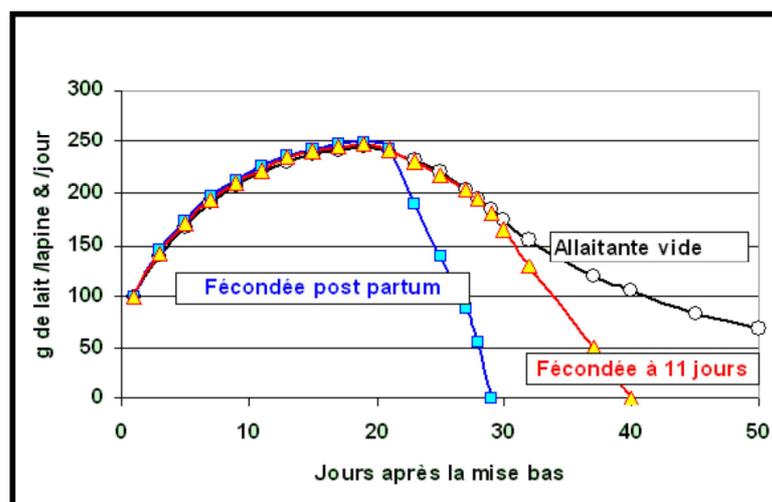


Figure 9 : Evolution de la production laitière de lapines simplement allaitantes ou simultanément gestantes et allaitantes (Fortun-Lamothe, 2006)

La production laitière de la lapine augmente avec l'effectif de la portée, mais chaque lapereau consomme alors individuellement un peu moins de lait. Toutefois, en fonction du type génétique, l'accroissement de la production avec la taille de la portée cesse au-delà de 10 à 12 lapereaux allaités, voire moins pour les populations non sélectionnées (Lebas, 1969 ; Lukefahr *et al.*, 1983 ; Lebas, 2002 ; Zerrouki *et al.*, 2005). L'estimation de la production laitière des lapines peut se faire par mesures indirectes c'est-à-dire par pesée de la lapine avant et après tétée (Lebas et Zerrouki, 2011). L'estimation est aussi possible à partir du poids ou du gain de poids des lapereaux de la naissance au 21^{ème} jour de lactation (Lebas, 1969 ; Fortun-Lamothe et Sabater, 2003 ; Zerrouki *et al.*, 2005 ; Lebas et Zerrouki, 2011). Selon Schuh *et al.*, (2004), le gain de poids de la portée est un bon prédicateur de la production laitière, meilleur que le poids. Au-delà de 21 jours, l'estimation est très délicate puisque le lapereau ingère l'aliment sec en plus du lait de sa maternel.

D'autres méthodes de mesure dites directes ont été utilisées tel que la méthode par la traite de la lapine (Lebas, 1970; Marcus *et al.*, 1990). Cette méthode consiste à appliquer sur les lapines la technique utilisée chez les vaches et les brebis, une traite mécanique ou manuelle de la mamelle qui exige de fortes quantités d'ocytocine (2 à 3 UI par animal), qui sont 100 fois supérieures à celles libérées naturellement au cours d'une tétée et une injection de (chlorpromazine) (0,1 ml/ femelle) avant la traite afin de calmer la lapine et de faciliter la manipulation (Boucher *et al.*, 2007). Avec cette méthode, nous pouvons extraire une quantité équivalente ou supérieure que celle éventuellement consommée par les lapereaux. C'est pour cette raison que cette technique n'est pas préconisée dans le cas de l'évaluation de la production laitière des lapines mais est généralement utilisée pour la collecte du lait de lapines transgéniques (BioProtein Technologies, 2006).

2.2. Aspect qualitatif de la production laitière chez la lapine (Tableaux IV, V).

Le lait maternel est l'aliment qui répond le mieux aux besoins du jeune. Sa composition est primordiale et se trouve directement liée à l'état de santé du lapereau. En effet, l'ingestion d'un lait qui ne présenterait pas toutes les caractéristiques nutritionnelles ou sanitaires voulues entraînerait un retard de croissance et/ou augmenterait le risque de développer une affection (Boucher, 2006 ; Lebas, 2007).

Tableau IV: Composition chimique du lait de lapine

	Valeurs mini-maxi
En % de la Matière sèche	
Matière Azotée Totale	34,5-51,3
Matière grasse	38,9-56,1
Lactose	0,7-7,6
Cendres	5,3-8,3
Energie (Kcal/kg)	6313-6881
Matière sèche (g.100g ⁻¹)	27,0-44,2

D'après Davies *et al.*, 1964; Lebas, 1971; Anderson *et al.*, 1975; Fonty *et al.*, 1979; El-Sayiad *et al.*, 1994; Pascual *et al.*, 1999a ; Kráčmar *et al.*, 2001; Debray, 2002.

La composition du lait de lapine fait l'objet de nombreuses études et de nombreux composés ont pu être identifiés et caractérisés. Les composants majeurs sont les matières grasses et protéiques, représentant chacune de 40 à 50% de la matière sèche en fonction des différentes études. Les sucres sont minoritaires, et le lactose en est le principal représentant

Comparé aux laits de vache, de chèvre ou de femme, le lait de lapine est beaucoup plus concentré avec une teneur en matière sèche d'environ 30%, à l'exception du lactose.

Tableau V : Comparaison de la composition du lait de différentes espèces de mammifères

Femelles	Matière grasse %	Protéines %	Lactose %	Matière sèche %
Vache (Holstein)	3,5	3,1	4,9	12,2
Chèvre	3,5	3,1	4,6	12
Femme	4,5	1,1	6,8	12,6
Lapine	12,2	10,4	1,8	26,4
Souris	29,8	12,7	1,7	45,5

D'après Görs *et al.*, 2009

2.2.1. Composants du lait de lapine

2.2.1.1. Protéines (Figure 10)

La matière azotée totale (MAT) du lait de lapine est représentée par deux fractions : la matière azotée non protéique (MANP) et la matière azotée protéique (MAP) ce sont les lactoprotéines. La MAP ou les protéines vraies du lait (les lactoprotéines) sont composées majoritairement par des caséines (α , β et kappa(k)) et des protéines sériques, incluant la WAP (Whey Acidic Protein), la α -lactalbumine et la lactoferrine (Grabowski *et al.*, 1991; Baranyi *et al.*, 1995).

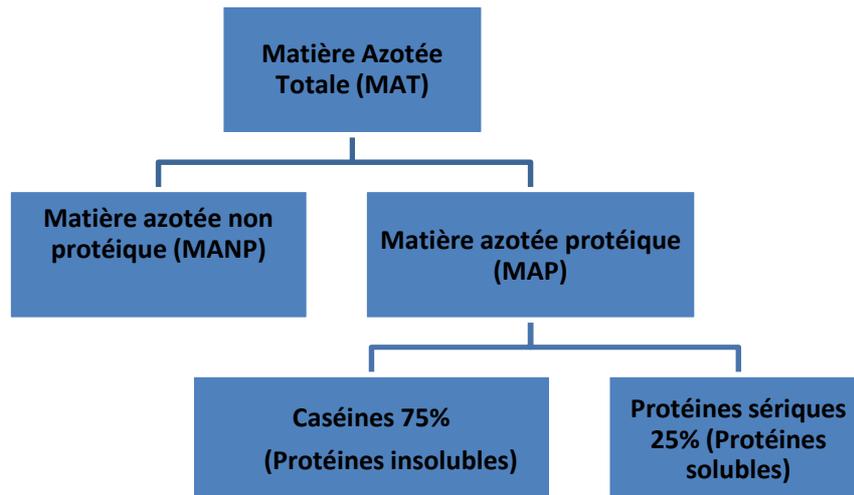


Figure 10: Les fractions azotée et protéique du lait de lapine (Amroun *et al.*, 2015)

▪ Les caséines (Figure 11, Tableau VI)

Les micelles de caséines sont constituées d'un agglomérat de plusieurs sous-micelles reliées entre elles par des ponts phospho-calciques. Les caséines les plus hydrophobes constituent le cœur des sous-micelles. L'une d'entre elles, la caséine β , peut s'extraire hors du noyau hydrophobe en fonction de la température (refroidissement du lait). Ce phénomène est réversible et cette caséine peut réintégrer la micelle. Pour cela, il est nécessaire de maintenir la température du lait à 37°C (Houdbine

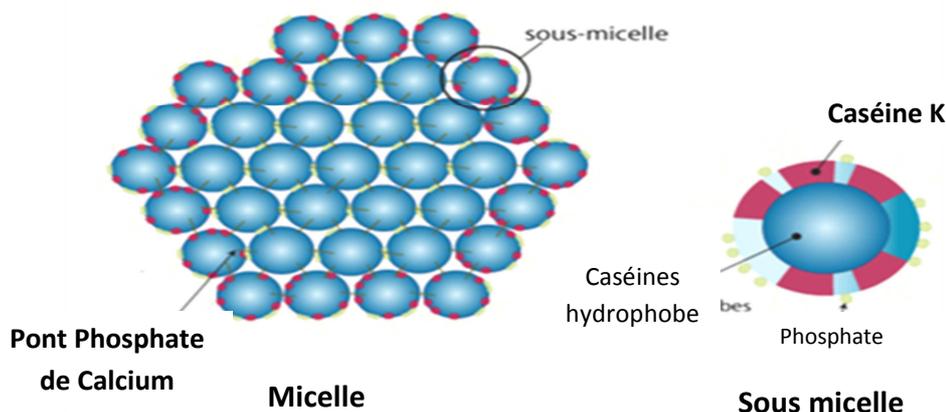


Figure 11 : Représentation schématique d'une sous-micelle et d'une micelle de caséines (Source : biochim-agro.univ-lille1.fr).

Les caséines sont au nombre de 4 (caséines κ , α_{s1} , α_{s2} et β), elles sont organisées en micelles et représentent dans la plupart des espèces les protéines les plus abondantes du lait (75%). Les caséines ont la particularité d'être insolubles (de précipiter) sous l'effet du pH (pH

acide) ou sous l'action d'un extrait enzymatique isolé de la caillette de veau pré-ruminant : la présure (constitué du mélange de 2 enzymes, la pepsine et la chymosine).

Tableau VI : Caractéristiques des caséines du lait de lapine

Caséines	Nombre d'AA	PM (kDa)	Activités biologiques	Références
Caséine-Alpha-S1	215	23972,0086	-Important rôle dans le transport des ions calcium et phosphate dans le lait	Dayal <i>et al.</i> ,1982 Devinoy <i>et al.</i> ,1988,
Caséine-Alpha-S2	182	19926,6555	Important rôle dans le transport des ions calcium et phosphate dans le lait	Dawson <i>et al.</i> ,1993 AISarraj <i>et al.</i> ,1978
Caséine-Alpha-S2-Like	180	19646,3787	Important rôle dans le transport des ions calcium et phosphate dans le lait	Dayal <i>et al.</i> ,1982 Dawson <i>et al.</i> ,1993
Caséine-Beta	228	24548,004	-Rôle important déterminant les propriétés de la surface micellaire	Testud et Ribadeau-Dumas, 1973 Schaerer <i>et al.</i> ,1988
Caséine- Kappa	180	18018,5574	-Maintien de la stabilité des micelles de caséines -Empêcher la précipitation des autres caséines	Bosze <i>et al.</i> , 1993 Baranyi <i>et al.</i> ,1996 Houdebine Bosze, 1996

▪ Les protéines du lactosérum ou protéines sériques (Tableau VII)

En marge des protéines insolubles que sont les caséines, le lait contient un ensemble de protéines dites solubles car elles restent en solution dans le lactosérum après emprésurage et coagulation des caséines.

Les protéines solubles, aussi appelées protéines du lactosérum, sont celles qu'on retrouve dans le lait après avoir enlevé les globules gras et précipité les micelles de caséines. Elles sont majoritairement représentées par la protéine acide du lactosérum la WAP (Whey Acidic Protein), l' α -lactalbumine, la transferrine, la lactoferrine, la sérum albumine et diverses immunoglobulines.

Tableau VII : Synthèse bibliographique sur les protéines sériques du lait et lapine

Protéines sériques	Nombre d'AA	PM (kDa)	Activités biologiques	Références
WAP	127 AA	11601,4418	-Inhibition de la protéolyse	Devinoy <i>et al.</i> , 1988 _a Thepot <i>et al.</i> , 1990 Grabowski <i>et al.</i> , 1991 Pak <i>et al.</i> , 1999
α- lactalbumine	141 AA	14060,9526	- Régulation de la lactosynthétase au niveau des cellules épithéliales de la glande mammaire.	Hopp et Woods ,1979 Pak <i>et al.</i> , 1999
Sérum-albumine	608AA	66015,41	-Protéine d'origine plasmatique -Régulation de la pression osmotique colloïdale du sang. -Transporteur de zinc dans le plasma	Dayal et al., 1982
Lactoferrine	696 AA	74886,17	- Piégeage et transport du Fer - Défense immunitaire de l'organisme - Bactéricide - Anti-inflammatoire	Bradshaw et White, 1985 Sarraf <i>et al.</i> , 1990

▪ Les protéines mineures (Tableau VIII)

Le lait contient également de nombreuses hormones et enzymes d'origine maternelle. Les autres protéines du lactosérum, constituent la fraction « protéines mineures » du lait. Les protéines qui composent cette fraction protéique sont quantitativement mineures mais peuvent avoir des activités biologiques importantes : immunoglobulines, hormones, facteurs de croissance, ... (Hue Beauvais ,2014).

Parmi les protéines mineures d'intérêt, on distingue les immunoglobulines et précisément les IgA. Les concentrations respectives en IgA dans le colostrum et lait de lapine (30mg/ml et 5,0 mg/ml) sont très importantes comparativement aux colostrums humain, bovin et autres

mammifères. Conférant ainsi au nouveau-né des avantages d'ordre protecteur et adaptatif aux périodes post natale et d'allaitement (Hanzen, 2010).

Tableau VIII : Concentrations des immunoglobulines dans le sérum, le colostrum et le lait de différentes espèces de mammifères

		Ig concentration (mg/ml)		
		Sérum	Colostrum	Lait
Homme	G	12,1	0,4	0,04
	A	2,5	17,3	1,0
	M	0,9	1,6	1,1
Lapin	G	7,5	1,5	0,1
	A	0,005	30,0	5,0
	M	0,01	0,01	Traces
Rat	G	7,8	0,7	1,5
	A	0,2	1,1	1,1
	M	0,95	-	0,002
Vache	G1	12,0	47,6	0,5
	G2	9,6	2,7	0,03
	A	0,5	4,3	0,1
	M	3,0	5,0	0,06

D'après Berthon et Salmon, 1993

2.2.1.2. La matière grasse (MG) (Tableau IX)

Les lipides sont présents dans le lait sous forme de globules gras constituée de 98,5% de glycérides (esters d'acides gras et de glycérol), 1% de phospholipides et 0,5% de substances liposolubles (cholestérol, vitamines,...) (Smith *et al.*, 1968; Demarne *et al.*, 1978; Perret, 1980; Pascual *et al.*, 1999a).

Tableau IX : Composition en acides gras du lait de lapine

	Smith <i>et al.</i> , 1968 % molaire	Demarne <i>et al.</i> , 1978 % molaire	Perret, 1980 % pondéral
C6:0	0,5	traces	0,5
C8:0	37,1	35,8	18,2
C10:0	27,4	31,9	19,7
C12:0	2,9	5,3	3,3
C14:0	1,1	1,5	2,0
C15:0	-	0,2	-
C16:0	0,8	7,1	17,28
C16:1	0,8	1,0	2,5
C17:0	-	0,1	-
C18:0	1,7	1,4	3,8
C18:1	9,2	6,6	13,6
C18:2	10,4	7,5	12,9
C18:3	0,9	1,6	3,2
C20:4	-	-	1,9

Les globules gras vont fusionner dans le cytoplasme des CEM pour former des structures de plus en plus grosses, qui seront sécrétées dans les lumières alvéolaires. Tout comme les protéines, la composition du lait en lipides est très variable d'une espèce à l'autre. Les acides gras (AG) du lait diffèrent par la longueur de leur chaîne carbonée, le nombre de double liaisons et la position de celles-ci. Ils peuvent être synthétisés par les cellules mammaires ou être apportés par voie sanguine lorsqu'ils sont issus de l'alimentation ou de la lipolyse des réserves maternelles.

On note cependant que les AG contenant plus de 16 atomes de carbones viennent de la circulation sanguine puisque les cellules épithéliales mammaires ne possèdent pas d'elongase, enzyme indispensable à la synthèse de ce type de lipides (Debnath *et al.* 2003).

2.2.1.3. Les glucides

Le sucre principal du lait est le lactose qui est un dioside composé de glucose et de galactose. Il est synthétisé dans l'appareil de Golgi puis transporté dans les mêmes vésicules que les caséines, avant d'être sécrété dans la lumière alvéolaire. Le lactose a un fort pouvoir osmotique, attirant l'eau et déterminant ainsi le contenu en eau du lait (Ball *et al.*, 1988). La teneur en lactose au sein du lait de lapine a été rapportée dans un nombre restreint de travaux de recherches raison de sa faible concentration (<2 g/100 g) (Lebas, 1971).

2.2.1.4. Les fractions minérale et vitaminique (Tableau X)

▪ Minéraux

Selon Lebas (1971), le lait de lapine présente des teneurs élevées en éléments minéraux (2,3% du lait frais). Les concentrations en calcium, en phosphore, en magnésium, Potassium et en Sodium dépassent largement celles enregistrées sur d'autres laitages domestiques comme les laits de vache, de chèvre et de brebis.

Tableau X: Composition minérale du lait de lapine comparée aux laits bovin , caprin et ovin

Composants en g/kg de lait	Lapine	Vache	Chèvre	Brebis
Calcium	5,60	1,25	1,30	1,90
Phosphore	3,38	0,95	0,90	1,50
Magnésium	0,37	0,12	0,12	1,16
Potassium	2,00	1,50	2,00	1,25
Sodium	1,02	0,50	0,40	0,45

(Lebas, 1971 ; Lebas *et al.*, 1971 ; Jarrige, 1978).

▪ Vitamines (Tableau XI)

Le lait de lapine est plus riche que le lait de vache en vitamines hydrosolubles et en vitamine A (Coates *et al.*, 1964).

Tableau XI: Concentration des vitamines dans le lait de lapine

Vitamines	Teneur min - max (µg/ml)
Biotine (B ₈)	0,08 – 0,45
Acide folique (B ₉)	0,003 – 0,30
Acide nicotinique (B ₃)	2 – 8,7
Calcium pantothenate (B ₅)	6,2 – 22,1
Riboflavine (B ₁₂)	2,3 – 4,9
Acide pyridoxal (B ₆)	0,9 – 3,6
Vitamine (B ₁₈)	0,05 – 0,11
Thiamine (B ₂)	0,3 – 1,7
Rétinol (A)	0,18 – 6,70

3. Déterminisme des variations de la composition biochimique du lait de lapine

La composition du lait varie grandement et dépend de nombreux facteurs inhérents au type de mammifère (espèce, race), à son état physiologique (stade de lactation, naissance à terme...) son état sanitaire son alimentation et enfin au rythme de reproduction (El-Sayiad *et al.*, 1994 ; Xiccato, 2001 ; Khalil *et al.*, 2005).

3.1. Stade de lactation

Malgré la variabilité et la multiplicité des facteurs influençant le volume et la qualité du lait maternel, il est possible de déterminer deux phases distinctes au cours de la période d'allaitement où on observe une évolution progressive de la qualité du lait.

3.1.1. Le stade colostrum (Tableaux XII,XIII)

Le colostrum est un liquide épais jaune et peu abondant, sécrété pendant les premiers jours post-partum.

Il existe peu de travaux concernant la composition du colostrum de lapine (Coates *et al.*, 1964 ; Lebas ,1971 ; El Sayiad *et al.*, 1994 ; Christ *et al.*,1996). Le taux de protéines y est très

élevé du fait de la concentration élevée en immunoglobulines (Maertens *et al.*, 2006). La proportion des caséines est faible bien que leur quantité soit supérieure à celle du lait.

Tableau XII: Composition chimique du lait de lapine

Constituants	Colostrum	4 ^{ème} jour	1 semaine	18 jours	3 semaines
Solides, total (g/100g)	3,6	32,1	31	36	25,7
Matière grasse (g/100g)	17,7	10,2	14,3	15,2	12,3
Lactose (anhydre) (g/100g)	2,32	1,76	1,29	1,28	1,12
Protéines (total N*6,38) (g/100g)	-	-	13,2	-	11,9
Potassium (mg/100g)	186	212	-	145	-
Sodium (mg/100g)	123	82	-	160	-

D'après Coates *et al.*, 1964

Les concentrations en vitamines varient également lors du passage du stade colostrale au stade de lait mature avec un enrichissement progressif en vitamines.

Tableau XIII : Contenu en vitamines (mg/ml) du lait de lapine, à différents stades de lactation

Vitamines	Colostrum	4 ^{ème} jour	1 semaine	18 jours	3 semaines
Biotine (Vit B7)	0,08	0,17	0,23	0,45	0,14
Acide folique (Vit B9)	0,003	0,013	0,10	0,30	-
Acide nicotinique (Vit B3)	20	7,0	84	49	8,7
Calcium pantothenate	14,3	22,1	15,8	14,5	7,3
Riboflavine (Vit B12)	2,9	2,3	2,3	4,6	2,8
Thiamine (Vit B1)	0,3	0,6	17	1,6	1,7
Vitamine B6 (as pyridoxal)	0,9	2,1	2,9	3,6	2,5
Vitamine B18	0,11	0,11	0,09	0,07	0,05
Vitamine A	6,70	3,05	2,71	1,82	0,84

D'après Coates *et al.*, 1964

3.1.2. Le stade lait mature

Le lait de la lapine est assez concentré en matière sèche, matière azote totale et matière grasse au début de la lactation, la teneur du lait en ces éléments décroît entre la 2^{ème} et la 3^{ème}

semaine pour augmenter à nouveau en fin de lactation. Plus la femelle produit de lait, moins il est riche. A partir de la 4^{ème} semaine, la teneur en matière sèche augmente et le lait devient plus riche. Les proportions relatives de matières azotées et de matière grasse restent similaires, en revanche, la teneur en lactose, quantitativement peu importante, après une augmentation durant les quinze premiers jours, chute rapidement et avoisine le 0g/Kg en fin de lactation (Lebas, 1971 ; Boucher *et al.*, 2007).

3.2. Alimentation (Tableau XIV)

La modification du régime alimentaire affecte la qualité du lait à différents stade de lactation (Lebas, 1971). La quantité de lipides incorporés dans l'aliment influencerait la composition en acides gras du lait de lapine (Fraga *et al.*, 1989 ; Christ *et al.*, 1996 ; Lebas *et al.*, 1996). En effet, des études (Hue Beauvais, 2011 ; 2015) ont montré qu'un régime obésogène serait à l'origine d'une glande mammaire envahie par le tissu adipeux suivie par une production de lait dont la teneur en lipides est très importante. Ces deux paramètres seraient à la cause du fort taux de mortalité observée sur la descendance.

Aussi, une augmentation de la teneur en protéines de l'aliment en dessus de 21% permet une augmentation de la production laitière et le lait s'enrichit autant en lipides qu'en protéines (Fortun-lamothe, 2003).

Tableau XIV : Composition du lait de la lapine en acides gras à différentes situations physiologiques ou nutritionnelles

Auteurs	Christ <i>et al.</i> , (1996)		Fraga <i>et al.</i> , (1989)		Lebas <i>et al.</i> , (1996)	
Critère étudié	Stade de lactation (1)		% de fibres dans aliment (2)		Source d'énergie (3)	
	1er jour	21 ^{ème} jour	18% ADF	24% ADF	Amidon	Huile
% lipides du lait	20,4	13,1*	14,1	12,3	10,0	9,0
<i>Unité</i>	<i>% des acides gras</i>		<i>g / 100 g de lipides</i>		<i>% des acides gras</i>	
C4:0	-	-	0,3	0,2	-	-
C6:0	-	-	0,3	0,4*	0,5	0,3*
C8:0	5,2	17,6*	20,6	23,3	32,5	26,6*
C10:0	6,2	12,8*	17,5	18,9	26,4	23,3*
C12:0	1,4	0,8*	2,9	2,9	4,1	3,7
C14:0	-	-	2,6	2,1*	1,6	1,2*
C15:0	-	-	0,6	0,6	0,3	0,2*
C16:0	17,6	9,7*	16,4	14,6	11,4	8,9*
C16:1	1,4	0,8*	3,1	2,2*	1,4	0,7*
C17:0	-	-	0,7	0,8	0,4	0,3*
C18:0	3,1	2,7*	3,5	3,5	2,5	2,8*
C18:1	29,3	23,3*	13,0	11,0	7,6	9,1*
C18:2	18,1	17,6	12,3	13,4	7,8	9,1*
C18:3	3,5	4,8*	1,6	2,1	1,9	1,8*
C20:0	0,2	0,1*	-	-	-	-

3.3. Rythme de reproduction et état physiologique

Le tableau 12 décrit la composition chimique du lait de lapine en fonction du rythme de reproduction. Les femelles soumises à un rythme de reproduction intensif (I), saillie 2 jours après la mise bas, produisent un lait plus gras que celui des femelles soumises à un rythme semi-intensif (S), saillie 10 jours après la mise bas, (192,5 g/kg contre 133 g/kg).

Le chevauchement de la lactation et de la gestation induit par le rythme de reproduction intensif souligne de ce fait l'impact de l'état physiologique de la lapine sur la composition du lait produit (Moumen *et al.*, 2009). Ce fait a été précédemment décrit par Kustos *et al.*, (1996) qui confirmaient également l'augmentation des taux de protéines et matières grasses dans le lait des lapines gestantes et lactantes à la fois.

Tableau XV: Composition moyenne de lait de lapine en fonction du rythme de reproduction (% de la matière brute)

Rythme de reproduction	Matière sèche	Matière minérale	Matière grasse	Matière organique
Intensif	27 ± 6,41 (23,6)	6,56 ± 3,1 (47)	19,2 ± 14	93 ± 3,1 (3)
Semi-intensif	29 ± 9,7 (33)	6,48 ± 2,6 (40)	13,3 ± 10	93,5 ± 2,6 (2)

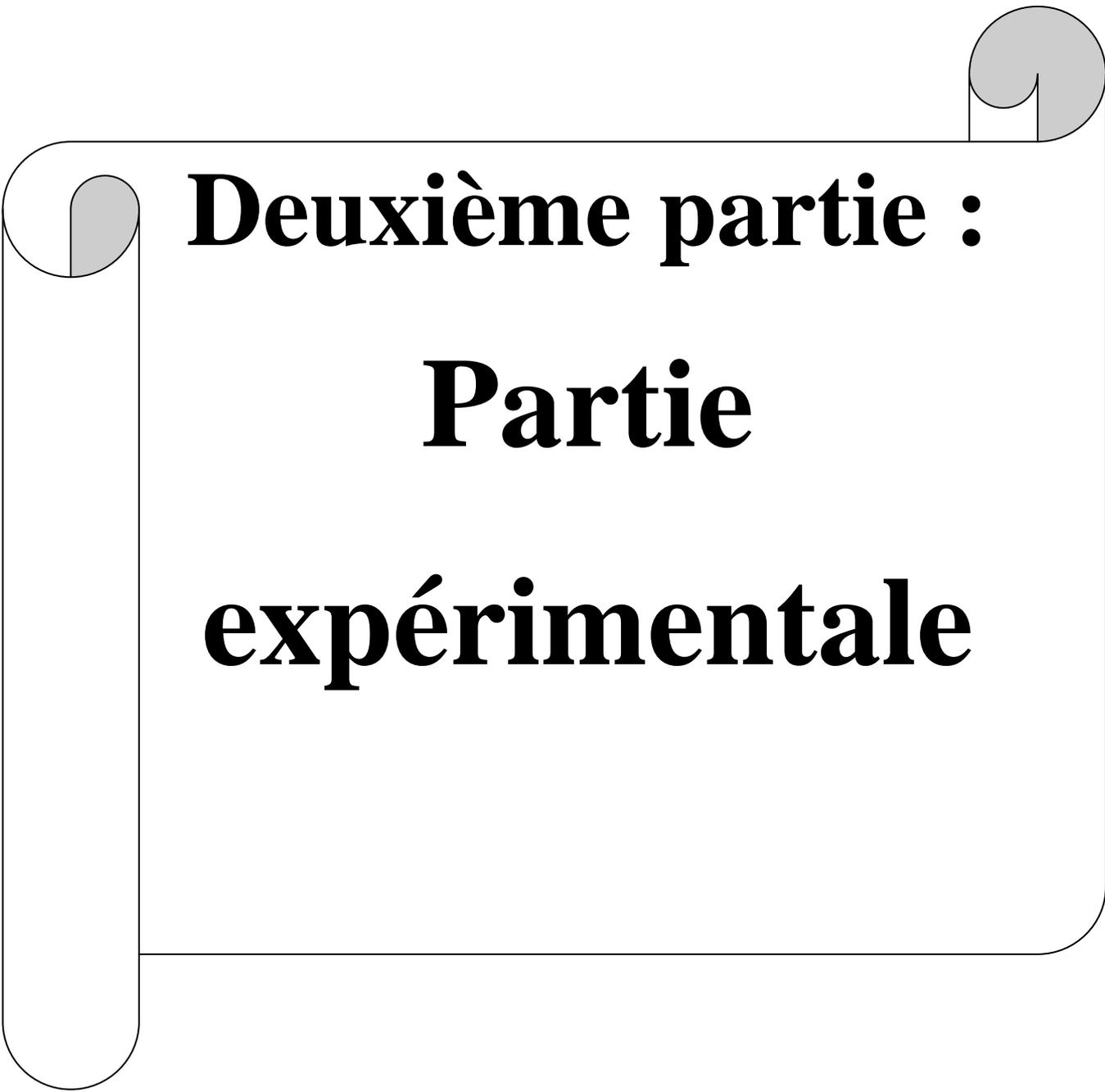
D'après Moumen *et al.*, 2009

2.4. Effet race

La composition biochimique du lait ne varie pas de manière significative entre les lapines de la race Néozélandaise et ceux de la race Duch (Cowie, 1968) ou entre des hybrides commerciaux (Maertens *et al.*, 2006a). Cependant, El Sayiad *et al.*, (1994) ont trouvé des niveaux de protéines brutes significativement plus élevés dans le lait de lapine de la race californienne (12,02 g / 100 g) par rapport au lait collecté sur les lapines de la race Néozélandaise (11,02 g / 100 g).

2.5. Saison

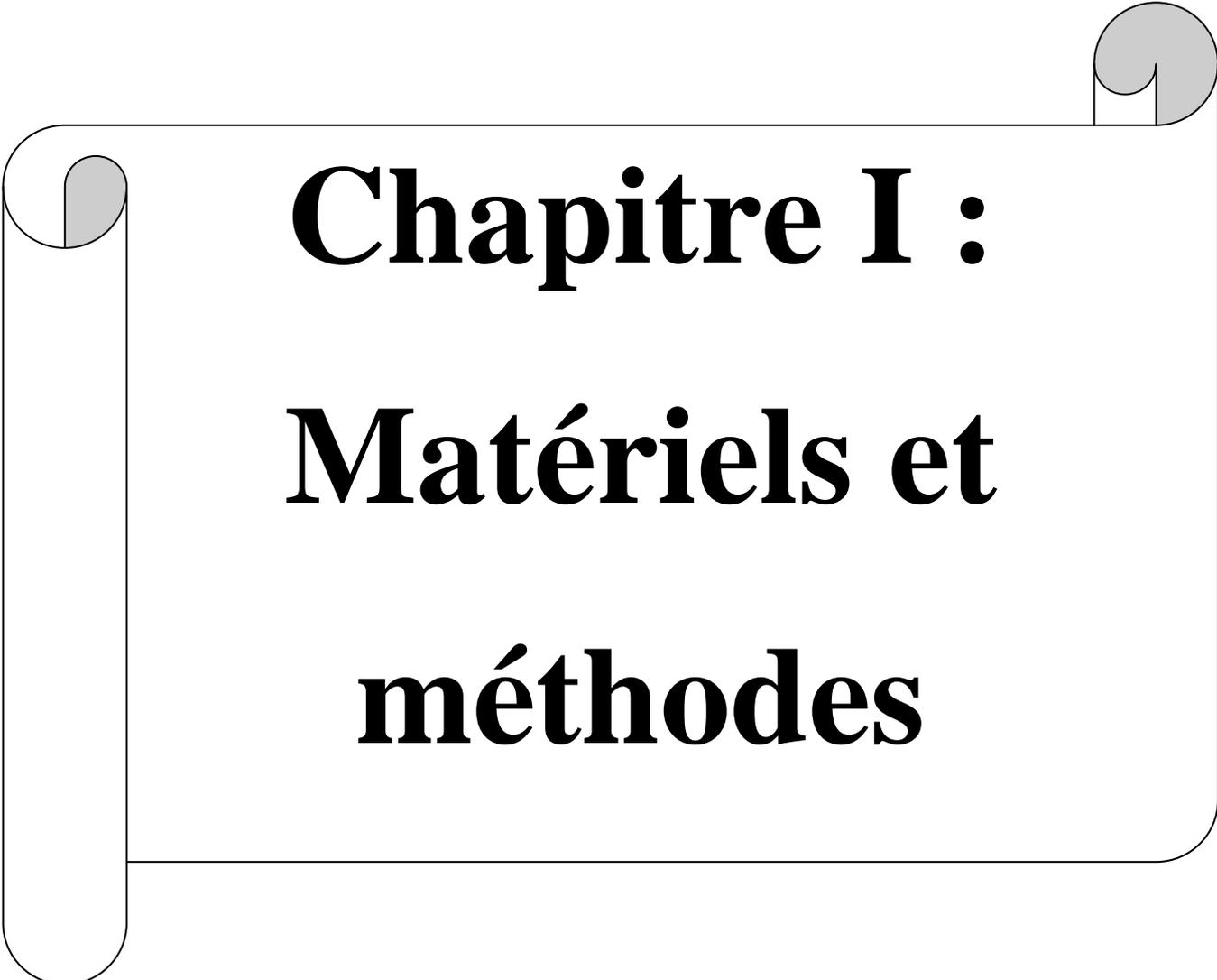
Les effets climat et changement saisonniers n'ont encore été clairement mis en évidence. En revanche, dans des conditions climatiques dont la température avoisine le 30°C, une tendance à la diminution des teneurs en matières grasses, en protéines et surtout en lactose a été observée (Kustos *et al.*, 1999).

A decorative scroll graphic with a black outline and rounded corners. The scroll is partially unrolled, with the top edge curving upwards and the bottom edge curving downwards. The unrolled portion is white, while the rolled-up portion is shaded light gray. The text is centered within the unrolled section.

Deuxième partie :

Partie

expérimentale

A decorative graphic of a scroll with a black outline and grey shading on the rolled-up ends. The text is centered within the scroll.

Chapitre I :

Matériels et

méthodes

1. Objectifs de l'étude

Cette étude vise à évaluer les effets de quelques facteurs de variation sur la viabilité et la croissance des lapereaux sous la mère pendant la phase de lactation, en adoptant des adoptions croisées des lapereaux des deux types génétiques (souches synthétiques ou population blanche) et au sein du même type génétique.

On essayera de déterminer l'influence des paramètres, effet type génétique, effet du lait sur la mortalité des lapereaux.

2. Matériel et méthodes communs

2. 1.Période et lieu du déroulement de l'expérimentation

L'expérimentation s'est déroulée au niveau d'un clapier privé se localisant dans la région de Tizirt (36° 53' 20'' N et 5° 7' 30'' E) plus exactement à Agni Rehan, route de Tifra, village situé à 43km au nord du chef-lieu de la wilaya de Tizi-Ouzou (2013-2017).

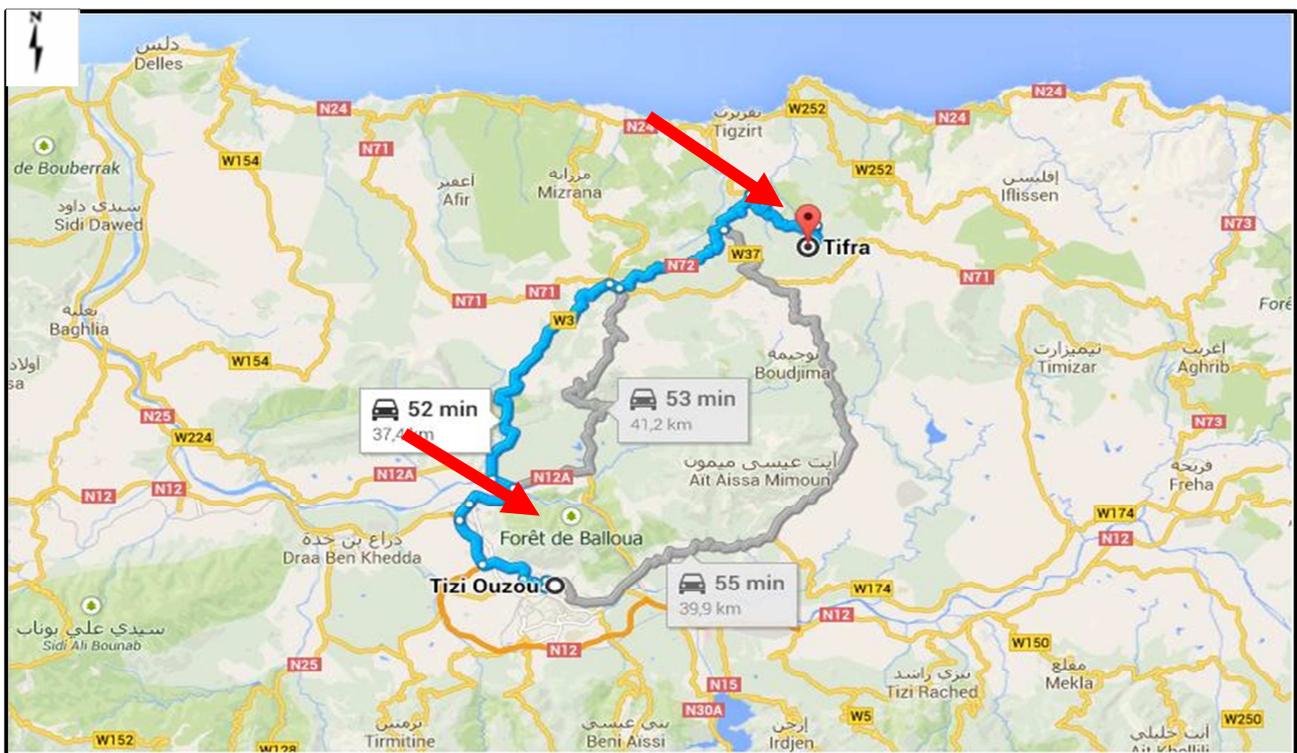


Figure12: Situation géographique de la région de Tizirt

2.2. Conditions climatiques (Figure 13)

La région de Tizirt se caractérise par un climat méditerranéen, chaud et doux en été, froid et humide en hiver. Les données climatiques enregistrées tout au long de l'année sont rapportées par la figure 13.

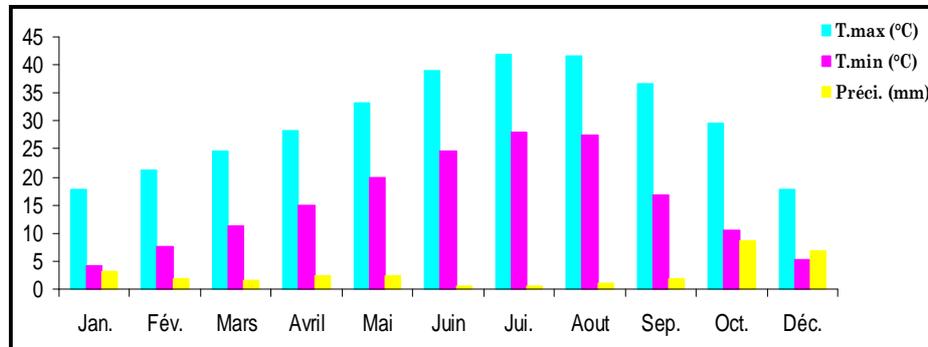


Figure 13 : Conditions climatiques de la région de Tizirt (Office national de métrologie 2014)

2.3. Bâtiment d'élevage

Le bâtiment d'élevage est une infrastructure de 375 m² de superficie, 25m de longueur et 15m de largeur (Figure14).



Figure 14: vue extérieure de la station de Tizirt (photo originale)

Le bâtiment comprend deux salles, une pour l'engraissement et une autre pour la maternité, séparées par un magasin de stockage d'aliment, figure(15). La bâtisse est pourvue de 5 fenêtres assurant un éclairage naturel ainsi que l'aération. Des lampes électriques sont installées tout au long de la toiture pour assurer un programme lumineux de 16 heures par jours.

En revanche, il n'y a pas d'installation de systèmes de ventilation électrique, de chauffage, ni de refroidissement. Cependant les animaux sont à l'abri des vents violents et des fortes températures via un faux plafond comme isolant (la toiture est faite d'Ethernet) (Figure 16).



Figure15 : Disposition des deux salles de la station de Tizirt (photo originale)

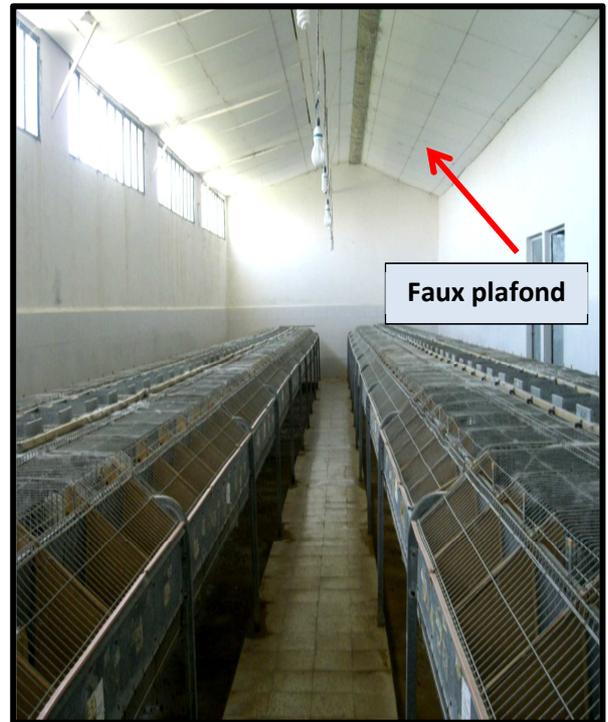


Figure 16: Vue intérieure du bâtiment d'élevage (photo originale)

Dans cette station, la maternité comprend 200 cages grillagées, toutes disposées en flat-Deck, et reparties en 2, munies de boîte à nid métalliques. Chaque cage dispose d'une pipette pour l'eau et une mangeoire commune pour deux cages, Figures(17,18).



Figure 17 : disposition générale des cages (photo originale)



Figure 18: répartition des cages en deux (photo originale)

Le bâtiment contient aussi un laboratoire d'analyse de semence qui sépare les deux salles, ce dernier est constitué du matériel tel qu'un microscope et les outilles de l'insémination artificielle (Figure 19).

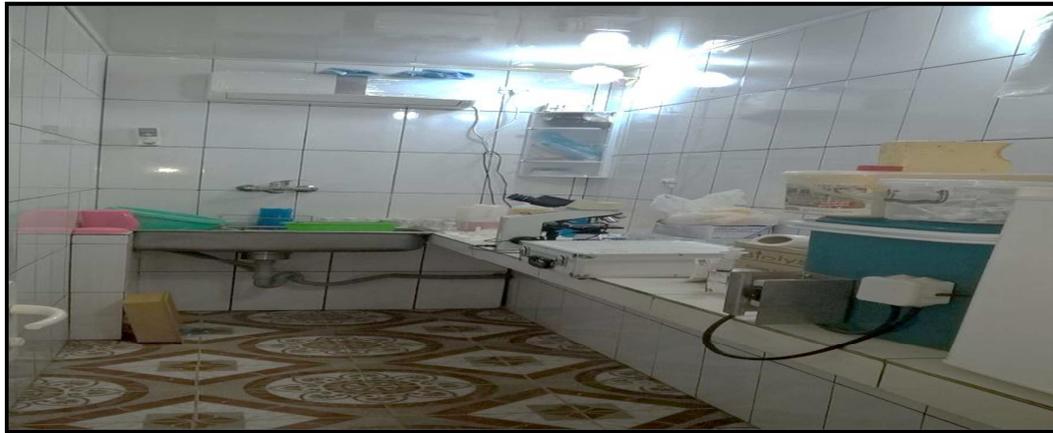


Figure 19: Laboratoire d'analyse (photo originale)

2.4. Matériel biologique (animaux)

Le cheptel animal de la station de Tizirt est composé de deux types génétiques, les lapins de la population blanche (PB) et les lapins de la souche synthétiques (SS). Il comprend exactement 200 femelles (120 améliorées et 80 blanches) et 40 mâles reproducteurs (20 améliorés et 20 blancs), (figure 20).

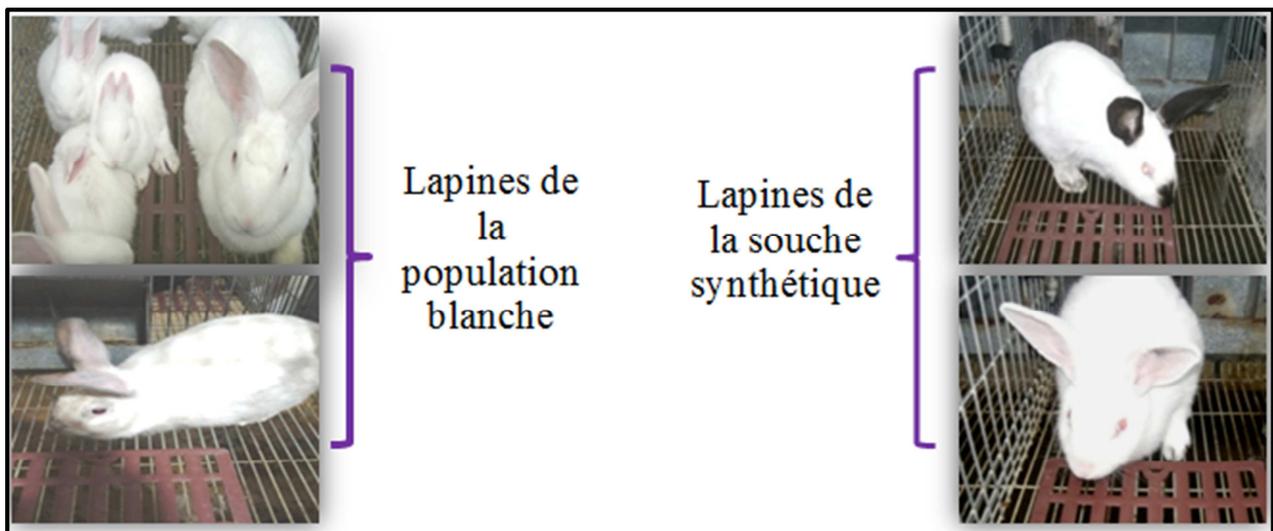


Figure 20 : Différents phénotypes des lapines de la population blanche (PB) et de la souche synthétique (SS) (photo originale)

a. Les lapines de la population blanche (PB)

Elles sont les descendants d'hybrides commerciaux, importés de France dans les années 1980-1987, en absence de renouvellement à partir des lignées parentales et en remplaçant les reproducteurs par des sujets normalement destinés à la boucherie ou par ceux de la population locale, il s'est constitué une population moins performante que les parentaux, dont les femelles se caractérisent par une prolificité inférieure à celles des hybrides à l'origine (6,67 vs 9,8 nés vivant par mise bas) (Zerrouki *et al.*, 2007b).

a. Les reproducteurs de la souche synthétique ou améliorées (appelée ITELV 2006)

Ils sont issus d'un croisement entre la population locale et une souche INRA 2666, sélectionnée pour sa prolificité (9 lapereaux nés vivants par mise bas et 7,52 sevrés), cette souche a été créée pour améliorer le potentiel génétique des lapins destinés à la production de viande en Algérie (Gacem et bolet, 2005 ; Gacem *et al.*, 2008).

2.5. Conduite de l'élevage**2.5.1. Alimentation et abreuvement**

Durant toute la période expérimentale, les animaux étaient nourris et abreuvés *ad libitum*. L'aliment est de type granulé, destiné à l'élevage cunicole. C'est un aliment unique distribué à toutes les catégories de lapins (reproducteurs et en engraissement), mais le fabricant est différent figures (21,22).



Figure 21: l'alimentation donnée aux lapins



Figure 22: L'aliment distribué en granulé.

L'aliment utilisé dans cette station est un aliment fabriqué au niveau de la commune de Freha, willaya de Tizi-Ouzou.

La constitution essentiellement est de (25%) de maïs (36%) de luzerne déshydratée, (26%) de son de blé, (12%) de tourteaux de soja et (1%) de CMV, L-lysine, HCL 98% et de méthionine DL 99% (Tableau composition de l'aliment).

Tableau XVI: Composition chimique de l'aliment

Détermination	Résultat /brut	Normes (Lebas, 2004)
Humidité (g/100g)	8	/
Protéines Dumas (g/100g)	16,5	17-17.5
Cellulose Brute (g/100g)	13	15
Calcium (mg/Kg)	12329	12000
Phosphore (mg/Kg)	5631	6000
Amidon Enzymatique (g/100g)	17.2	20

L'abreuvement est assuré par un système de tétine, chaque rangée de batterie est séparée des autres, l'approvisionnement en eau se fait par une conduite étatique et un puits d'eau de source près des unités d'élevage, figures (23, 24,25).

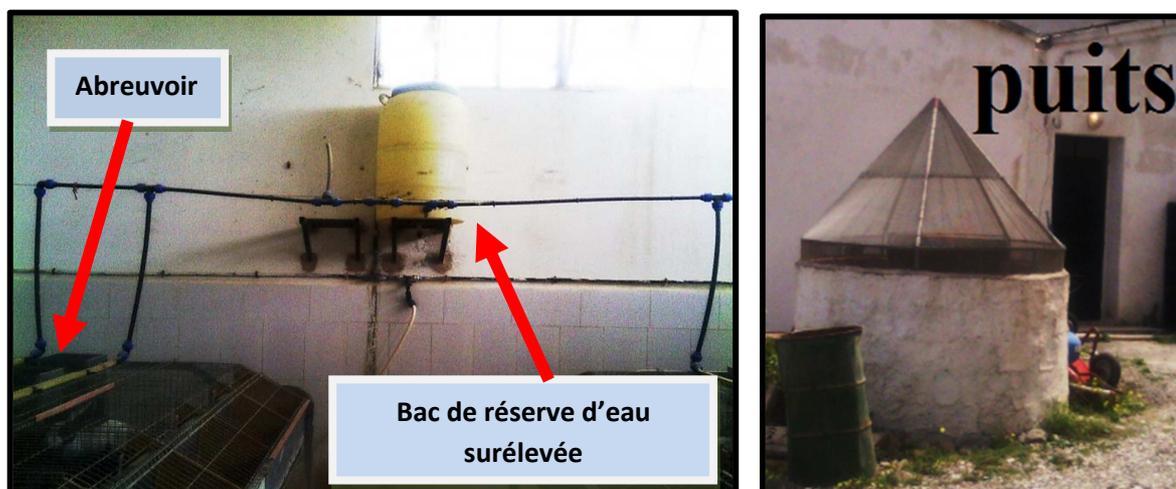


Figure 23: Système d'abreuvement dans le clapier de Tigzirt.



Figure 24: les mangeoires (photo originale)



Figure 25: la pipette d'eau (photo originale)

2.5.2 Entretien de l'élevage

L'hygiène du bâtiment d'élevage est assurée par un nettoyage et une désinfection quotidienne du sol, des cages, des mangeoires, des abreuvoirs et des boîtes à nid, ainsi que les supports des cages, en utilisant différents détergents et désinfectants notamment l'eau de javel, biocide et la chaux.

Un pédiluve est installé à l'entrée du clapier pour éviter les contaminations venues de l'extérieur. Le nettoyage est complété par le passage des cages aux chalumeaux pour éliminer les poils, une fois par an un vide sanitaire est fait ainsi qu'une vaccination des lapines. En cas de diarrhée isolée, du vinaigre est additionné à l'eau de boisson.

2.5.3 Reproduction

Les femelles sont mises en reproduction à l'âge de 3 à 4 mois. Dans un premier temps (2013-2015), les lapines sont fécondées par saillie naturelle suivant un rythme semi intensif. Ce rythme consiste à saillir la lapine 10 jours après la mise bas.

A partir du mois de juin de l'année 2015 et avec la mise en place d'un laboratoire d'analyse de la semence au sein du clapier, les lapines sont fécondées par insémination artificielle avec la semence de mâles du même type génétique (femelles blanches inséminées avec de la semence provenant de mâles blancs et les femelles synthétiques sont inséminées avec de la semence provenant des mâles synthétiques), suivant un rythme de reproduction extensif. Ce rythme consiste à inséminer les femelles 25 jours après la mise-bas, figures (26, 27).



Figure 26: Matériel utilisé pour l'insémination artificielle.



Figure 27: Réalisation de l'insémination artificielle.

Le diagnostic de gestation se fait par palpation abdominale vers le 9^{ème} au 14^{ème} jour de gestation après l'insémination. Les femelles non gestantes sont aussitôt saillies ou inséminées en fonction de la période prise en considération (figure 28).



Figure 28: diagnostic de gestation par palpation abdominale.

La préparation des boîtes à nids s'effectue 3 à 4 jours avant la date prévue de la mise bas. Les portées sont dénombrées dès la mise bas (nés totaux, nés vivant, nés morts), ces informations sont notées sur des fiches femelles. Le sevrage des lapereaux s'effectue à 35^{ème} jour d'âges, ils sont pesés puis transférés dans des cages d'engraissement, Figures (29, 30, 31).



Figure 29: Portée à la mise-bas.



Figure 30: Portée pendant la période d'allaitement



Figure 31: Portée prête au sevrage

3- EXPERIMENTATIONS

3-1-Expérimentation I : Evaluation de la mortalité dans un élevage cunicole renfermant les animaux de la population blanche et de la souche synthétique

L'objet de cette première expérimentation consiste à évaluer le taux de mortalité des lapereaux sous la mère sur les deux types génétiques de lapines la souche synthétique (SS) et la population blanche (PB).

L'évaluation de la mortalité a été réalisée sur une période qui s'étale de 2013 à 2017 sur un effectif de départ de 120 lapines de la souche synthétique et 80 lapines de la population blanches.

Avec une moyenne de 5 mise bas par an, la mortalité a été évaluée sur 2000 portées SS et 1430 portées PB. Ainsi la mortalité est estimée sur 5 ans, à différentes saisons. Les lapines sont suivies sur plusieurs cycles de reproduction afin d'évaluer les paramètres zootechniques notamment la fécondité, prolificité (exprimée par le nombre de nés totaux, NT et nés vivants, NV), le taux de gestation, le taux de mise bas et le taux de mortalité.

$$\text{Taux de gestation} = \frac{\text{Nombre de femelles palpées positives}}{\text{Nombre de femelles inséminées}} \times 100$$

$$\text{Taux de mise bas} = \frac{\text{Nombre de femelles qui ont mis bas}}{\text{Nombre de femelles inséminées}} \times 100$$

$$\text{Taux de mortalité} = \frac{\text{Nés totaux} - \text{Nés vivants}}{\text{Nés totaux}} \times 100$$

3.2. Expérimentation II : Effet des adoptions croisée entre les portées des lapines de la souche synthétique et de la population blanche sur la mortalité des lapereaux en période l'allaitement

La présente expérimentation consiste à étudier l'influence des adoptions croisées des portées entre les lapines de la population blanche et les lapines de la souche synthétique sur la viabilité des lapereaux en période d'allaitement.

Le but de cette expérimentation est de mettre en relation l'origine génétique du lait tété par les lapereaux avec la mortalité des ces derniers.

3.2.1. Protocol expérimental (Figure 32)

La présente étude s'est déroulée sur une période qui s'étale du mois de septembre 2016 au mois de mai 2017.

L'effectif animal concerné par cette étude comprend **19** lapines de la population Blanche (PB) et **20** lapines de la souche synthétique (SS) suivies sur trois cycles de reproduction.

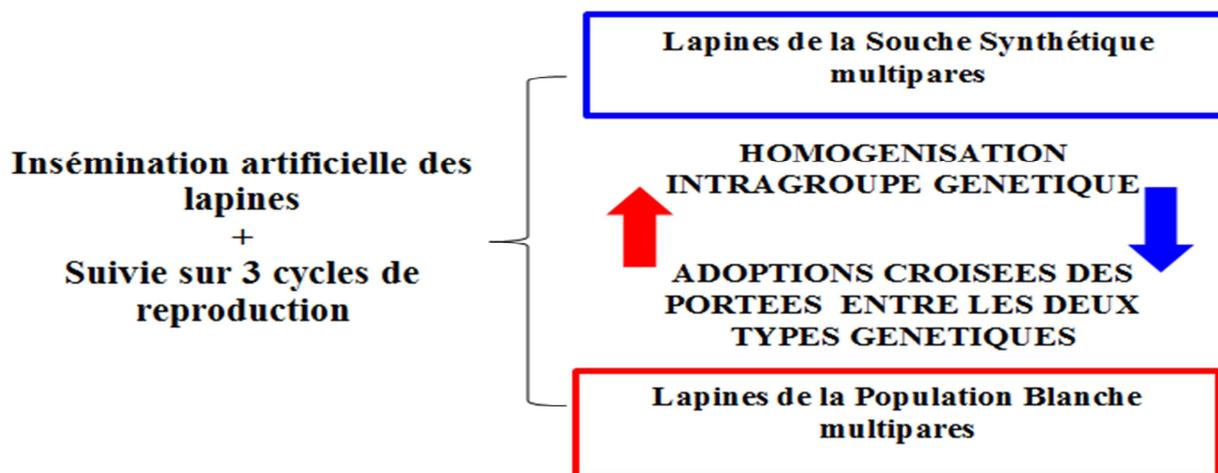


Figure 32: Organisation des adoptions croisées des portées entre lapines de la population blanche et la souche synthétique

A la mise bas, les portées (114 portées pour 912 lapereaux) sont dénombrées, pesées et homogénéisées (8 lapereaux /lapine) puis réparties en 4 groupes (2 groupes témoins et 2 groupes expérimentaux) en fonction de l’origine génétique du lait tété.

Tableau XVII: Organisation des adoptions croisées entre mères de la PB et de la SS

		Effectifs des portées / 3 cycles	Nombre de lapereaux après homogénéisation /3cycles
Témoin PB (9 lapines PB / Lapereaux PB)		27	216
Témoin SS (10 lapines SS /Lapereaux SS)		30	240
Expérimental PB (9 Mères SS /Lapereaux PB)		27	216
Expérimental PB (10 Mères PB / Lapereaux SS)		30	240
19 PB	20 SS	114 portées	912 lapereaux

4. Mesures réalisées

L’évaluation quantitative de la production laitière a été réalisée suivant la méthode décrite par Lebas et Zerrouki (2011). La quantité de lait produite est déterminée à partir des mesures de poids des portées et des mères avant et après tétée, durant les trois semaines de lactation et à raison de deux pesées / semaine et par femelle. La durée de la tétée est de trois minutes. Elle correspond à la différence de poids des femelles et de leurs portées respectives avant et après la tétée.

Les effectifs des portées sont notés à la naissance et durant les trois semaines de lactation.

5. Analyses statistiques

Tous les résultats sont présentés sous forme de valeurs moyennes suivies de l'erreur standard à la moyenne ($\bar{X} \pm \text{ESM}$). Les tests de Student (lorsque $n > 10$) et de Mann-Whitney (lorsque $n < 10$) ont été utilisés pour comparer les groupes. Les différences sont considérées comme significatives lorsque $P \leq 0,05$.

Les paramètres suivants sont calculés :

- La moyenne arithmétique (\bar{X}) des valeurs individuelles
- L'écart-type : $\sigma = \sqrt{\sum [(x_i - \bar{x})^2 / (N-1)]}^{1/2}$
- L'erreur standard à la moyenne (EMS) : $\text{ES} = \sigma / (N)^{1/2}$
- Validité statistique

La signification statistique des différences entre les moyennes a été évaluée par le test "t" de Fisher-Student par Microsoft Excel 2010 et le logiciel Statistica (10.0) et (7.0), la présentation graphique des résultats obtenus est faite par Microsoft Excel 2010.

$$t = \frac{X_1 - X_2}{S \sqrt{(1/N_1 + 1/N_2)^{1/2}}} \quad \text{avec} \quad S^2 = \frac{\sum (x_{i1} - X_1)^2 + \sum (x_{i2} - X_2)^2}{(N_1 + N_2) - 2}$$

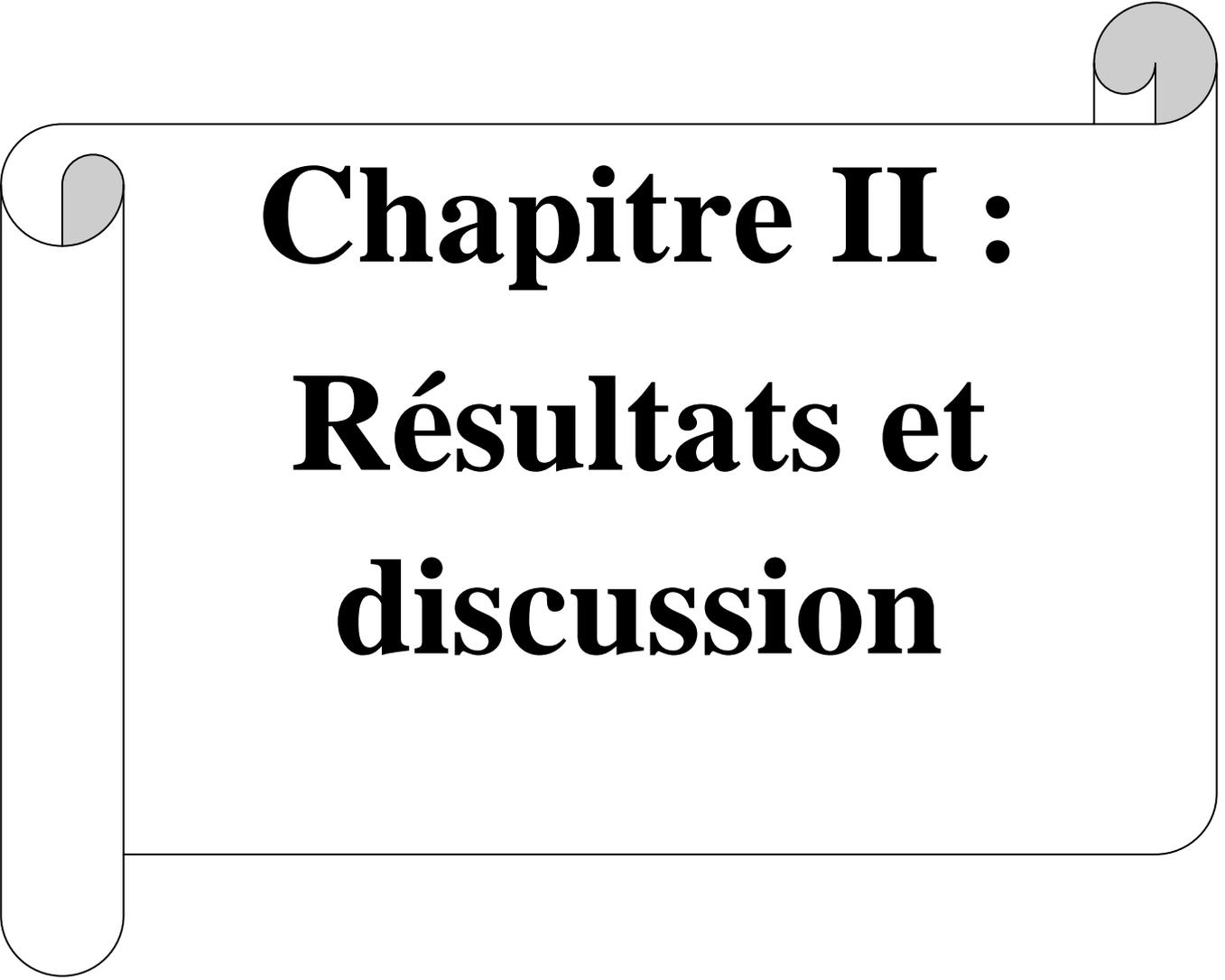
x_{i1} et x_{i2} : Valeurs individuelles de la première et deuxième série.

N_1 et N_2 : Nombre de valeurs (effectif) de chaque série.

La différence entre deux moyennes comparées est statistiquement significative si la probabilité "P", lue en fonction du nombre des degrés de liberté (d.d.l. = $n_1 + n_2 - 2$) est égale ou inférieur à 5 %.

- Si $p > 0,05$: la différence n'est pas significative (NS)
- Si $p \leq 0,05$: la différence est peu significative (*)
- Si $p < 0,01$: la différence est significative (**)
- Si $p < 0,001$: la différence est très significative (***)
- Si $p < 0,0001$: la différence est très hautement significative (****)

-a, b, c, ... : indique des différences significatives entre les moyennes deux à deux au seuil de 5%.

A decorative graphic of a scroll with a black outline and rounded corners. The scroll is partially unrolled, with the top edge curving upwards and the bottom edge curving downwards. The text is centered on the scroll.

Chapitre II :

Résultats et

discussion

Au cours de cette expérimentation, nous avons procédé à des adoptions croisées des portées entre les mères de la souche synthétique et de la population blanche.

Buts du travail :

- Notre premier objectif consiste à évaluer les taux de mortalité sur les 5ans d'étude dans les deux types génétiques de lapines (PB et SS) puis de préciser les différents taux sur quatre saisons.
- le second, consiste à mettre en relation l'origine génétique du lait tété par les lapereaux et son impact sur le taux de mortalité.

1. Evaluation de la mortalité dans un élevage cunicole renfermant les animaux de la population blanche et de la souche synthétique

1.1. Performances des femelles et des lapereaux

Les résultats mentionnés dans le tableau XVI sont la résultante des enregistrements effectués sur 5ans d'étude allant de l'année 2013 à mai 2017.

A la mise-bas, les portées sont dénombrées et pesées. Les paramètres de reproduction et de la production laitière ont été suivis sur plusieurs cycles de reproduction, ainsi la mortalité est estimée sur 5 ans, à différentes saisons sur les deux types génétiques de lapines. Le tableau (XVI) relate les paramètres de reproduction mesurés à la mise-bas en période d'allaitement et enfin en période de sevrage.

Tableau XVIII : Caractéristiques pondérales des lapines à la mise-bas en période d'allaitement et enfin durant le sevrage.

Paramètres	Nombre		Moyenne \pm ESM	
	SS	PB	SS	PB
NAISSANCES				
Nés totaux (NT)	106	122	11 \pm 3,64	9 \pm 3,5
Nés vivants (NV)	104	114	9 \pm 3,25 ^b	8 \pm 3,6 ^a
Poids moyen (g)	104	114	51 \pm 10,9	57 \pm 14,3
Poids de la portée (g)	104	114	456 \pm 142,3	446 \pm 142,4
Phase d'allaitement				
Lapereaux allaités	106	122	8,17 \pm 0,09 ^b	7,37 \pm 0,10 ^a
Production moyenne de lait (g)	106	122	168 \pm 3,10 ^b	149 \pm 3,48 ^a
SEVRAGE				
Nombre de sevrés	94	100	8 \pm 1,6 ^b	7 \pm 1,6 ^a
Poids moyen (g)	94	100	553 \pm 120,7	545 \pm 116,2
Poids de la portée (g)	94	100	4136 \pm 935,7	3674 \pm 968,2
Mortalité naissance-sevrage (%)	94	100	11,32 ^a	18,03 ^b

NT : née totaux, NV : nés vivants, SS : souche synthétique, PB : population blanche, ESM :Erreur Standard à la Moyenne.

1.1.1. Prolificité à la naissance

La prolificité moyenne à la naissance exprimée en terme de nés totaux et nés vivants est de l'ordre de ($11 \pm 3,64$ nés totaux et $9 \pm 3,25$ nés vivants) pour la SS et de ($9 \pm 3,5$ nés totaux et $8 \pm 3,6$ nés vivants) pour la PB (Tableau XVI).

Les résultats obtenus se rapprochent de ceux enregistrés sur des femelles de la même souche conduites en saillie naturelle (**9,50** nés totaux et **8,74** nés vivants) (Gacem et *al.*, 2009).

Cependant, ces valeurs sont légèrement supérieures à celles obtenues chez les lapines Néo-Zélandaises, conduites en saillie naturelle (**7,35** nés totaux et **6,95** nés vivants) et celles obtenues chez les lapines Californiennes (**8,76** nés totaux et **8,05** nés vivants) rapportés par Hulot et Matheron, (1981). Cette différence peut être due aux conditions d'élevage ou à la réceptivité des lapines lors de l'insémination artificielle (saillie forcée).

1.1.2. Poids des portées à la naissance

Les portées pèsent en moyenne (SS : $456 \pm 142,3$ g vs PB : $446 \pm 142,4$ g) à la naissance avec des poids moyens individuels de (SS : $57,66$ g ; PB : $61,96$ g) (tableau XVI). Les résultats obtenus sont nettement supérieurs à ceux rapportés par Zerrouki, (2007) sur la population locale, par Chibah, (2016) sur la population blanche, par Khalil, (1998) sur les lapines de race de Baladi noir qui sont respectivement : poids à la naissance 296 ± 113 g, 351 ± 160 g.

Nos résultats sont proches en ce qui concerne la SS des résultats obtenus par Galal et Khalil (1994) pour les femelles Néo-Zélandaises où ils ont enregistré un poids de portée à la naissance de 490g, mais inférieur pour la PB.

1.1.3. Poids des portées au sevrage

Les résultats du poids corporel individuel à l'âge de sevrage indiquaient que les lapereaux SS avaient un poids corporel de l'ordre de ($553 \pm 120,7$ g) comparativement à celui des lapereaux PB qui était de l'ordre de ($545 \pm 116,2$ g). Les résultats obtenus sont nettement inférieurs à ceux rapportés par El-Sabrou (2017) qui rapporte que le poids corporel individuel à l'âge de sevrage indiquait que les lapins d'Alexandrie avaient un poids corporel significativement plus élevé par rapport aux lapins locaux ($845,33$ g ; $664,05$ g, respectivement).

1.1.4. Taux de mortalité

1.1.4.1. Taux de mortalité naissance-sevrage

L'analyse de nos résultats a mis en évidence un taux de mortalité qui est de (SS : 11,32% vs PB : 18,03%). Ces mortalités demeurent élevées par rapport à la norme recommandée qui est de 8%.

Nos résultats sont supérieurs aux résultats enregistrés par Lebas, (1991) qui se situe entre 8 et 12 %. Zerrouki, (2006) ont obtenu un taux de 14,07% sur la population locale, Chibah, (2006) a obtenu un taux qui est de 16% et Jaouzi *et al.*, (2004) enregistrent un taux de 29% sur la population locale Marocaine.

Par ailleurs nos résultats sont supérieurs à ceux obtenus par Bergaoui et Kriaa, (2001) qui ont enregistré 08,02% dans les élevages Tunisiens sur les lapines de la population locale.

Le taux de mortalité de la population blanche est nettement supérieur à celui de la souche synthétique. Les mortalités enregistrées sont de l'ordre (PB : 18,03% ; SS : 11,32%).

Les taux de mortalité enregistrés sous la mère, (PB : 18,03% ; SS : 11,32%) se concordent avec les résultats enregistrés par Zerrouki 2014 pour la Population Blanche (18.03% vs P18%).

Les diverses causes à l'origine de cette mortalité sont:

- Type génétique
- Production laitière
- composition biochimique du lait
- taille de la portée
- Saison de mise bas

1.1.4.2. Mortalité des lapereaux en fonction des années

Les plus forts taux de mortalité sont observés au sein de la **PB**. La mortalité diminue à partir de 2015.

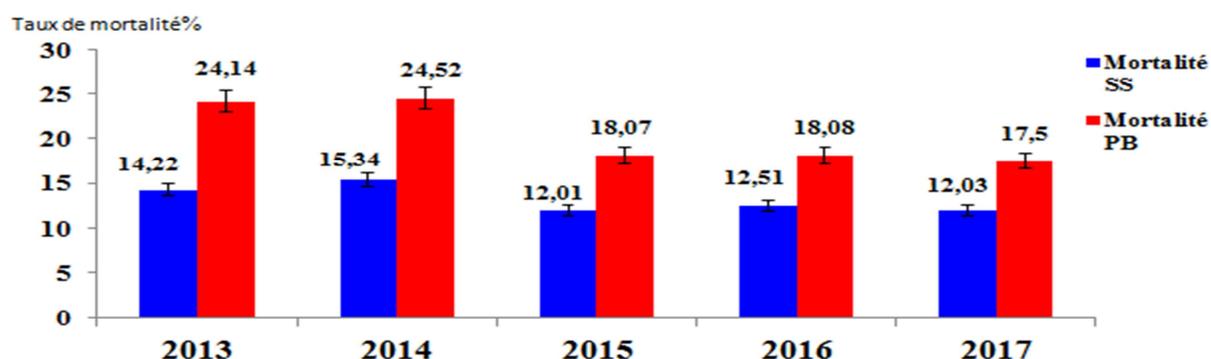


Figure 33 : Evaluation de la mortalité des lapereaux sous la mère en fonction des années dans les deux types génétiques de lapines la population blanche (PB) et la souche synthétique (SS).

En effet, les plus forts taux de mortalités sont observés chez les lapines de la population blanche durant les deux premières années 2013 et 2014 avec un taux le plus important de l'ordre de 24,52%..

1.1.4.3. Mortalité des lapereaux en fonction des saisons

Sur les quatre saisons d'enregistrement, les taux de mortalité le plus importants sont observés chez les lapines PB (Figure 2).

Avec des écarts de mortalité de l'ordre de 11,83% (SS) et 16,62% (PB) entre la saison estivale et hivernale, on enregistre les plus forts taux de mortalité au cours de la période estivale.

Le taux de mortalité varie significativement ($P < 0,0001$) en fonction des saisons dans les deux types génétiques de lapines.

Taux de mortalité %

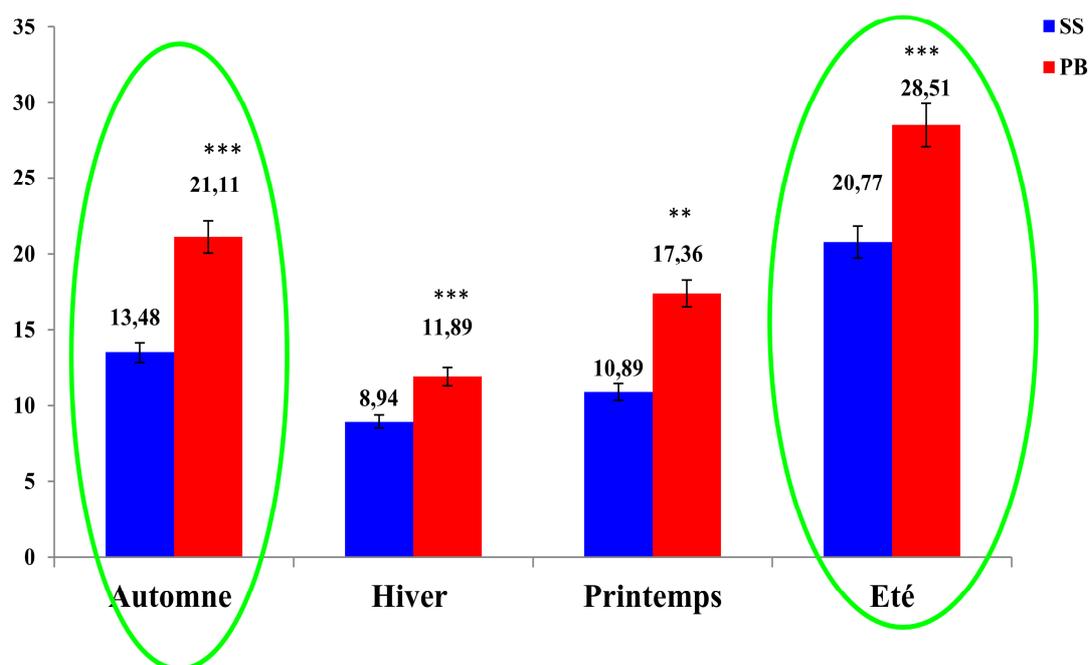


Figure 34 : Evaluation de la mortalité des lapereaux sous la mère en fonction des saisons dans les deux types génétiques de lapines la population blanche (PB) et la souche synthétique (SS).

Ainsi, on peut dire que la mortalité des lapereaux sous la mère est significativement affectée par la saison de la mise bas, avec ($P=25,5\%$, $P=20,51\%$) pour la Population blanche et la souche synthétique, respectivement, où les plus fortes mortalités sont notées en été, probablement dues à la réduction alimentaire des femelles gestantes en raison des fortes chaleurs.

Par contre, les plus fortes mortalités entre la naissance est le sevrage ont été enregistrées en période juste « après été » c.-à-d. durant l'automne. En outre, plusieurs auteurs ont rapporté que les conséquences négatives de températures ambiantes élevées et durant l'automne avec l'altération de la production et la reproduction (fertilité et prolificité) (Matheron et Poujardieu 1982 ; Ayyaet *al.*, 1995 ; Ayyat et Marai, 1998 ; Marai *et al.*,2002).

Marai et Rashwan (2004) ont affirmé que la saison influe significativement sur le poids du lapereau à la naissance ainsi que le poids de la portées à 21 jours d'âge, Bhatt *et al.*, (2002) ont constaté que la taille des portées et le poids à la naissance, taille de la portées ainsi que le poids de portées au sevrage sont tous plus élevés au cours de l'hiver par rapport à l'été et la saison des pluies.

2. Effet du changement de l'origine génétique de la mère allaitante sur la viabilité des jeunes lapins et leur croissance pendant la période d'allaitement

2.1. Effet d'adoption sur le taux de mortalité (Tableau 2).

Le taux de mortalité le plus important est enregistré dans le groupe « lapereaux PB/lait PB » par rapport au lot « Lapereaux SS /Lait SS » (**37,5 % ± 0,19 vs. 12,5 % ± 0,03**) respectivement. Ce taux de mortalité est supérieur à celui enregistré par Chibah *et al.*, (2014) sur les animaux du même type génétique (**37,5 % ± 0,19 vs. 18%**).(tableau XIX)

Tableau XIX : Evaluation des taux de mortalité des lapereaux allaités par les lapines SS et PB suivant le schéma des adoptions croisées

	Nombre de lapereaux après homogénéisation /3cycles	Nombre de lapereaux à 21 jours de lactation /3cycles	Taux de mortalité
Lapereaux PB + Lait PB	216	164	37,5 % ± 0,19***
Lapereaux SS + Lait SS	240	216	12,5 % ± 0,03
Lapereaux PB + Lait SS	216	196	12,5% ± 0,01
Lapereaux SS + Lait PB	240	211	25 % ± 0,04*
Total	912 lapereaux	787 lapereaux	/

Les lapereaux PB survivent mieux quand ils sont allaités par des femelles SS (**37,5 % ± 0,19 vs. 12,5% ± 0,01**) et la différence entre les deux est significativement importante ($P < 0,001$), (figure35).

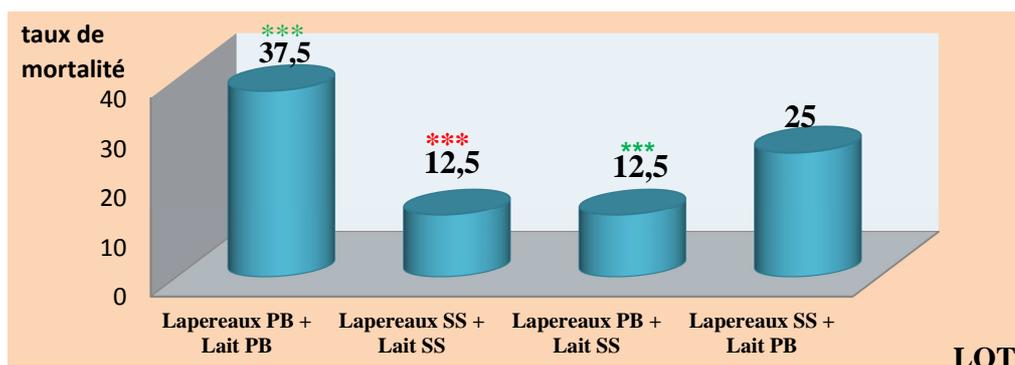


Figure 35: Effet des adoptions croisées des portés sur le taux de mortalité durant la période d'allaitement

En revanche, les lapereaux SS allaités avec du lait PB présentent un taux de mortalité plus important par rapport au lot témoins ($25 \% \pm 0,04$ vs. $12,5 \% \pm 0,03$) ($P < 0,001$). (figure 53)

✚ *Le lait d'origine PB semble accentuer la mortalité des lapereaux du type génétique SS. Par contre, le lait SS semble augmenter les chances de survie des lapereaux PB.*

2.2. Evaluation de la croissance des lapereaux allaités par les lapines SS et PB suivant le schéma des adoptions croisées (Tableau XX)

Avec un poids moyen (400 g) homogénéisé à la mise bas (L1), la taille de chaque portée au sein des quatre groupes (2 témoins et 2 expérimentaux) est de 8 lapereaux.

Au bout de la troisième semaine de lactation, notamment au 21^{ème} jour (L21), des portées du groupe témoins **Lapereaux SS / Lait SS** sont plus lourdes par rapport aux autres groupes (Tableaux XX).

Tableau XX: Evaluation de la croissance des lapereaux allaités par les lapines SS et PB suivant le schéma des adoptions croisées (L21)

	Poids moyens individuels à la mise bas (g)	Poids moyen de portée après homogénéisation (g)	Poids moyens individuels (g)	Taille de la portée L1	Poids moyens de la portée à 21 jours de lactation (g)	Taille de la portée L21	Poids moyens individuels (g)
Lapereaux PB + Lait PB	55 ± 3,71	399 ± 2,56	49,87 ± 1,63	8	1600 ± 2,09 ^d	5 ± 0,33 ^b	320,60 ± 1,02 ^a
Lapereaux SS + Lait SS	60,16 ± 1,94 ^{**}	400 ± 11,2	50 ± 0,66	8	1820 ± 6,02 ^a	7 ± 1,02 ^a	260 ± 0,88 ^c
Lapereaux PB + Lait SS	-	398 ± 12,02	49,75 ± 2,02	8	1750 ± 4,22 ^b	7 ± 1,67 ^a	250,66 ± 1,66 ^d
Lapereaux	-	405 ± 2,22	50,62 ± 0,54	8	1700 ± 1,78 ^c	6 ± 1,54 ^a	283,33 ± 2,44 ^b

SS + Lait							
PB							

Ce groupe (lapereaux SS/ lait SS) présente une taille de portée de ($7 \pm 1,02$) lapereaux et dont le poids moyen au L21 est de ($260 \pm 0,88$ g), (figure 36)

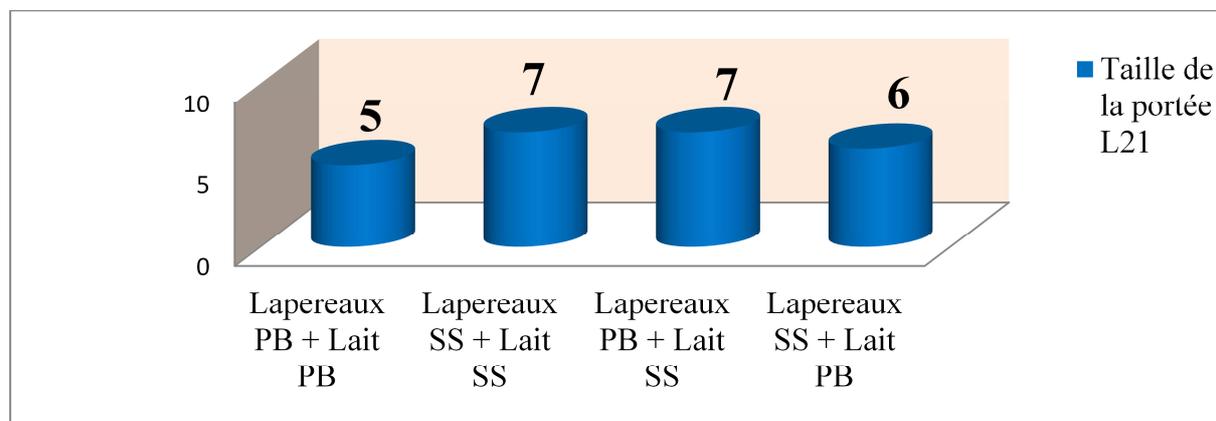


Figure 36: Effet des adoptions croisées des portés sur la taille des portées à L21

Ces résultats confirment la supériorité SS en termes de poids et de taille de la portée par rapport à la PB au cours de la période d’allaitement, (figure 37). Ils rejoignent de ce fait, les résultats enregistrés sur les animaux du même type génétique par Zerrouki *et al.*, (2007).

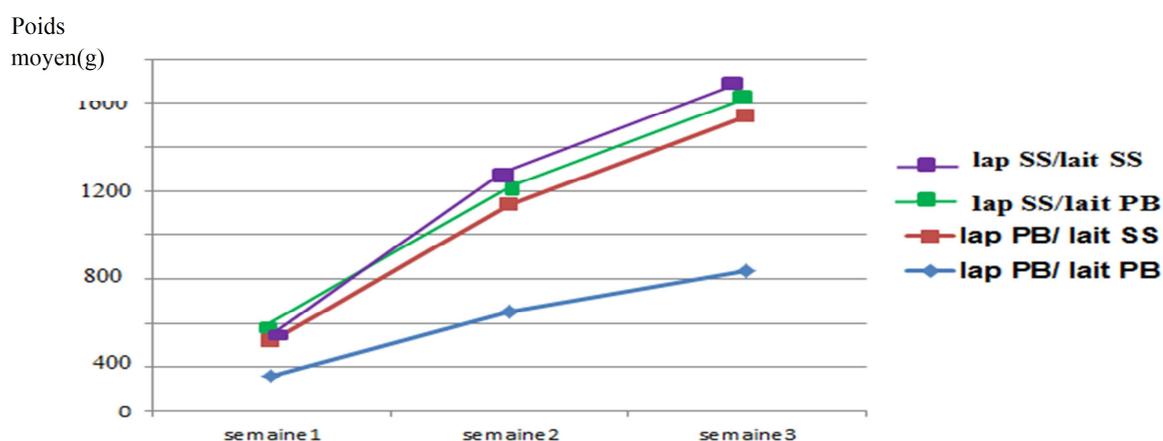


Figure 37 : Effet d’adoption sur la croissance des lapereaux

Une différence significative ($P < 0,001$) du poids de la portée est notée entre le lot témoin de SS et le lot expérimental du même type génétique ($1820 \pm 6,02$ g vs. $1700 \pm 1,78$ g),figures (38,39).

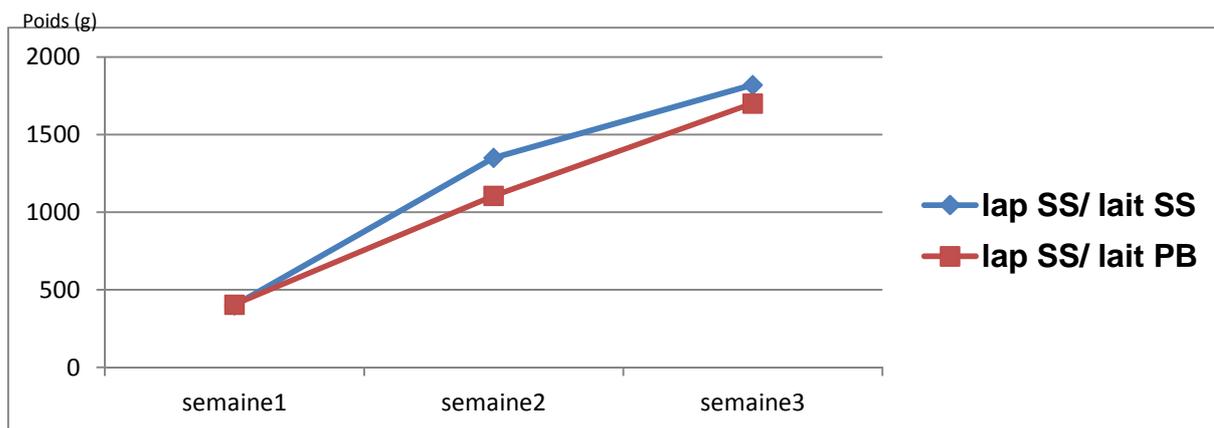


Figure 38 : Effet d'adoption sur la croissance des lapereaux SS

Les lapereaux PB du groupe expérimental (tétant du lait SS) présentent un poids moyen de la portée au L21 significativement ($P < 0,001$) plus important par rapport au poids de la portée noté au sein du groupe témoin PB ($1750 \pm 4,22$ g vs. $1600 \pm 2,09$ g).

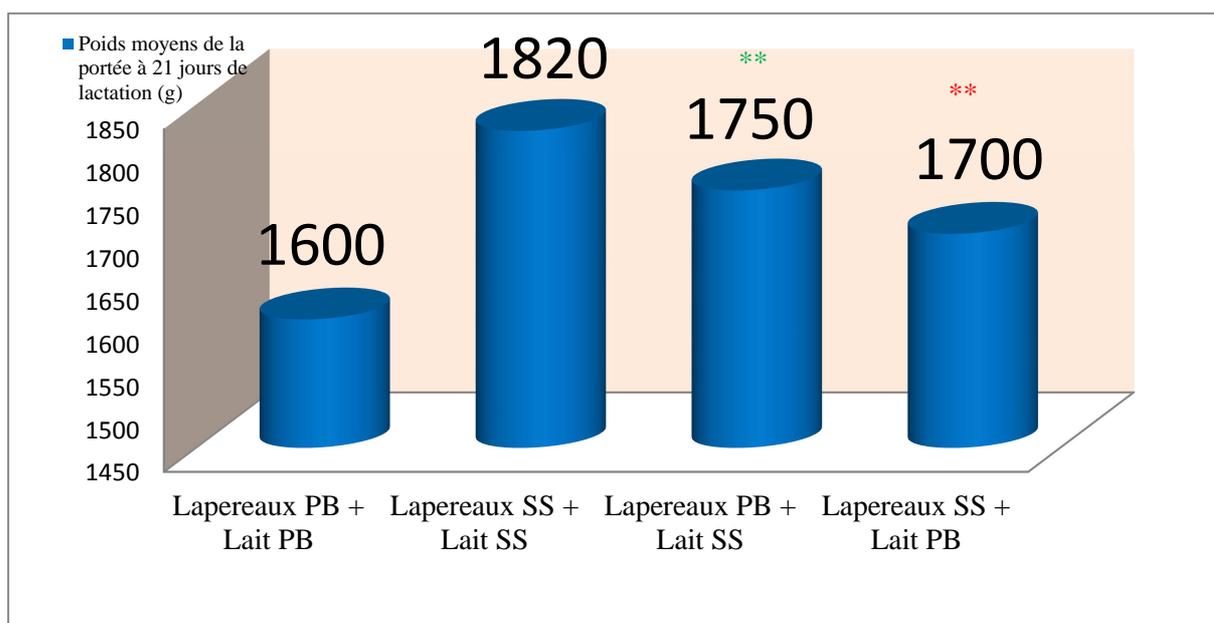


Figure 39 : Effet d'adoption sur le poids moyen de la portée à 21 jours de lactation

Ceci confirme les résultats de Gareau et Rechambeau (2003) qui rapportent que l'expression du poids du jeune lapereau est déterminée d'une part par son propre potentiel de croissance, appelé effet direct, et d'autre part, par l'influence de sa mère, appelée effet maternel, qui se manifeste essentiellement par son aptitude à l'allaitement, ce qui signifie que les lapines de la souche synthétique transmettent leurs performances pondérales supérieures comparativement à la population blanche, aux lapereaux PB à travers leur lait.

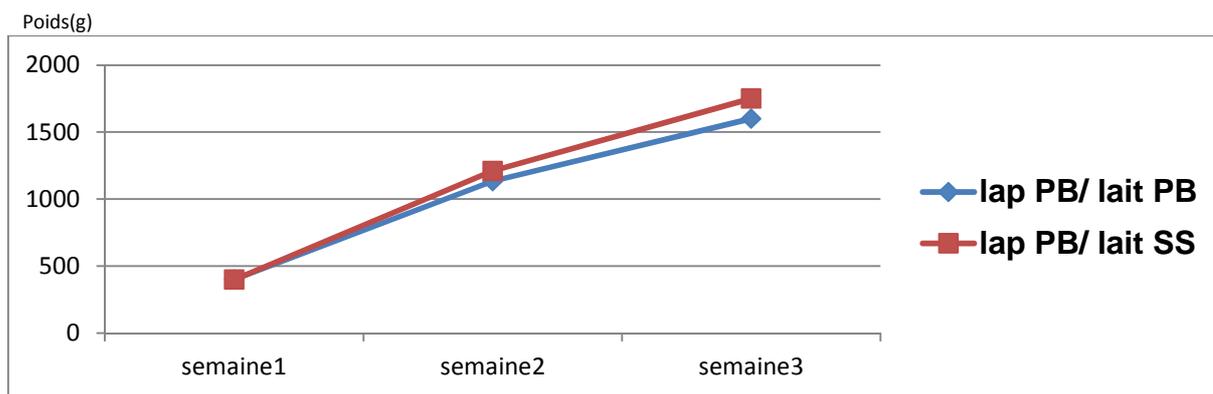
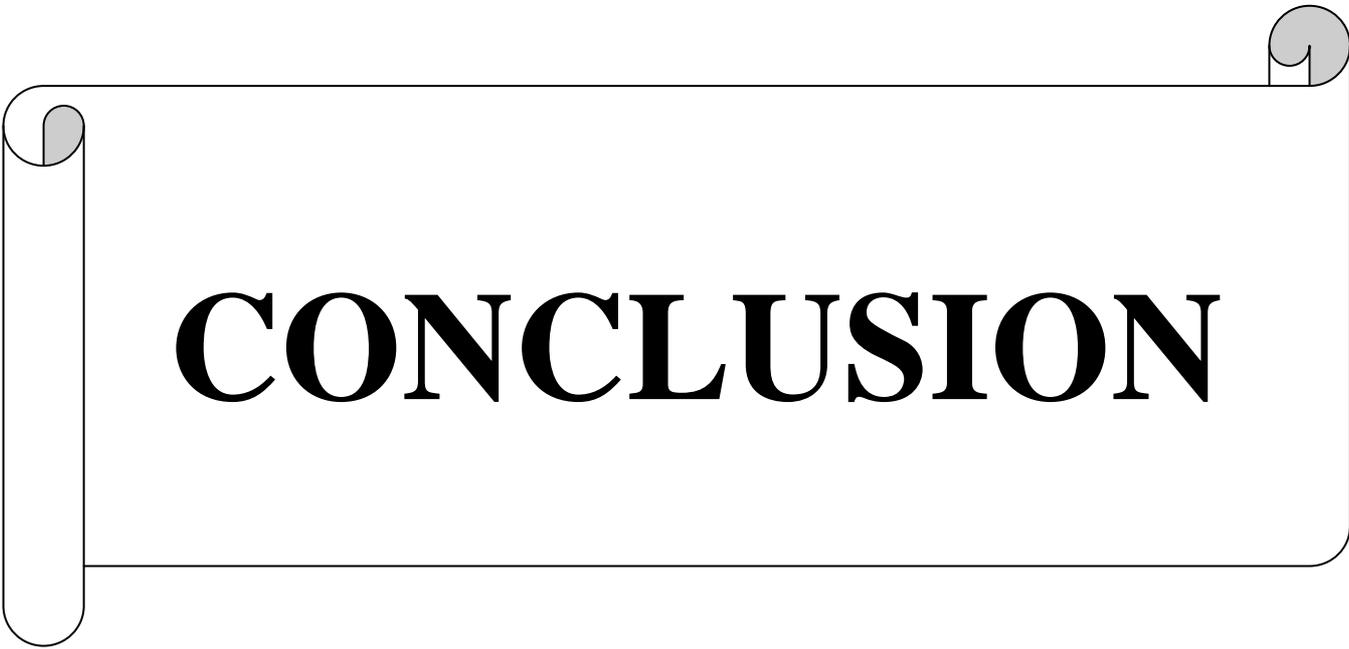


Figure 40 : Effet d'adoption sur la croissance des lapereaux PB

Ces résultats confirment les conclusions rapportées par Lebas (2002), qui a montré que le comportement maternel, autorisant la tétée, ainsi que la quantité et la qualité du lait distribué ont alors une influence déterminante sur le poids des jeunes lapereaux et ainsi influence d'une façon directe ou indirecte sur le taux de mortalité, qui sera nettement plus faible chez les lapereaux ayant des performances génétiques plus robustes (souche synthétique) comparativement aux lapereaux de la population blanche qui présentent des taux de mortalité plus importants, malgré leur adaptation aux conditions climatiques. Sachant que les lapereaux de la PB sont sous la mère SS et inversement, les résultats obtenus nous poussent à dire que :

- *le lait PB tété par les lapereaux du lot SS serait à l'origine de cette baisse de la croissance et à l'augmentation du taux de mortalité.*
- *Les lapines SS semblent produire un lait en termes quantitatif et qualitatif permettant une meilleure survie des lapereaux ainsi qu'une croissance plus rapide.*

Cette étude révèle une corrélation entre les effets saisonniers et aussi effet type génétique du lait de lapine sur le taux de mortalité des lapereaux en période d'allaitement. Les travaux de thèse de Daoudi-Zerrouki (2006) et Mefti-Korteby (2012) réalisés en station expérimentale ainsi que des publications émanant de ces travaux ont enregistré un taux de mortalité néonatale important et de faibles performances de croissance des lapereaux.



CONCLUSION

Au terme de notre étude portant sur l'effet des croisements des portées (la portée SS sous la mère PB et la portée PB sous la mère SS) sur les aptitudes laitières des lapines appartenant à deux types génétiques élevés dans la région de Tizi-Ouzou (population blanche et souche synthétique).

Il en ressort que :

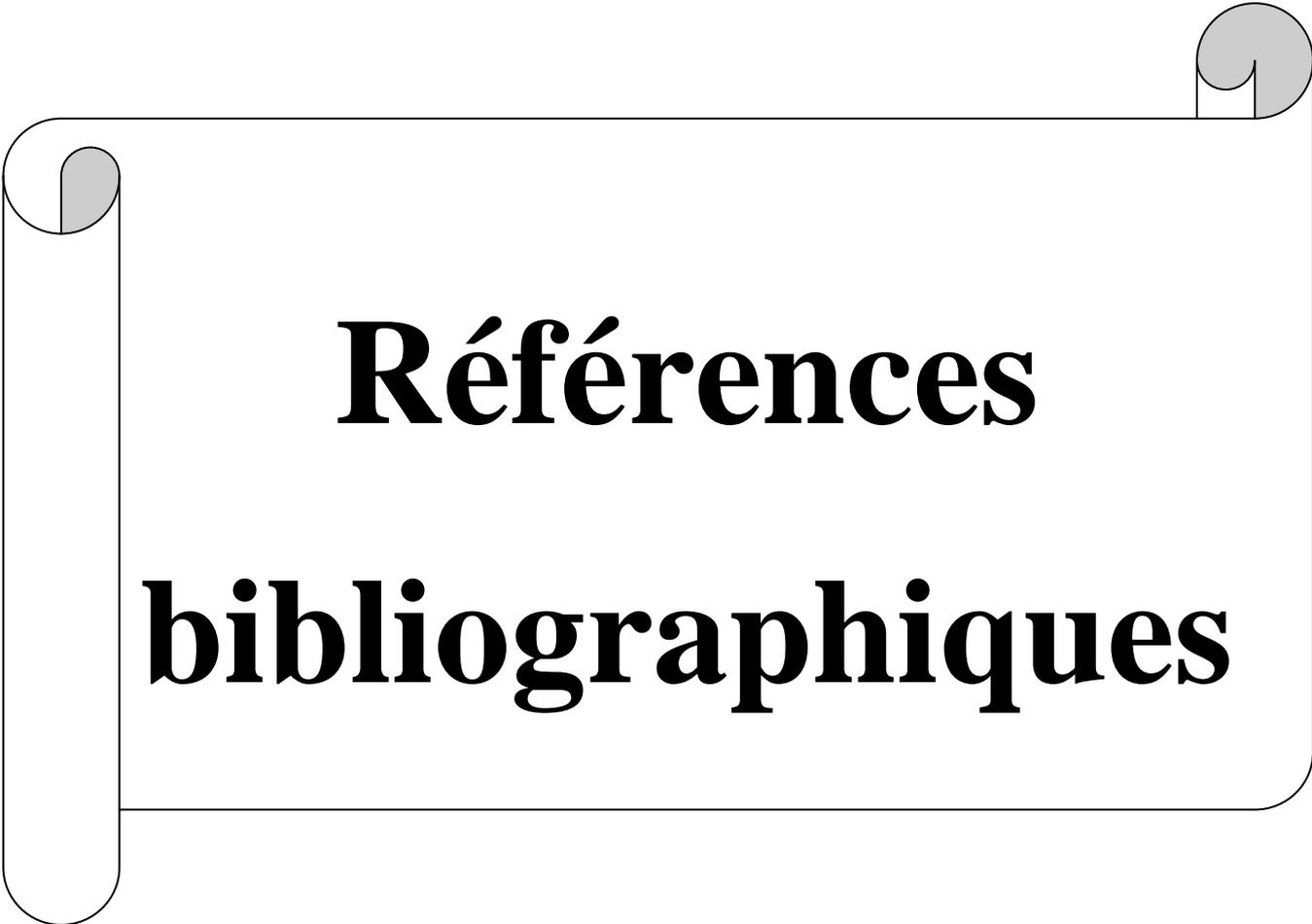
- La prolificité moyenne à la naissance exprimée en terme de nés totaux et nés vivants est de l'ordre de ($11 \pm 3,64$ nés totaux et $9 \pm 3,25$ nés vivants) pour la SS et de ($9 \pm 3,5$ nés totaux et $8 \pm 3,6$ nés vivants) pour la PB.
- Les portées pèsent en moyenne (SS : $456 \pm 142,3$ g vs PB : $446 \pm 142,4$ g) à la naissance avec des poids moyens individuels de (SS : 57,66g ; PB : 61,96g)
- Un taux de mortalité durant la période d'allaitement qui est de 21 jours après avoir réalisé des adoptions croisées est de 37,5 % pour le groupe lapereaux PB/ lait PB et 12,5% pour le groupe lapereaux SS/lait SS, de l'ordre de 12,5 % pour les lapereaux PB/ lait SS et de 25% pour les lapereaux SS/ lait PB. Sachant que les lapereaux SS sont sous la mère PB et les lapereaux PB sont sous la mère SS
- Au sein des groupes d'animaux témoins, on assiste à une augmentation des taux de mortalité respectifs par rapport aux taux enregistrés par Chibah *et al.*, 2014. Ce fait serait lié au stress occasionné suite aux adoptions intragroupes génétiques réalisées à la mise bas. En revanche, la consommation du lait PB par les lapereaux SS semble être nocive à la survie de ces derniers. A l'opposé, la consommation du Lait SS par les lapereaux PB semble à son tours être bénéfique en tenant compte du taux de mortalité en baisse et du poids de la portée qui augmente.

La quantité de lait produit est importante à la survie des lapereaux et même la taille de la portée (Chibah, 2016) , la qualité du lait en termes de composition biochimique et d'origine génétique semblent avoir un effet sur le taux de mortalité.

La résultante de ces résultats indique que le lait PB peut renfermer des éléments délétères qui seraient à l'origine des forts taux de mortalité notés au sein de cette population. Cependant ; à travers ces résultats préliminaires, on préconise pour améliorer les capacités laitières des lapines de :

- Poursuivre cette étude mais avec un nombre plus élevé de femelles à suivre pour confirmer cet effet et mieux expliquer les mécanismes qui régissent ce stade physiologique (allaitement) et qui conditionne la croissance des portées au cours de cette phase.

- Etudier d'autres paramètres qui peuvent faire varier les performances de production de cette souche comme l'alimentation, la température, l'humidité, le poids du mise en reproduction.
- Faire une étude plus approfondie sur la composition biochimique et protéique du lait des lapines des deux types génétiques.

A decorative border resembling a scroll, with a vertical strip on the left and rounded corners on the right. The scroll is outlined in black and has a light gray shaded area at the top of the vertical strip and at the top-right corner.

Références

bibliographiques

Références bibliographiques

« A »

- **Abdou H., Marichatou H., Beckers J.-F., Dufrasne I., Hornick J.-L.** 2012. Physiologie de la production et composition chimique du colostrum des grands mammifères domestiques: généralités. *Ann. Méd. Vét.*, , 156, 87-98.
- **Akers, R.M., 2002.** Lactation and the mammary gland. Low a Sate Press, Ames Iowa.
- **Afifi E.A., 2002.** The Gabali Rabbits (Egypt). *Rabbit Genetic in Mediterranean Countries. Options Méditerranéennes: Série B. Etudes et recherches* ; 38: 55-64.
- **Abo Elezz, Z., Hassan, A., Samak, M., 1981.** Effect of litter size and mating cycles on lactation in rabbits. *Alexandria Journal of Agricultural Research*, 29, 75-82.
- **Amroun1 T., Bianchi L., Zerrouki-Daoudi N., Bolet G., Lebas F., Charlier M., Devinoy E., Martin P., Miranda G. 2015.** Caractérisation de la fraction protéique du lait produit par deux types génétiques de lapine de la région de Tizi Ouzou. 16^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole, 24 et 25 novembre 2015, Le Mans, France.
- **Anderson R.R., Sadler K.C., Knauer M.W., Wippler J.P., Marshall R.T. 1975.** Composition of cottontail rabbit milk from stomachs of young and directly from gland. *JDairy Sci*, 58 (10) : 1449 1452.
- **AI Sarraj K., White D. A. and Mayer R. J. (1978)** Purification and properties of casein from mammary gland of lactating rabbits. *Int. J. Biochem.* 9, 269-277.
- **Argente M.J., Santacreu M.A., Climent A., Blasco A. 2003.** Relationship between uterine and fetal traits in rabbits selected on uterine capacity. *J. Anim. Sci.* 81: 1265-1273.
- **Argente M.J., Santacreu M.A., Climent A., Blasco A. 2008.** Effect of intra uterine crowding on available uterine space per fetus in rabbits. *Livestock Sci*, 114, 211-219.
- **Arvy, 1974. Cité par Vaissaire, J.P. 1977.** Sexualité et reproduction des mammifères domestiques et de laboratoire. Paris. Maloine Editeur.-457 P.

- **Ayyat M.S., Marai I.F.M., El Sayaiid G.H.A., 1995.** Genetic and non genetic factors affecting milk production and preweaning litter traits of New-Zeland White does under Egyptian condition .*World Rabbit Sci.*, 3,119-124.

« B »

- **Ball R.K., Friis R.R., Schoenenberger C.A., Doppler W. & Groner B. (1988)** Prolactin regulation of beta-casein gene expression and of a cytosolic 120-kd protein in a cloned mouse mammary epithelial cell line. *Embo J* 7, 2089-95.
- **Barone, R. (1978).** Les mamelles dans Anatomie comparée des mammifères domestiques. Tome 3 Splanchnologie II. Editions Vigot Frères. Paris p 449-501.
- **Bradshaw J.P., et WhiteD.A.1985.** The effect of tunicamycin on transferrin synthesis and secretion in hormonally stimulated explants of rabbit mammary gland. *Bioscience Reports* 5, 229-236.
- **Baranyi M., Brignon G., Anglade P., Ribadeau-Dumas B., 1995.** New data on the proteins of rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) milk. *Comp Biochem Physiol*, 111B (3): 407-415.
- **Baranyi M., Aszodi A., Devinoy E., Fontaine M.L., Houdebine L.M., Bosze Z. 1996.** Structure of the rabbit kappa-casein encoding gene: expression of the cloned gene in the mammary gland of transgenic mice. *Gene*174:27-34.
- **Barkok A., Jaouzi T. 2002.** The Zemmouri Rabbits (Morocco), Rabbit genetic resources in Mediterranean countries. Zaragoza, CIHEAM-IAMZ, 2002. *Options Méditerranéennes, Série B, Etudes et Recherches*, n° 38, 175-185.
- **Belhadi S., Boukir M., Amriou L. 2002.** Non genetic factors affecting rabbit reproduction in Algeria. *World Rabbit Science*, 10(3) 103-109.
- **Berthon et Salmon, 1993.**In Biologie de la lactation. INRA Editions
-

- **Bergaoui R. et Kriaa S. (2001).** Performances des élevages cunicoles modernes en Tunisie *World Rabbit Science*. **9(2)** : 69-76.
- **BioProtein Technologies, 2006.** Science -about rabbit. *http://www.bioprotein.com/gb/science.htm*
- **Blasco A., Ortega J.A., Climent A., Santacreu M.A. 2005.** Divergent selection for uterine capacity in rabbits. I. Genetic parameters and response to selection. *J. Anim. Sci.* 83:2297-2302.
- **Bolet G. 1994.** Génétique et reproduction chez le lapin. *Journées AERA-ASFC, 20 Janvier 1994, 12-17.*
- **Bolet G., Saleil G. 2002.** Strain INRA (France). Rabbit genetic resources in Mediterranean countries. Zaragoza, CIHEAM-IAMZ, 2002. *Options Méditerranéennes, Série B, Etudes et Recherches*, n°38, 113-137.
- **Bolet G., Brun J., Lechevestrier S., Lopez M., Boucher S. 2001.** Evaluation des performances de reproduction de 8 races de lapins dans 3 élevages expérimentaux. *9emes Journées de la Recherche Cunicole, 2001, Paris, France, 213-216.*
- **Bosze Zs., Devinoy E., Puissant C., Fontaine M. L. and Houdebine L. M. (1993)** Characterization of the rabbit kappa-casein eDNA: control of kappa-casein gene expression in vivo and in vitro. *J. tool. Endocrinol.* 11, 9-17.
- **Boucher S., Martin K., Le Bourhis C., Simonneau V., Ripoll P.J. 2007.** Evolution de la composition chimique du lait d'une souche de lapines de laboratoire au cours d'une lactation. *12èmes Journées de la Recherche Cunicole, 27-28 novembre 2007, Le Mans, France.*
- **Boussit D., 1989.** Reproduction et insémination artificielle en cuniculture chez le lapin. Edité par l'association française de cuniculture ; Diffusion *Lavoisier* TEC & DOC.
- **Boulanger C.A., Bruno R.D., Mack D.L., Gonzales M., Castro N.P., Salomon D.S. & Smith G.H. 2013.** Embryonic stem cells are redirected to non-tumorigenic epithelial cell fate by interaction with the mammary microenvironment. *PLoS One* **8**, e62019.

- **Brennan A.J., Sharp J.A., Lefevre C.M. & Nicholas K.R. 2008.** Uncoupling the mechanisms that facilitate cell survival in hormone-deprived bovine mammary explants. *J Mol Endocrinol* **41**, 103-116.
- **Brisken C. & O'Malley B. 2010.** Hormone action in the mammary gland. *Cold Spring Harb Perspect Biol* **2**, a003178.
- **Brun J.M., Baselga M. 2005.** Analysis of reproductive performances during the formation of a synthetic rabbit strain. *World Rabbit Science*, **13**, 239-252.
- **Bruno R.D., Boulanger C.A., Rosenfield S.M., Anderson L.H., Lydon J.P. & Smith G.H. 2014.** Paracrine-rescued lobulogenesis in chimeric outgrowths comprising progesterone-receptor-null mammary epithelium and redirected wild-type testicular cells. *J Cell Sci* **127**, 27-32.

«C»

- **Calvert D.T., Knight C.H. & Peaker M. (1985)** Milk accumulation and secretion in the rabbit. *Q J Exp Physiol* **70**, 357-63.
- **Challis J.R., Davies J. & Ryan K.J. (1973)** The concentrations of progesterone, estrone and estradiol-17 beta in the plasma of pregnant rabbits. *Endocrinology* **93**, 971-6.
- **Charles T., Levasseur M.C. 2001.** Dans la reproduction chez les mammifères et l'homme. Edition INRA. Paris.
- **Chibah-Ait Bouziad K., Zerrouki-Daoudi N. 2015.** 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. Volume 27, Article #224. Retrieved February 29, 2016, from <http://www.lrrd.org/lrrd27/11/zerr27224.html>*
- **Chibah-Ait Bouziad K. 2016.** Etude de la relation entre la production laitière de la lapine et la croissance du lapereau sous la mère : Analyse de quelques facteurs de variation liés à la femelle et au milieu. Thèse de Doctorat, Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques, Université Mouloud Mammeri Tizi ouzou, Algérie.
- **Christ B., Lange K., Jeroch H., 1996.** Effect of dietary fat on fat content and fatty acid composition of does milk. In : *6th World Rabbit Congress*, Toulouse, France, 1 : 135-138.
- **Coates M.E., Gregory M.E., Thompson S.Y., 1964.** The composition of rabbit's milk. *Br. J. Nutr.*, **18**, 583-586.

- **Combes S., Gidenne T., Boucher S., Fortun-Lamothe L., Bolet G., Coureaud G. 2013b.** Rabbit from birth to weaning: what tools for more robust rabbits? *In Proc.: 15èmes Journ. Rech. Cunicole, 26-27 Novembre 2013, Le Mans, France, pp. 63-77.*
- **Combes S., Gidenne T., Cauquil L., Balmissé E., Aymard P., Bonnemere J.M., Bannelier C., Gabinaud B., Segura M., Tartie V., Fortun-Lamothe L. 2013a.** L'apport de fèces au nid stimule le comportement de coprophagie des jeunes lapereaux, modifie les processus d'implantation du microbiote et améliore leur santé. *14ème J. Rech. Cunicoles, 19 & 20 nov. 2013, Le Mans, France.*
- **Coudert P. 1982.** Analyse de l'origine des pertes à la maternité. *Cuniculture 45, 136-139.*
- **Cowie A.T., 1968.** Lactation in the rabbit. *Natl. Inst. Res. Dairying, Rep. 1968, 84.*

«D»

- **De Rochambeau H., Bolet G., Tudela F. 1994.** Long term selection-comparison of two rabbit strains. *5th World Congress of Genetics Applied to livestock Production, Guelph, Canada, 7-12 August, 1994, Vol XIX, 257-260.*
- **Daniel C.W., Deome K.B., Young J.T., Blair P.B. & Faulkin L.J., JR. 2009.** The in vivo life span of normal and preneoplastic mouse mammary glands: a serial transplantation study. 1968. *J Mammary Gland Biol Neoplasia 14, 355-62.*
- **Debnath J., Muthuswamy S.K., Brugge J.S. 2003.** Morphogenesis and oncogenesis of MCF-10A mammary epithelial acini grown in three-dimensional basement membrane cultures. *Elsevier, (3):256-268.*
- **Dehnhard M., Claus R., Munz O. & Weiler U. 2000.** Course of epidermal growth factor (EGF) and insulin-like growth factor I (IGF-I) in mammary secretions of the goat during end-pregnancy and early lactation. *J Vet Med A Physiol Pathol Clin Med 47, 533-40.*
- **Delouis C., Dijiane J., Houdebine L.M., Terqui M.** Relation between hormones and mammary gland function. *J. Dairy Sci., 1980, 63, 492-1513.*
- **Delouis C., Houdebine L.M. & Richard P. (2001a)** La lactation. *La Reproduction chez les Mammifères et l'Homme.* Thibault C, Lévasseur MC, Ellipses-INRA Editions. 580-610.

- Denamur R. (1963a) Mammary growth and lactogenesis induced by prolactin in the pregnant rabbit. *C R Hebd Seances Acad Sci* **257**, 1548-51.
- **Denamur R. (1963b)** Nucleic acids of the mammary gland during gestation and lactation in the rabbit. *C R Hebd Seances Acad Sci* **256**, 4748-50.
- **Deome K.B., Faulkin L.J., Bern H.A. & Blair P.B.1959.** Development of mammary tumors from hyperplastic alveolar nodules transplanted into gland-free mammary fat pads of female C3H mice. *Cancer Res* **19**, 515-20.
- **Devinoy E. & Houdebine L.M. 1977.** Effects of glucocorticoids on casein gene expression in the rabbit. *Eur J Biochem* **75**, 411-6.
- **Davies J.S., Widdowson E.M., McCance R.A., 1964.** The intake of milk and the retention of its constituents while the newborn rabbit doubles its weight. *Br J Nutr*, **18** : 385-392.
- **Dawson S.P., Wilde C.J., Tighe P.J., Mayer R.J. 1993.** Characterization of two novel casein transcripts in rabbit mammary gland. *Biochem. J.* **296**:777-784.
- **Debray L., 2002.** Nutrition du lapereau en période de sevrage ; interaction avec les besoins nutritionnels de la femelle. Thèse de doctorat, Institut National Polytechnique, Toulouse, France, 125 pp.
- **Demarne Y., Lhuillery C., Pihet J., Martinet L., Flanzky J., 1978.** Comparative study of triacylglycerol fatty acids in milk fat from two leporidae species: rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) and hare (*Lepus europaeus*). *Comp Biochem Physiol B*, **61** (2): 223-226.
- **Dayal R., Hurlimann J., Suard Y. M. L. and Kraehenbuhl J. P.1982.**Chemical and immunochemical characterization of caseins and the major whey proteins of rabbit milk. *Biochem. J.* **201**, 71 79.
- **Devinoy E., Hubert C., Schaerer E. and Houdebine L. M. 1988a.** Sequence of rabbit whey acidic protein cDNA. *Nucl. Acids Res.* **16**, 8180.
- **«E»**
- **Eirew P., Stingl J., Raouf A., Turashvili G., Aparicio S., Emerman J.T. & Eaves C.J. 2008.**A method for quantifying normal human mammary epithelial stem cells with in vivo regenerative ability. *Nat Med* **14**, 1384-9.
- **Elias J.J., Pitelka D.R., Armstrong R.C., 1973.** Changes in fat cell morphology during lactation in the mouse. *Anat Rec.* **177** (4): 533-47.
- **El-Sayiad G.A., Habeeb A.A.M., El- Maghawry A.M., (1994).** A note on the effects of breed, stage of lactation and pregnancy status on milk composition of rabbits. *Anim Prod*, **58** : 153-157.

- **El-Sabrouk.k. , Aggag.S, El-Raffa.A. (2017).** Comparaison de la production de lait et de la composition du lait pour des lignes de lapins exotiques et synthétiques locales. *Vet World*. 2017 May; 10(5): 526–529.

• «F»

- **Fajemilehin S. O. K., Adegun M.K., Ogunlade J T., Fagbuaro S. S.2013.** Yield, Intake and Chemical Profile of Milk of Commercially Available Rabbits at First Parity. *Research and Reviews: Journal of Agriculture and Allied sciences*. RRJAAS, Volume 2, Issue 4, October-December, 2013.
- **Fleischhauer H., Schlolaut W., Lange K., 1985.** Influence of number of teats on rearing performance of rabbits. *J. Appl. Rabbit Res.*, 8, 174-176.
- **Fortun-Lamothe L., Bolet G. 1995.** Les effets de la lactation sur les performances de reproduction chez la lapine. *INRA Productions Animales*, 1995, 8(1), 49 – 56.
- **Fortun-Lamothe L., Sabater F., 2003.** Estimation de la production laitière à partir de la croissance des lapereaux. In Proc.: *10èmes Journ. Rech. Cunicole, Paris, ITAVI Ed., Paris, 69-72.*
- **Fonty G., Gouet P., Riou Y., 1979.** Effect of milk composition on the gastrointestinal microflora of artificially reared young rabbit. *Ann Biol Anim Biochim Biophys*, 19 (3A) : 567- 571.
- **Fraga M.J., Lorente M., Carabano R. M., De Blas J. C. 1989.** Effect of diet and remating interval on milk production and milk composition of the doe rabbit. *Anim.Prod.*, 48, 459-466.
- **Fortun-Lamothe L., 2003.**Résumés des communications présentées lors des 10^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole dans la section « Reproduction ». *Cuniculture Magazine volume 30 (année 2003) pages 46 - 51.*
- **Fortun-Lamothe L, Sabater F. 2003.** Estimation de la production laitière des lapines à partir de la croissance des lapereaux. 10èmes Journées de la Recherche Cunicole, INRA- ITAVI, Paris, France, 19-20 novembre 2003,69-72
- **Fortun-Lamothe L., Gidenne T. 2003.** Besoins nutritionnels du lapereau et stratégie alimentaire autour du sevrage. *INRA Prod. Anim.*16:41-50.
- **Fortun-Lamothe L.2006.** Energy balance and reproductive performance in rabbit does, *Animal Reproduction Science*, 93, 1-15.
- **Fortun L., Lebas F. 1994.** Influence of the number of the sucking young and the feed level on foetal survival and growth in rabbit does. *Annales de Zootechnie*, 43,163-171

- **Fortun-Lamothe L., Bolet G. 1995.** Les effets de la lactation sur les performances de reproduction chez la lapine. *INRA Productions Animales*, 1995, 8(1), 49-56.
- **Feugier A. (2006).** Une méthode alternative de reproduction chez la lapine : un modèle pour une approche systématique du fonctionnement des élevages cunicoles. Thèse de Doctorat de l'INP de Toulouse, 155p.

- «G»

- **Gacem M., Zerrouki N., Lebas F., Bolet G. 2008.** Strategy for developing rabbit meat production in Algeria: Creation and selection of synthetic strain. <http://world-rabbit-science.com/WRSA-Proceedings/Congress-2008-Veronaf>
- **Gacem M. Zerrouki N., Lebas F. et Bolet G. (2009).** Stratégie de développement de la production du lapin en Algérie : création et sélection de la souche synthétique premières journées d'étude, ressources génétiques avicoles locales ; potentiel et perspectives de valorisation. *Université de Mostaganem*.
-
- **Garreau H., Brun J.M., Theau-Clement M., Bolet G. 2008.** Evolution des axes de recherche à l'INRA pour l'amélioration génétique du lapin de chair. *INRA Prod. Anim.*, 21 (3), 269-276
- **Garreau. H., et De Rochambeau H. (2003).** La sélection des qualités maternelles pour la croissance du lapereau, INRA, Station d'Amélioration Génétique des Animaux, BP 27, 31326 Castanet-Tolosan cedex, France. 10èmes Journées de la Recherche Cunicole, 19-20 nov. 2003, Paris.
- **Guerder F. 2002.** Conduites en bandes: de bons résultats économiques. *Cuniculture*, 29:117-123.
- **Gors S., Kucia M., Langhammer M., Junghans P. & Metges C.C. 2009.** Technical note: Milk composition in mice--methodological aspects and effects of mouse strain and lactation day. *J Dairy Sci* 92, 632-7.

- **Grabowski H., Le Bars D., Chene N., Attal J., Malienou-Ngassa R., Puissant C., Houdebine L.M., 1991.** Rabbit whey acidic protein concentration in milk, serum, mammary gland extract, and culture medium. *J Dairy Sci*, 74 : 4143-4150

• «H»

- **Haslam S.Z. 1988.** Acquisition of estrogen-dependent progesterone receptors by normal mouse mammary gland. Ontogeny of mammary progesterone receptors. *J Steroid Biochem* 31, 9-13.
- **Head H.H., Delouis C., Terqui M., Kann G. & Djiane J. 1980.** Effects of various hormone treatments on induction of lactation in the ewe. *J Anim Sci* 50, 706-12.
- **Helman D., Herman A., Paly J., Livnah O., Elkins P.A., de Vos A.M., Djiane J. & Gertler A. 2001.** Mutations of ovine and bovine placental lactogens change, in different ways, the biological activity mediated through homologous and heterologous lactogenic receptors. *J Endocrinol* 169, 43-54.
- **Houdebine L.M., Djiane J., Dusanter –Fourt I., Martel P., Kelly P.A., Devinoy E., Servely J.L.1985.**Hormonal action controlling mammary activity. *J Dairy Sci* 68:489-500
- **Houdebine L.M., Bosze Z. 1996.** Structure of the rabbit kappa-casein encoding gene: expression of the cloned gene in the mammary gland of transgenic mice. *Gene*174:27-34.
- **Hovey R.C., McFadden T.B. & Akers R.M. 1999.** Regulation of mammary gland growth and morphogenesis by the mammary fat pad: a species comparison. *J Mammary Gland Biol Neoplasia* 4, 53-68.
- **Hovey R.C., Trott J.F. & Vonderhaar B.K. (2002)** Establishing a framework for the functional mammary gland: from endocrinology to morphology. *J Mammary Gland Biol Neoplasia* 7, 17-38.*
-
- **Hassan N.S. 2005.** Animal model evaluation and some genetic parameters of milk production in New Zealand White and Baladi Black rabbits using DF-REML procedure. *4th International Conference on Rabbit Production in Hot Climates*, Sharm El-Sheikh.
- **Hanzen, 2010. Lait et production laitière -Année 2009-2010**

- **Hue-Beauvais C., Chavatte-Palmer P., Aujean E., Le Dahirel M., Laigre P., Péchoux C., Bouet S., Devinoy E., Charlier M. 2011.** An Obesogenic Diet Started Before Puberty Leads to Abnormal Mammary Gland Development During Pregnancy in the Rabbit. *Developmental Dynamics* 240:347–356, 2011. *J. Anim. Sci.* 2015.93:1641–1655
- **Hue Beauvais C. 2014.** Périodes critiques pour la croissance et le développement mammaire lors d'une alimentation obésogène, chez la lapine et la souris : Implication de la leptine. Thèse de doctorat option en physiologie. Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines école doctorale des génomes aux organismes. Paris, France.
- **Hue-Beauvais C., Koch E., Chavatte-Palmer P., Galio L., Chat S., Letheule M., Rousseau-Ralliard D., Jaffrezic F., Laloë D., Aujean E., Révillion F., Lhotellier V., Gertler A., Devinoy E., Charlier M. 2015.** Milk from dams fed an obesogenic diet combined with a high-fat/high-sugar diet induces long-term abnormal mammary gland development in the rabbit.
- **Hopp T. P. and Woods K. R. (1979)** Primary structure of rabbit α -lactalbumin. *Biochemistry* 18, 5182-519 I. Jaubert A. and Martin P. (1992) Reverse-phase HPLC analysis of goat caseins. Identification of ~ and ~2 genetic variants. *Lait* 72, 235-247
- **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.

• «I»

- **Ibarra I., Erlich Y., Muthuswamy S.K., Sachidanandam R. & Hannon G.J. .2007.** A role for microRNAs in maintenance of mouse mammary epithelial progenitor cells. *Genes Dev* 21, 3238-43.

• «J»

- **Jaouzi T., Barkok A., Bouzekraoui A., Boumajjane Z., 2004.** Evaluation of some production parameters in rabbit. Comparative study of local Marrocan Rabbit and Californian breed in pure and cross breeding, 8th. *World Rabbit Congress. PUSBLA. MEXICO 2004.*

● «K»

- **Kelly PA B.A., Kedzia C, Hennighausen L, Ormandy CJ, Kopchick JJ, Binart N (2002)** The role of prolactin and growth hormone in mammary gland development. *Mol Cell Endocrinol.* **197**, 127-31.
- **Khalil M.H. 2002.** The Baladi Rabbits (Egypt). Rabbit Genetic Resources in Mediterranean Countries. Zaragoza, CIHEAM-IAMZ. *Options Méditerranéennes. Série B. Etudes et recherches. N°38*, 37-50.
- **Khalil M.H., Mehaia M.A., Al-Homidan A.H., Al-Sobayil K.A. 2005.** Genetic analysis for milk yield and components and milk conversion ratio in crossing of Saudi rabbits with V-line. *World Rabbit Sci.*, **13**, 52-53.
- **Kráčmar S., Gajdůšek S., Jelínek P., Rous P. 2001.** Changes in amino acid composition of rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) milk within the first 30 days after parturition. *Czech J Anim Sci*, **46** (8) : 348-351.
- **Kruger N., 1994.** The Bradford method for protein quantitation. *Methods Mol Biol.*; **32**:9-15
- **Kustos K., Papp Z., Szendrő Zs., Bálint A., 1999.** Effect of environmental temperature and restricted feeding on composition of rabbit milk. In Proc.: *2nd Int. Conf. on Rabbit Production in Hot Climates. In: Cahiers Options Méditerranéennes*, **41**, 19-24.
- **Kustos K., Szendrő Zs., Csapó J., Biró H., Radnai I., Biró-Németh E., Bálint Á., 1996.** Effect of lactation stage and pregnancy status on milk composition. In Proc. *6th World Rabbit Congr., Toulouse, France*, **2**, 187-190.

● «L»

- **Laud K., Gourdou I., Pessemesse L., Peyrat J.P. & Djiane J. 2002.** Identification of leptin receptors in human breast cancer: functional activity in the T47-D breast cancer cell line. *Mol Cell Endocrinol* **188**, 219-26.
- **Lebas F., 1969.** Alimentation lactée et croissance pondérale du lapin avant sevrage. *Ann. Zootech.*, **18** (2), 197-208.
- **Lebas F., Coudert P., Rouvier R., De Rechambeau H., 1986.** The rabbit husbandry, health and production. FAO *Animal Production and Health* series, Rome. fo.
- **Lebas F. 1969.** Alimentation lactée et croissance pondérale du lapin avant sevrage.
- *Ann Zootech*, **18** (2) : 197-208.
- **Lebas F. 1970.** Description d'une machine à traire les lapines. *Ann. Zootech.*, **19**, 223-228.
- **Lebas F., 1971.** Composition chimique du lait de lapine, évolution au cours de la traite et en
- fonction du stade de lactation. *Ann Zootech*, **20** (2) : 185-191.
- **Lebas F., Besançon P., Abouyou A. 1971.** Composition minérale du lait de lapine. Variations en fonction du stade de lactation. *Ann Zootech*, **20** (4) : 487-495.

- **Lebas, F., Coudert, P., De Rochambeau, H., Thébault, R G. 1996.** Le lapin, élevage et Pathologie (nouvelle édition révisée). FAO éditeur, Rome, 227p.
- **Lebas F. 2002.** Biologie du Lapin. Ce texte comporte 9 parties : 1 Taxonomie et origine du Lapin - 2 Extérieur et morphologie du corps - 3 Squelette et croissance musculaire - 4 Appareil digestif et digestion - 5 Appareil respiratoire - 6 Les reins et l'excrétion rénale - 7 Reproduction - 8 La circulation sanguine – 9.
- **Lebas F., et Zerrouki N.2011.** Méthodes de mesure de la production laitière chez la lapine.
- 14èmes Journées de Recherche cunicole, 22-23 Novembre 2011.Le Man, France.
- **Lebas F. 2007.** Acides gras en Oméga 3 dans la viande de lapin Effets de l'alimentation. *Cuniculture Magazine Volume 34 (année 2007) pages 15 à 20.*
- **Lukefahr S., Hohenboken W.D., Cheeke P.R., Patton N.M.1983.** Characterization of straightberd and crosseberd rabbit of milk production and associative traits. *Journal of animal science*,57 (5):1100-1107.
- **Lollivier V., Marnet P.G., Delpal S., Rainteau D., Achard C., Rabot A. & Ollivier-Bousquet M. 2006.** Oxytocin stimulates secretory processes in lactating rabbit mammary epithelial cells. *J Physiol* **570**, 125-40.
- **Lu M.H., Anderson R.R.1973.** Growth of the mammary gland during pregnancy and lactation in the rabbit. *Biol Reprod* **9**, 538-43.
- **Lucas A.,1991.**Programming by early nutrition in man.ciba Found symp,38-50.
- **Lebas F. 2010.** Situation cunicole en France en 2009. Performances moyennes des élevages selon les résultats de RENACEB pour l'année 2009, situation du Marché cunicole français et premières évaluation pour l'année 2010. *Cuniculture Magazine*, 37, 74-82.
- **138. Lebas F., Marionnet D., Henaff R. 1991.** La production du lapin. (3ème Edition
- **140. Lebas F., Coudert P., de Rochambeau H., Thébault R.G. 1996.** Nutrition et alimentation. In : Le lapin : Elevage et pathologie. *FAO Eds, Rome, Italie, 21-50*

- **Macias H., Hinck L. 2012.** Mammary gland development. *Wiley Interdiscip Rev Dev Biol* **1**, 533-57.
- **Maertens I., Lebas F., Szendro Zs, 2006 b.** Rabbit Milk : A review of quantity, quality and non-dietary affecting factor. *World Rabbit Sciences***14**, 205-30.
- **Maertens L., Vanacker J., De Coninck J. 2006a.** Milk yield and milk composition of 2 commercial hybrids and a selected strain fed a high- energy lactation diet. *Proc. 18th Hungarian Conference on Rabbit Production, Kaposvar 24 May 2006*, 35-41 .
- **Maertens L., Vanacker J., De Coninck J., 2006 (a).** Milk yield and milk composition of 2 commercial hybrids and a selected strain fed a high- energy lactation diet. *Proc. 18th Hungarian Conference on Rabbit Production, Kaposvar 24 May 2006*, 35-41.
- **Marai I.F.M., Rashwan A.A. 2004.** Behavioural response of rabbits to climatic and managerial conditions - a Review. *Archiv fur Tierzucht* **47(5)**, 469-482.
- **Marcus G.E., Shum T.F., Goldman S.L. 1990.** A device for collecting milk from rabbits. *Lab. Anim. Sci.*, **40**, 219-221.
- **Martinet J. & Houdebine LM.** Glande mammaire, mammogenèse, facteurs de croissance, lactogenèse. In: Martinet J, Houdebine LM (Eds), *Biologie de la lactation*, INRA-INSERM, Paris, 1993, p 3-29.
- **Mather I.H. & Keenan T.W. (1998).** The cell biology of milk secretion: historical notes. Introduction. *J Mammary Gland Biol Neoplasia* **3**, 227-32.
- **McClellan H.L., Miller S.J., Hrtmann P.E.2008.**Evolution of lactation: nutrition.Protection with special reference to five mammalian species. *Natur. Res. Rev.***97-116**.
- **McNitt J.I., Lukefahr S.D., 1990.** Effect of breed, parity, day of lactation and number of kits on milk production of rabbits. *J. Anim. Sci.*, **68**, 1505-1512.
- **Moumen S., H Ain Baziz et S Temim 2009.** Effet du rythme de reproduction sur les performances zootechniques des lapines de population locale Algérienne (*Oryctolagus cuniculus*).*Livestock Reserche for Rural Development* **21(8)2009**.
- **Mulac-Jericevic B., Lydon J.P., DeMayo F.J. & Conneely O.M. 2003.** Defective mammary gland morphogenesis in mice lacking the progesterone receptor B isoform. *Proc Natl Acad Sci U S A* **100**, 9744-9.

• «N»

- **Neville M.C., Medina D., Monks J. & Hovey R.C.1998.** The mammary fat pad. *J Mammary Gland Biol Neoplasia* **3**, 109-16.
- **Nichol et Tucker. 1965.** Life science **4:993**

«O»

- **Olson B, Markwell J.** Assays for determination of protein concentration. *Curr Protoc Protein Sci.* **2007;0:Unit 3.4**

- **Ormandy C.J. C.A., Barra J, Damotte D, Lucas B, Buteau H, Edery M, Brousse N, Babinet C, Binart N, Kelly P.A. 1997.** Null mutation of the prolactin receptor gene produces multiple reproductive defects in the mouse. *Genes Dev.* **11**, 167-78.

«P»

- **Pak K.W, Kim S.J., Min W.K., Pak I.Y., Huang H., Kim S. W., Lee K.K. 1999.** Cloning of the rabbit alpha-lactalbumin gene and characterization of its promoter in cultured mammary cells. Submitted to the EMBL/DDBJ databases.
- **Paape et al, 1972.** *J. Dairy sci.* **55** : 1185
- **Pascual J.J., Cervera C., Blas E., Fernández- Carmona J., 1999a.** Effect of high fat diets on the performance, milk yield and milk composition of multiparous rabbit does. *Anim Sci*, **68** : 151-162.
- **Perret J.P., 1980.** Lipolyse gastrique des triglycérides du lait maternel, et absorption gastrique des acides gras à chaîne moyenne chez le Lapereau. *J Physiol*, **76** : 159-166.
- **Perrier G., Jouanno M., Drouet J.P. 2003.** Influence de l'homogénéité et de la taille de portée sur la croissance et la viabilité des lapereaux de faible poids à la naissance. *10^{ème} Journ. Rech. Cunicole, INRA-ITAVI, 19-20/nov/2003, Paris, ITAVI éd. Paris, 115-118.*
- **Poigner J., Szendrö Zs. , Leval A., Radnai L., Biro-Nemeth E. 2000.** Effect of birth weight and litter size on growth and mortality in rabbits. *World Rabbit Science, Vol 8(1), 17-22.*

«Q»

«R»

- **Raynaud, A. 1969.** Traite de zoologie, P.P Grassé .t. XVI. Fasc. vi-Paris : Masson.
- **Ronti T., Lupattelli G. & Mannarino E. 2006.** The endocrine function of adipose tissue: an update. *Clin Endocrinol (Oxf)* **64**, 355-65

«S»

- **Sarra R., Garratt R.C., Gorinsky B., Jhoti H., Lindley P.F. 1990.** High-resolution X-ray studies on rabbit serum transferrin: preliminary structure analysis of the N-terminal half-molecule at 2.3-Å resolution. *Acta Crystallogr. B* **46**:763-771.
- **Schaerer E., Devinoy E., Kraehenbuhl J. P. and Houdebine L. M., (1988)** Sequence of the rabbit //-casein cDNA: comparison with other casein cDNA sequences. *Nucl. Acids Res.* **16**, 11814.
- **Schuh D., Hoy S.T. , Selzer D. 2004.** Vocalization of rabbit pups in the mother-young relationship. 8th World Rabbit Congress. Puebla-Mexico. 1266-1270.
- **Servely J.L., Emane M.N., Houdebine L.M., Djiane J., Delouis C. & Kelly P.A. 1983.** Comparative measurement of the lactogenic activity of ovine placental lactogen in rabbit and ewe mammary gland. *Gen Comp Endocrinol* **51**, 255-62.

- **Sheffield L.G. 1998.** Hormonal regulation of epidermal growth factor receptor content and signaling in bovine mammary tissue. *Endocrinology* 139, 4568-75.
- **Smith G.H., Medina D. 1988.** A morphologically distinct candidate for an epithelial stem cell in mouse mammary gland. *J Cell Sci* **90 (Pt 1)**, 173-83.
- **Smith P, Krohn R, Hermanson G, Mallia A, Gartner F, Provenzano M, et al.** Measurement of protein using bicinchoninic acid. *Anal Biochem.* 1985;150:76-85 .
- **Smith S., Wats R., Dils R., 1968.** Quantitative gas-liquid chromatographic analysis of rodent milk triglycerides. *J Lipid Res*, 9 : 52-57.
- **Stingl J., Eirew P., Ricketson I., Shackleton M., Vaillant F., Choi D., Li H.I., Eaves C.J. 2006.** Purification and unique properties of mammary epithelial stem cells. *Nature* **439**, 993-7.
- **Szendrö Zs. 2000.** The nutritional status of foetuses and suckling rabbits and its effects on their subsequent productivity: A Review. *7th World Rabbit Congress, Valencia, Spain, 4-7 July 2000, Vol B, 375-394.*

«T»

- **Theau-Clément M., Poujardieu B. 1994.** Influence du mode de reproduction, de la réceptivité et du stade physiologique sur les composantes de la taille de portée des lapines. *6èmes Journées de la Recherche Cunicole, La Rochelle, France, 6-7 Décembre 1994, Vol 1, 187-194.*
- **Theau-Clément M. 2008.** Facteurs de réussite de l'insémination chez la lapine et méthodes d'induction de l'oestrus. *INRA Prod. Anim.*, 2008, 21 (3), 221-230.
- **Testud M. and Ribadeau-Dumas B. (1973)** Etude des caséines du lait de la lapine. *Biochimie* 55, 1085 1093.
- **Thepot D., Devinoy E., Fontaine M.-L., Hubert C., Houdebine L.M. 1990.** Complete sequence of the rabbit whey acidic protein gene. *Nucleic Acids Res.* 18:3641-3641.

• «U»

• «V»

- **Van Keymeulen A., Rocha A.S., Ousset M., Beck B., Bouvencourt G., Rock J., Sharma N., Dekoninck S. & Blanpain C. 2011.** Distinct stem cells contribute to mammary gland development and maintenance. *Nature* **479**, 189-93.
- **Verrier E., Rognon X., Leroy G., Heams T. 2009.** Le croisement: apports potentiels du croisement, principaux plans de croisement. *Agro. Paris Tech.*, 97-126.

• «W»

- **Watson C.J. 2006.**Involution: apoptosis and tissue remodelling that convert the mammary gland from milk factory to a quiescent organ. *Breast Cancer Res* **8**, 203.
- **Walker J.** The bicinchoninic acid (BCA) assay for protein quantitation. *Methods Mol Biol.* 1994;32:5-8

• «X»

- **Xiccato G., Trocino A., Queaque P.I., Sartori A. 2001.** Effect of weaning age and parity order on reproductive performance and body balance of rabbit does. *2nd meeting of workgroups 3 and 4. COST Action 848.* 29-30 June 2001, Godollo, Hungary, 54-55

• «Y»

• «Z»

- **Zhang Y., Proenca R., Maffei M., Barone M., Leopold L. et Friedman J.M. (1994)** Positional cloning of the mouse obese gene and its human homologue. *Nature* **372**, 425-32.
- **Zerrouki N., Berchiche M., Bolet G. et Lebas F. (2001).** Caractérisation d'une population locale de lapins en Algérie : Performances de reproduction des femelles. *9èmes Journées de la Recherche Cunicole* Paris.
- **Zerrouki N., Kadi S A., Berchiche M., Bolet G., 2003.** Etude de la mortalité des lapereaux sous la mère dans une population locale algérienne. *10èmes journées de la recherche cunicole ; 19-20 Nov. 2003, Paris.*
- **Zerrouki N., Lebas F.2004.** Evaluation of milk production of an Algerian local rabbit population raised in the Tizi-Ouzou area (Kabylia) .*8th World Rabbit Congress.* Puebla- Mexico.378-384.
- **Zerrouki N., kadi S.A., Berchiche M., Bolet G., (2005).** Evaluation de la productivité des lapines d'une population locale algérienne, en station expérimentale et dans des élevages. *11èmes J. Rech. Cunicole, Paris, 29-30 nov.2005, ITAVI, 11-14*

- **Zerrouki N., 2006.** Caractérisation d'une population locale de lapin en Algérie : évaluation des performances de reproduction des lapines en élevage rationnel. Thèse Doctorat, Université de Tizi Ouzou (Algérie), 131pp.
- **Zerrouki N., 2007.** Characterisation of a kabylian population of rabbits in algeria: birth to weaning growth performance. *World Rabbit Sci.* 2007, 15: 111 – 114
- **Zerrouki N., Hannachi R., Lebas F., Saoudi A. 2007.** Productivité des lapines d'une souche blanche de la région de Tizi-Ouzou en Algérie. *12èmes Journées de la Recherche Cunicole*, 27-28 novembre 2007, Le Mans, France.141-144
- **Zerrouki N., Gacem M., Lebas F., Bolet G., 2009.** Comparaison des performances de production d'une souche synthétique de lapin avec deux populations locales disponibles en Algérie. *13èmes Journées de la Recherche Cunicole*, 17-18 novembre 2009, Le Mans, 149-15.
- **Zerrouki N., Chibah K., Amroun T., Lebas F., 2012.** Effect of the average kits birth weight and of the number of born alive per litter on the milk production of Algerian
- **Zerrouki N., Lebas F. Gacem M. Meftah I. Bolet G. 2014.** Reproduction performances of a synthetic rabbit line and rabbits of Local populations in Algeria, in 2 breeding locations. *WRS* 2014, 22: 269-278
- **Zerrouki N., Bolet G., Gacem M., Lebas F. 2014.** Ressources génétiques cunicoles en Algérie : Analyse des performances de production de la souche synthétique en station et sur le terrain, en comparaison avec les deux types génétiques locaux : population Blanche et Population locale. *7èmes Journées de Recherche sur les Productions Animales* 10 -11 novembre2014, Tizi-Ouzou, Algérie.
- **Zerrouki Daoudi N., Amroun-Laga T., Lebas F.,Chibah-Ait Bouziad k1.2014).**Effet de la taille de portée née ou allaitée sur la production laitière de lapines de deux types génétiques élevées dans des conditions d'élevage rationnelles.*7èmes Journées de Recherche sur les Productions Animales* 10 &11 novembre 2014 Tizi-Ouzou – Algérie.