

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE TIZI OUZOU



THESE

Présentée par :

Karima CHIBAH

En vue de l'obtention du titre de

DOCTEUR EN SCIENCES AGRONOMIQUES

Option : Productions Animales

THEME

**Evaluation de la production laitière de la lapine et de
la croissance du lapereau sous la mère de
population blanche et de souche synthétique**

Soutenue publiquement le 14 juillet 2016

Devant le jury composé de :

BERCHICHE Mokrane	Professeur	UMM Tizi-Ouzou	Président
ZERROUKI Nacira	Professeur	UMM Tizi-Ouzou	Rapporteur
KADI Si Ammar	Maître de conférence A	UMM Tizi-Ouzou	Examineur
IGUER-OUADA Mokrane	Professeur	UAM Bejaia	Examineur
AIN BAAZIZ Hacina	Professeur	ENSV Alger	Examinatrice
LEBAS François	Directeur de recherche	INRA Toulouse	Invité

Dédicaces

A mes parents,

Mon mari,

Mes filles,

Mes frères et sœurs

Mes proches et amis (es).

Remerciements

Ce travail a été réalisé dans le cadre des activités de recherche de l'équipe dirigée par le Professeur **Nacira ZERROUKI**. A cet effet, je lui exprime mes plus vifs remerciements pour m'avoir encadrée, conseillée, soutenue et encouragée tout au long de mon cursus universitaire de la graduation jusqu'à la concrétisation de cette thèse. Qu'elle trouve ici l'expression de ma profonde gratitude et toute ma reconnaissance.

Je tiens à remercier vivement les personnes qui ont accepté de participer au jury d'évaluation de ce travail :

M. Mokrane BERCHICHE, Professeur à l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, pour m'avoir fait l'honneur de présider ce jury, ainsi que pour tous les enseignements prodigués au cours de mon cursus. Je lui présente mes sincères remerciements.

M. François LEBAS (Expert cynicole, Directeur de recherche honoraire INRA-Président de l'Association « Cuniculture » et web master de www.cuniculture.info, www.world-rabbit-science.com et www.asfc-lapin.com), de m'avoir accordé l'honneur d'accepter de faire partie de ce jury. Je voudrais l'assurer de ma reconnaissance pour avoir suivi de près ce travail, pour ses conseils et son aide permanente et les nombreux enseignements que j'ai tirés de nos discussions dans la ville Du Mans.

M. Mokrane IGUER-OUADA, Professeur à l'Université Abderrahmane Mira de Bejaia, pour avoir accepté de nous honorer de sa participation au jury d'évaluation de ce travail. Je lui exprime mes sincères remerciements.

M^{me} Hacina AIN BAAZIZ, Professeur à l'Ecole Nationale des Sciences Vétérinaires d'El Harrach, pour m'avoir fait l'honneur d'examiner ce travail de thèse en participant au jury, et ce, après avoir été membre de jury lors de ma soutenance de thèse de Magister. Je lui adresse mes vifs remerciements.

M. Si Ammar KADI, Maître de conférence à l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, de m'avoir fait l'honneur de participer à l'évaluation de cette thèse, ainsi que pour ces précieux conseils et astuces qu'il nous a donnés lors de ma post graduation. Qu'il trouve ici l'expression de ma parfaite considération.

Qu'il me soit également permis de remercier chaleureusement, l'ensemble de l'équipe de Génomique Fonctionnelle et Physiologie de la Glande Mammaire de l'INRA de Jouy en Josas dirigée par M^{me} **Fabienne LE PROVOST** pour leur accueil, leur gentillesse, leur disponibilité ainsi que pour avoir mis à ma disposition un bureau où j'ai pu travailler. Je tiens à remercier particulièrement M^{me} **Madia CHARLIER** (Chargée de recherche à l'INRA de Jouy En Josas) pour le temps qu'elle m'a consacré, pour la formation qu'elle m'a dispensée lors de mon stage et pour ses appréciables conseils.

J'exprime, aussi, à travers ces mots, mes sincères remerciements et ma reconnaissance et rends hommage à **M. SAOUDI**, que Dieu l'accueille en son vaste paradis, qui était directeur de la coopérative Apicole de Service de la Wilaya de Tizi-Ouzou, ainsi qu'à l'ensemble du personnel du clapier de Djebba, pour m'avoir permis d'effectuer mon stage pratique dans de bonnes conditions.

Mes remerciements s'adressent également à **M. BOUHADOUN** propriétaire de l'élevage cunicole à Tizirt qui nous a ouvert ces portes et qui m'a facilité le travail d'expérimentation.

Je tiens à présenter mes remerciements à M^{me} **Thilali AMROUN-LAGA** (Maître assistante à UMMTO et membre de l'équipe de recherche) pour sa précieuse contribution à la réalisation de ce travail, notamment en trouvant cet élevage à Tizirt et en initiant le travail expérimental avec les étudiantes. A cet effet, je voudrais remercier tous les étudiants qui, dans le cadre de leurs mémoires d'ingénieurs, ont participé à ces travaux. Je cite par ordre chronologique : Lamia LKOUCHE, Azzedine CHABANE, Yasmine TISLI, Lynda HAMICHE, Lynda MELLAS, Ouzna BOUZID, Noumidia BOUARAB, Nadia KHELLAFI, Lila SLIMANI et Salah HASSAIM. Je les remercie pour leur sérieux et pour les efforts déployés malgré toutes les difficultés rencontrées.

Je souhaite également remercier les membres de notre équipe de recherche: M^{me} **Zahia HAMIDOUCHE** (Maître de conférence à UMMTO), M^{me} **Lynda LAKABI** (Maître assistante à UMMTO).

Mes remerciements vont aussi à toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail, particulièrement mes parents, mon mari et toute ma famille à qui je voudrais exprimer ma profonde reconnaissance pour leur confiance et leur soutien permanent.

Publications et communications se rapportant à la thèse

Publications internationales

- **Chibah-Ait Bouziad K.** et 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.*

Communications internationales

- **Chibah-Ait Bouziad K.,** Zerrouki-Daoudi N., Lebas F., **2015.** Effet de la taille de portée à la naissance et du nombre de lapereaux allaités sur les aptitudes laitières des lapines de deux génotypes. 16^{èmes} journées de la Recherche Cunicole, Le Mans, France, 24-25 Novembre 2015, 89-92. *in E-book_JRC_2015.*
- Zerrouki Daoudi N., **Chibah-Ait Bouziad K.,** Amroun-Laga T., Lebas F., **2015.** Etude de facteurs liés à la lapine sur ses capacités laitières et sur la croissance des lapereaux durant la phase naissance-sevrage. III^{ème} Congrès International de Biotechnologie et Valorisation des Bio-Ressources (BVBR), 20-23 mars 2015, Tabarka-Tunisie.
- Zerrouki -Daoudi N., **Chibah K.,** Lebas F., **2012.** Effet du poids moyen des lapereaux à la naissance et du nombre de lapereaux nés vivants par portée sur la production laitière de lapines de la population blanche algérienne. 3^{ème} CFMZI. Marrakech. Maroc. 6-10 Novembre 2012.
- 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 white population rabbit does. 10 th World Rabbit Congress – September 3 - 6, 2012 – Sharm El-Sheikh – Egypt, 351- 355. Com session reproduction.

- Zerrouki N., **Chibah K.**, 2011. Etude de l'influence de l'état physiologique, du rythme de reproduction adopté, sur les performances des lapines de la population blanche. 22^{ème} forum des Sciences Biologiques de l'ATSB. Session de Biologie physiologie animale 3. 28-31 mars 2011. Mahdia (Tunisie).

Table des matières

Résumé	16
Abstract	17
Introduction Générale	18
ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE	21
1. Lactation chez la lapine	22
1.1. Particularités de la physiologie de la reproduction chez la lapine.....	23
1.1.1. Age de mise en reproduction.....	23
1.1.2. Gestation	24
1.1.3. Mise bas	25
1.2. Lactation et allaitement	26
1.2.1. Anatomie de la glande mammaire	27
1.2.2. Développement de la glande mammaire	29
1.2.3. Mécanismes de sécrétion du lait.....	33
1.3. Aspects qualitatif et quantitatif du lait de lapine	34
1.3.1. Composition du lait de lapine.....	34
1.3.2. Aspect quantitatif.....	35
2. Croissance pré-sevrage des lapereaux	38
2.1. Croissance prénatale.....	39
2.2. Croissance postnatale	42
3. Facteurs de variation de la production laitière des lapines et la croissance pré-sevrage des lapereaux	46
3.1. Facteurs liés à la lapine	47
3.1.1. Effet génétique.....	47
3.1.2. Effet de la parité de la lapine.....	50
3.1.3. Effet du nombre de tétées par jour.....	51

3.1.4. Effet du nombre de tétines	52
3.2. Facteurs liés au milieu	52
3.2.1. Effet de l'alimentation	52
3.2.1.1. Effet de la composition de l'aliment	52
3.2.1.2. Effet de la source alimentaire et présentation de l'aliment.....	59
3.2.1.3. Effet du mode d'alimentation	59
3.2.2. Effet de la température.....	60
3.2.3. Effet de la durée d'éclairement.....	61
3.2.4. Effet du rythme de reproduction	62
3.2.4.1. Le rythme intensif ou post partum.....	62
3.2.4.2. Le rythme semi intensif.....	62
3.2.4.3. Le rythme extensif	62
ETUDE EXPERIMENTALE.....	63
1. Objectifs	65
2. Lieux d'expérimentation et conditions d'élevage	67
2.1. Période et lieu du déroulement de l'expérimentation	67
2.2. Bâtiments d'élevage.....	68
2.2.1. Bâtiment de l'élevage de Djebbla.....	68
2.2.2. Bâtiment de l'élevage de Tigzirt	69
2. 3. Matériel animal.....	70
2.4. Conduite d'élevage	72
2.4.1. Alimentation	72
2.4.2. Conduite de reproduction.....	72
2.4.3. Hygiène et prophylaxie	73
3. Expérimentations.....	74

3.1. Caractérisation de la production laitière des lapines et de la croissance des lapereaux de deux types génétiques (population blanche et souche synthétique)	76
3.1.1. Protocole expérimental	76
3.1.1.1. Contrôles effectués.....	77
3.1.1.2. Variables calculées et analysées	78
3.1.1.3. Effets considérés	79
3.1.1.4. Traitements statistiques	80
3.1.2. Résultats et discussion	81
3.1.2.1. Analyse de l'aliment commercial distribué dans les deux stations	81
3.1.2.2. Performances laitières des lapines	82
3.1.2.3. Facteurs de variation des performances laitières	84
3.1.2.3.1. Effet station d'élevage.....	84
3.1.2.3.2. Effet type génétique	87
3.1.2.3.3. Effet parité	91
3.1.2.3.4. Effet nombre de lapereaux allaités.....	93
3.1.2.3.5. Effet poids des lapines.....	95
3.1.2.4. Croissance des lapereaux	96
3.1.2.4.1. Effet type génétique sur la croissance des lapereaux.....	98
3.1.2.4.2. Effet station d'élevage sur la croissance des lapereaux sous la mère	101
3.1.2.4.3. Influence de la quantité de lait par lapine et par lapereau sur la croissance pondérale des jeunes lapereaux	103
3.2. Effet d'une supplémentation alimentaire sur la production laitière des lapines et la croissance des lapereaux	109
3.2.1. Protocole expérimental	109
3.2.1.1. Contrôles effectués.....	111
3.2.1.2. Variables calculées et analysées	112
3.2.1.3. Effets considérés	112

3.2.1.4. Traitements statistiques	113
3.2.2. Résultats et discussion	115
3.2.2.1. Analyse de l'aliment commercial	115
3.2.2.2. Production laitière des lapines et consommation moyenne de lait des lapereaux	116
3.2.2.3. Croissance pré-sevrage des lapereaux.....	122
3.3. Effet de la taille de portée née et de la taille de portée allaitée sur les aptitudes laitières des lapines et sur la croissance des lapereaux durant la phase d'allaitement ..	126
3.3.1. Protocole expérimental	126
3.3.1.1. Contrôles effectués.....	127
3.3.1.2. Variables calculées et analysées	127
3.3.1.3. Effets considérés	128
3.3.1.4. Analyses statistiques	129
3.3.2. Résultats et discussion	130
3.3.2.1. Influence de la taille de portée à la naissance (nés vivants).....	130
3.3.2.2. Influence de la taille de la portée allaitée	133
3.3.2.3. Effet du type génétique	135
4. Discussion générale.....	140
5. Conclusion générale.....	145
Références Bibliographiques.....	147

Listes des figures

<i>Figure 1: Développement corporel durant la période de reproduction chez des lapines lourdes (L, n = 20), moyennes (M, n = 34), et petites (S, n = 16) inséminées à 14,5 semaines d'âge (Rommers et al., 2002).</i>	25
<i>Figure 2: Structure de la glande mammaire de primates, de rongeurs, de lagomorphes (A) et de ruminants (B) (D'après De louis et al., 2001).</i>	28
<i>Figure 3: Structure de l'acinus mammaire (D'après De louis et al., 2001).</i>	28
<i>Figure 4: Développement mammaire, illustré par des montages in toto de glandes mammaires de lapine. (Modifié d'après Martinet J. et Houdebine L.M., Biologie de la Lactation, Ed 2006).</i>	30
<i>Figure 5: Régulation neuro-endocrinienne de la mammogénèse (De louis et al., 2001).</i>	31
<i>Figure 6: Contrôle hormonal de la lactogénèse (De louis et al., 2001).</i>	32
<i>Figure 7: Reflexe neuroendocrinienne de l'éjection de lait (De louis et al., 2001).</i>	33
<i>Figure 8: Evolution de la production laitière de lapines simplement allaitantes ou simultanément gestantes et allaitantes (Lebas, 1968).</i>	36
<i>Figure 9: Evolution du poids d'un fœtus au cours de la gestation (Lebas, 2002).</i>	41
<i>Figure 10: Evolution du poids vif d'un lapereau entre la naissance et le sevrage (ici 32 jours) au sein d'une portée de 10 lapereaux (Lebas, 2002).</i>	42
<i>Figure 11: Evolution de l'ingestion de lait entre 16 jours d'âge et le sevrage (32j) (Fortun-Lamothe et Gidenne, 2001).</i>	43
<i>Figure 12: Evolution de l'ingestion de granulé entre 16 jours d'âge et le sevrage (32j) (Fortun-Lamothe et Gidenne, 2001).</i>	43
<i>Figure 13: Effet de variation de la température (15°, 23° et 30°C) sur la production laitière des lapines (Szendrö et al., 1999).</i>	61
<i>Figure 14 : Carte de route des lieux d'expérimentation.</i>	68
<i>Figure 15 : Vue d'intérieur du bâtiment d'élevage à Djebba.</i>	69
<i>Figure 16 : Vue d'intérieur du bâtiment d'élevage à Tizirt.</i>	70
<i>Figure 17 : Différents phénotypes des lapines de la population blanche de la station de Djebba.</i>	71
<i>Figure 18 : Types génétiques de lapines de la station de Tizirt.</i>	72
<i>Figure 19 : Contrôles effectués pour les paramètres de reproduction.</i>	77
<i>Figure 20 : Contrôles effectués pour les paramètres de la production laitière et la croissance des lapereaux.</i>	78
<i>Figure 21 : Evolution de la production laitière des lapines de la population blanche en fonction de la station d'élevage.</i>	85
<i>Figure 22 : Evolution du nombre de lapereaux de la naissance à 21 jours d'âge.</i>	86
<i>Figure 23 : Evolution de la production laitière des lapines en fonction du type génétique.</i>	88
<i>Figure 24 : Evolution des effectifs au cours de la période d'allaitement en fonction du type génétique.</i>	89
<i>Figure 25 : Quantité de lait par lapereau au cours de la période d'allaitement en fonction du type génétique.</i>	90

<i>Figure 26 : Evolution du poids des lapines durant la phase d'allaitement en fonction du type génétique.</i>	90
<i>Figure 27 : Evolution de la production laitière des lapines en fonction de la parité.</i>	91
<i>Figure 28 : Evolution du nombre de lapereaux allaités en fonction de la parité.</i>	92
<i>Figure 29 : Evolution de la quantité de lait consommée par lapereau en fonction de la parité.</i>	92
<i>Figure 30 : Evolution du poids moyen des lapines en fonction de la parité durant la période d'allaitement.</i>	93
<i>Figure 31: Variation de la quantité de lait produite par semaine en fonction de l'effectif allaité.</i>	94
<i>Figure 32 : Variation de la consommation moyenne de lait par lapereau et par jour en fonction de l'effectif allaité.</i>	95
<i>Figure 33 : Evolution du poids moyen du lapereau de deux types génétiques de la naissance au sevrage. (B : Population blanche ; S : souche synthétique).</i>	99
<i>Figure 34 : Vitesse de croissance des lapereaux en fonction du type génétique.</i>	100
<i>Figure 35 : Evolution du poids moyen du lapereau de la population blanche en fonction de la station d'élevage.</i>	102
<i>Figure 36 : Vitesse de croissance des lapereaux de la population blanche en fonction de la station d'élevage.</i>	102
<i>Figure 37 : Evolution de la liaison entre la quantité de lait consommée et le gain de poids du lapereau.</i>	104
<i>Figure 38 : Dispositif expérimental de l'essai de supplémentation alimentaire.</i>	110
<i>Figure 39: Périodes d'administration de l'additif alimentaire LAPETY STIMULANT.</i>	110
<i>Figure 40 : Evolution de la production laitière des lapines au cours des trois semaines d'allaitement pour les deux lots. (Exp : expérimental, T : témoin).</i>	117
<i>Figure 41 : Evolution de la consommation de lait par lapereau et par jour au cours des trois semaines d'allaitement pour les deux lots. (Exp : expérimental, T : témoin).</i>	117
<i>Figure 42 : Evolution du nombre de lapereaux allaités au cours des trois semaines d'allaitement en fonction du lot alimentaire. (Exp : expérimental, T : témoin).</i>	118
<i>Figure 43 : Effet de l'interaction type génétique et lot alimentaire sur la production laitière des lapines. (B : Population blanche, S : Souche synthétique).</i>	119
<i>Figure 44 : Effet de l'interaction type génétique et lot alimentaire sur le nombre de lapereaux allaités. (B : Population blanche, S : Souche synthétique).</i>	120
<i>Figure 45 : Effet de l'interaction type génétique et lot alimentaire sur la consommation de lait par lapereau. (B : Population blanche, S : Souche synthétique).</i>	120
<i>Figure 46 : Production laitière des lapines en fonction du lot alimentaire et de la parité des lapines.</i>	122
<i>Figure 47 : Evolution du poids des portées en fonction du lot alimentaire.</i>	123
<i>Figure 48 : Evolution du poids moyen du lapereau en fonction du lot alimentaire.</i>	123
<i>Figure 49 : Evolution du gain moyen quotidien par semaines en fonction du lot alimentaire.</i>	124
<i>Figure 50: Evolution de la production laitière des lapines au cours des 3 semaines d'allaitement pour les 3 classes de lapereaux à la naissance (nés vivants).</i>	130

<i>Figure 51 : Evolution de la consommation moyenne de lait par lapereau et par jour au cours des 3 semaines d'allaitement pour les 3 classes d'effectif de lapereaux à la naissance (nés vivants).....</i>	<i>131</i>
<i>Figure 52: Evolution du poids de la portée en fonction de l'âge pour les trois tailles de portées à la naissance.....</i>	<i>132</i>
<i>Figure 53 : Evolution du poids moyen du lapereau en fonction de l'âge pour les trois tailles de portées à la naissance.</i>	<i>133</i>
<i>Figure 54 : Evolution de la production laitière des lapines au cours des 3 semaines d'allaitement pour les trois classes de taille de portée allaitée.....</i>	<i>134</i>
<i>Figure 55 : Evolution de la consommation moyenne de lait par lapereau et par jour au cours des 3 semaines d'allaitement pour les trois classes de taille de portée allaitée.</i>	<i>134</i>
<i>Figure 56 : Evolution du poids moyen du lapereau en fonction des semaines d'âge pour les trois classes de taille de portée allaitée.....</i>	<i>135</i>
<i>Figure 57 : Evolution de la production laitière des lapines au cours des 3 semaines d'allaitement pour les 2 génotypes.</i>	<i>136</i>
<i>Figure 58 : Evolution de la consommation moyenne de lait par lapereau et par jour au cours des 3 semaines d'allaitement pour les 2 génotypes.</i>	<i>137</i>

Liste des tableaux

<i>Tableau 1: Composition comparée du lait de vache, de chèvre, de brebis et de lapine (Lebas, 2002).</i>	35
<i>Tableau 2 : Développement du fœtus de lapin en fonction du stade de gestation (Beaudoin et al., 2003).</i>	40
<i>Tableau 3: Répartition de la consommation d'un lapereau à l'âge de 15 à 32 jours. (D'après Fortun-Lamothe et Gidenne, 2001).</i>	43
<i>Tableau 4: Description des articles traitant la production laitière des lapines (modifié, d'après (Maertens et al., 2006b).</i>	49
<i>Tableau 5 : Recommandations pour la composition d'aliments destinés à des lapines en production intensive (Lebas, 2004).</i>	54
<i>Tableau 6: Composition chimique de l'aliment commercial distribué dans les élevages de Djebbla et Tizirt.</i>	81
<i>Tableau 7 : Production laitière des lapines, globalement et par lapereau, nombre de nés vivants, poids des portées à la naissance et poids des lapines sur la période 0-21 jours (moyennes estimées, écarts types résiduels et coefficients de variation).</i>	82
<i>Tableau 8 : Production laitière des lapines, globalement et par lapereau, nombre de nés vivants, poids des portées à la naissance et poids des lapines sur la période 0-21 jours (moyennes estimées, écarts types résiduels et coefficients de variation).</i>	83
<i>Tableau 9 : Poids des lapines de la population blanche durant la phase d'allaitement (0-21 jours).</i>	86
<i>Tableau 10 : Effet du type génétique sur la production laitière journalière des lapines (globalement et par lapereau) et le nombre de lapereaux allaités (moyennes estimées± erreur standard, nombre d'observation entre parenthèse).</i>	87
<i>Tableau 11 : Effet du nombre de lapereaux allaités sur les quantités de lait par lapine et par lapereau (essai de la station de Djebbla ; Moyenne et écart type résiduel).</i>	94
<i>Tableau 12 : Effet du poids des lapines sur la production laitière journalière (globalement et par lapereau) et le nombre de lapereaux allaités (moyennes estimées± erreur standard).</i>	96
<i>Tableau 13 : Caractéristiques de croissance des lapereaux sous la mère (moyennes estimées, écarts type résiduels et coefficients de variation).</i>	97
<i>Tableau 14 : Caractéristiques de croissance des lapereaux sous la mère en fonction du type génétique (moyennes estimées, erreur standard, n= 147 pour la population blanche et n= 133 pour la souche synthétique).</i>	98
<i>Tableau 15 : Caractéristiques de croissance des lapereaux sous la mère en fonction de la station d'élevage (moyennes estimées, erreur standard, n = 213 portées pour la station de DJEBLA et</i>	101
<i>Tableau 16 : Corrélation totale entre la production moyenne de lait des lapines en 21 jours et le poids des portées (n=493).</i>	103
<i>Tableau 17 : Corrélation totale entre le lait consommé et le poids du lapereau en fin de semaine durant la phase d'allaitement (n=493).</i>	104

<i>Tableau 18: Corrélation totale entre la production moyenne de lait par lapine et par lapereau en 21jours, et la croissance pondérale des lapereaux en fonction de la station d'élevage (Djebbla=213 ; Tigzirt ; n=280).....</i>	<i>105</i>
<i>Tableau 19: Corrélation totale entre la production moyenne de lait par lapine et par lapereau en 21jours, et la croissance pondérale des lapereaux en fonction du type génétique (Population blanche (PB)=114 ; Souche synthétique (SS) ; n=102).....</i>	<i>106</i>
<i>Tableau 20 : Corrélation totale entre la consommation moyenne du lapereau en 21jours et la vitesse de croissance en fonction du type génétique (Population blanche (PB)=114 ; Souche synthétique (SS) ; n=102).</i>	<i>106</i>
<i>Tableau 21 : Composition analytique du complément alimentaire LAPETY STIMULANT utilisé dans l'expérimentation (INZO).....</i>	<i>111</i>
<i>Tableau 22: Composition chimique de l'aliment commercial et de l'additif alimentaire.</i>	<i>115</i>
<i>Tableau 23: Nombre moyen de lapereaux nés vivants, production laitière moyenne en 21 jours des lapines et consommation moyenne de lait par les lapereaux en fonction du lot (Moyenne ajustée± erreur-type).....</i>	<i>116</i>
<i>Tableau 24 : Poids moyen des lapines en fonction du lot alimentaire.....</i>	<i>118</i>
<i>Tableau 25 : Poids des lapines en fonction du type génétique et du lot alimentaire durant la phase (0-21jour).....</i>	<i>121</i>
<i>Tableau 26 : Production laitière moyenne en 21 jours des lapines et consommation moyenne de lait par les lapereaux en fonction de la taille de la portée à la naissance (nés vivants) puis mis à allaiter (après adoption ou retrait de lapereaux) - Moyenne ajustées.</i>	<i>132</i>
<i>Tableau 27 : Production laitière moyenne en 21 jours des lapines et consommation moyenne de lait par les lapereaux en fonction du génotype - Moyenne ajustée -</i>	<i>136</i>
<i>Tableau 28 : Effet du type génétique sur le poids moyen du lapereau.....</i>	<i>137</i>

Résumé

Notre étude a porté sur l'évaluation des performances laitières de deux génotypes de lapines, la population blanche (PB) et la souche synthétique (SS). Elle s'est déroulée dans deux élevages rationnels à Tizi-Ouzou, la coopérative de Djebbla et l'élevage privé de Tizirt. Cette évaluation a été menée sur trois essais. Le premier essai a porté sur un total de 380 lapines et 493 portées, vise principalement à caractériser les aptitudes laitières des lapines des deux génotypes et la croissance péri-sevrage de leurs lapereaux. Les résultats obtenus montrent des performances laitières modestes avec une production totale de lait de 3116g chez la souche synthétique et de 3005g chez la population blanche, un écart de +13% ayant été enregistré lorsque les tailles de portées ont été équilibrées. Le poids adulte des lapines durant la phase d'allaitement est similaire dans les deux génotypes (3,4 kg vs 3,3 kg) respectivement pour la population blanche et la souche synthétique. La taille de portée à la naissance est significativement plus élevée ($P=0,001$) chez la souche synthétique (9,38 vs 8,67 lapereaux nés vivants). Le nombre de lapereaux allaités est également significativement supérieur ($P=0,0124$) chez la souche synthétique avec 8,18 lapereaux, contre 7,47 lapereaux dans le cas de la population blanche. Le gain moyen quotidien pour la période 0-35 jours étroitement lié à la production laitière des lapines ($R=0,54$) est de 17g/j chez les lapereaux de la SS et de 15,5g/j chez la PB, ce qui limite relativement le potentiel de croissance des lapereaux en phase naissance-sevrage. Dans le deuxième essai, 60 lapines de souche synthétique et 50 femelles de population blanche de parités différentes ont reçu un complément alimentaire fractionné sur des périodes données du cycle en plus de l'aliment commercial distribué. Les 133 portées issues de ces femelles ont également fait l'objet d'analyses. Aucun effet significatif sur la production laitière des lapines ainsi que sur la croissance des lapereaux n'a été révélé par le model d'analyse. Lors du troisième essai, 85 portées appartenant aux deux génotypes (42 portées issues de population blanche et 43 portées de souche synthétique), provenant respectivement de 38 et 35 femelles ont été suivies durant trois cycles de reproduction depuis la mise bas jusqu'au sevrage de leurs portées. La production laitière des lapines s'accroît avec le nombre de lapereaux allaités, quelle que soit la taille de portée à la naissance. L'effet de la taille de portée allaitée sur la croissance n'est visible significativement qu'à partir de la deuxième semaine d'allaitement.

Mots clés : production laitière, croissance, pré-sevrage, lapines, lapereaux, population blanche, souche synthétique.

Abstract

This study aimed to investigate the dairy performance of two genotypes of rabbits does, white population (WP) and synthetic strain (SS) which are bred in two rational farms, the agricultural cooperative Djebbla and private farming Tigzirt, in Tizi Ouzou. This evaluation was assessed using three assays. The first test involving a total of 380 does and 493 litters was performed to characterize the dairy performance of both rabbit genotypes as well as the pre-weaning growth of their offspring. Results show modest milk production with a total of 3116g of milk for the synthetic strain, compared to the white population (3005g), a gap of 13% is recorded when the litter sizes were balanced. The adult weight of does during the suckling period was significantly similar in both genotypes (3.4 kg vs. 3.3 kg) respectively for the white population and the synthetic strain. Litter size at birth was significantly ($P = 0.001$) higher in the synthetic strain (9.38 vs. 8.67 rabbits born alive). The number of suckled rabbits was also significantly higher ($P = 0.0124$) in the synthetic strain with 8.18 kits while 7.47 kits were observed in the white population. Average daily gain during the period 0-35 days closely linked to the milk production of rabbits ($R = 0.54$) was 17g / day in SS kits and 15.5 g / day in WP. This result suggests a potential limitation of the offspring growth during the birth-weaning period. In the second test, 60 SS and 50 WP females of different parities received a fractionated dietary supplement on given periods of the cycle in addition to the commercial food. The 133 litters from these females were also analyzed. No significant effects on milk production and on growth of young rabbits were revealed. In the third experiment, 85 litters from both genotypes, 42 litters from white population and 43 litters from synthetic strain, produced from 38 and 35 females respectively were followed for three reproductive cycles. Milk production increased with the number of rabbits breastfed, whatever litter size was at birth. The effect of the litter size suckled on growth could only be observed from the second week of lactation.

Key words: milk production, growth, pre-weaning, rabbits does, kits, white population, synthetic strain.

Introduction Générale

Actuellement, la rationalisation de la cuniculture en Algérie suscite un vif intérêt. Plusieurs élevages s'installent, des unités de productions d'aliments industriels se créent et la viande de lapin est de plus en plus proposée dans les marchés. Mais avant cela, plusieurs tentatives de promotion de cet élevage depuis les années 1980 ont échoué en raison de carences des facteurs de production, notamment l'absence d'un aliment industriel de qualité et à un prix abordable (Berchiche et Lebas, 1990 ; Kadi, 2012) et l'indisponibilité des reproducteurs sélectionnés pour le renouvellement du cheptel existant (Zerrouki *et al.*, 2005).

Des stratégies favorisant la valorisation des types génétiques locaux de lapin (Berchiche *et al.*, 2000, Zerrouki *et al.*, 2005) ont de ce fait été mises en place. Dans le cadre de ces études, les résultats obtenus ont permis de mettre en évidence les bonnes qualités d'adaptation de la population locale mais aussi sa faible productivité. Deux types génétiques de lapines sont exploités dans les élevages rationnels algériens, la population locale et la population blanche, descendants d'hybride commercial (Hyplus) introduit lors de la décennie 80.

Dans le cadre de l'amélioration génétique des reproducteurs en Algérie, un programme de collaboration scientifique avec l'INRA de Toulouse (France) a permis la création d'une nouvelle souche de lapin (souche synthétique), développée pour améliorer le potentiel génétique des lapins destinés à la production de viande en Algérie (Zerrouki *et al.*, 2014). Cette souche, issue d'un croisement entre la population locale et la souche INRA 2666, est réputée pour sa prolificité et son poids adulte plus conséquent (Gacem *et al.*, 2009). En revanche, les performances de croissance des lapereaux durant la phase pré-sevrage restent modestes. Pendant cette période les lapereaux vont dépendre en majeure partie de la production laitière de leur mère (Szendrő, 2000) qui est elle-même liée au potentiel de la souche considérée, aux conditions d'alimentation ou d'élevage et surtout à la taille de la portée allaitée (Garcia-Dalmán *et al.*, 2012).

Compte tenu de ce contexte, nous avons orienté notre investigation vers la caractérisation des performances laitières de cette nouvelle souche et de la population blanche. En outre, nos travaux apporteront une amélioration à l'aliment utilisé en le supplémentant pour les lapines reproductrices. Enfin, l'incidence du nombre de lapereaux présents en fin de gestation et de la taille de la portée allaitée sur la production laitière et la croissance des lapereaux sera abordée.

Notre thèse se compose de deux parties principales :

La première partie présente une synthèse des connaissances sur la lactation chez la lapine incluant un rappel de quelques particularités de la reproduction, une synthèse des connaissances sur la croissance des lapereaux sous la mère et la description de quelques facteurs pouvant influencer les performances lactières des lapines ainsi que la croissance des lapereaux ;

La deuxième partie expose les trois expérimentations conduites :

-Caractérisation de la production lactière des lapines et de la croissance des lapereaux de deux types génétiques (population blanche et souche synthétique)

-Effet d'une supplémentation alimentaire sur la production lactière des lapines et la croissance des lapereaux

-Effet de la taille de portée née et de la taille de portée allaitée sur les aptitudes lactières des lapines et sur la croissance des lapereaux durant la phase d'allaitement

Cette partie débute par les détails du matériel et méthodes utilisés pour nos trois investigations, sera suivie par la présentation des résultats et leur discussion et sera clôturée par une conclusion générale.

ETUDE
BIBLIOGRAPHIQUE

1. Lactation chez la lapine

La lactation est une fonction biologique qui a fait tardivement son apparition dans l'évolution des êtres vivants et qui caractérise les mammifères (Delouis *et al.*, 2001). Elle est la phase ultime de reproduction qui permet de prolonger la vie intra-utérine et assurer la survie du jeune qui, à sa naissance, est tributaire du lait maternel.

La lactation et la reproduction sont intimement liées : la lactation est considérée comme un sous-produit de la gestation dans la mesure où un fond commun d'hormones qui président la gestation et qui régulent la lactation existe (Martinet et Houdebine, 2006). C'est dans cette optique, qu'un rappel de quelques caractéristiques de la reproduction chez la lapine s'impose avant d'aborder la fonction de lactation.

1.1. Particularités de la physiologie de la reproduction chez la lapine

La lapine est une femelle polytoque ayant une durée de gestation de 31 jours et dont l'ovulation est induite par l'accouplement. Contrairement à de nombreux mammifères, elle ne présente pas d'anoestrus post-partum (Theau-Clément, 2008), mais elle est, à l'inverse, très réceptive dans les heures qui suivent la parturition. La réceptivité de la lapine décroît pour atteindre un minimum à 3-4 jours de lactation, puis augmente 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. 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, 2002). Vu l'absence de cycle oestrien, il est difficile de définir l'âge à la puberté qui dépend particulièrement de la race. En effet, la précocité sexuelle est meilleure chez les races de petit ou moyen format (4 à 6 mois) que celle de grand format. Elle dépend, également, du développement corporel ; la précocité est d'autant plus grande que la croissance a été rapide.

1.1.1. Age de mise en reproduction

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). C'est au tour de ce poids que la maturité sexuelle est atteinte, le plus souvent de 16 à 18 semaines d'âge. Rommers (2004) constate qu'un degré plus élevé de maturité sexuelle est le résultat d'une première insémination ou d'une saillie retardée dans le but d'obtenir des femelles plus lourdes avec plus de réserves corporelles en terme de protéines et de lipides. Toutefois, le report de la première insémination à un âge plus avancé conduit à la formation de dépôts excessifs de graisses chez

les femelles, ce qui pourrait causer des problèmes sanitaires et de reproduction. En effet, une augmentation de la mortalité des lapereaux lors de la mise bas a été observée chez les femelles grasses (Partridge *et al.*, 1986).

Le poids à la saillie des futures reproductrices semble être conditionné, en partie, par la capacité de la mère à élever ses lapereaux sous des conditions satisfaisantes (production laitière, comportement maternel...). Effectivement, Rommers *et al.* (2001), rapportent que la taille de portée dans laquelle les jeunes lapines ont été élevées affecte leurs poids corporels et la taille de portée à leur première parité. Ainsi, les jeunes lapines élevées dans des portées de 12 lapereaux ont tendance à être moins lourdes à la première saillie que les femelles issues de portées de 9 ou 6 lapereaux. Cependant, d'autres auteurs ne trouvent aucun effet de la taille de portée d'origine sur les performances des futures des reproductrices (Biro'-Ne'meth *et al.*, 1999).

1.1.2. Gestation

La durée de gestation chez la lapine est généralement de 30-33 jours. Cette durée varie selon l'effectif de la portée (Lebas, 2000). Elle est parfois prolongée à (33-34 jours) quand il n'y a que 1 à 3 lapereaux, et souvent des morts nés (Lebas, 1994 ; 2002). Selon Marai *et al.* (2004) et Tuma *et al.* (2010), la durée de gestation pourrait être affectée par la parité de la lapine dans la mesure où entre la quatrième et la cinquième mise bas, la durée de gestation est en moyenne de 31 jour. Xiccato *et al.* (2004) quant à eux, ont observé qu'à la troisième parité la durée de gestation est, tout de même, plus longue en comparaison avec la première ou la deuxième parturition mais que l'effet est non significatif. Ainsi la relation déjà existante entre la période de gestation et l'ordre de parité pourrait être étendue à la taille de portée. Plus la lapine avance dans l'âge, plus la taille de la portée augmente, avec des corrélations négatives élevées (Tuma *et al.*, 2010).

La gestation peut être diagnostiquée par une palpation abdominale du 9^{ème} au 14^{ème} jour de gestation (Lebas *et al.*, 1991 ; Lebas, 2002). En revanche, en utilisant l'échographie, ce diagnostic peut être avancé dès le 7^{ème} jour (Gutierrez et Zamora, 2004 ; Chavatte-Palmer *et al.*, 2005) et le dénombrement des fœtus au 9^{ème} jour dans le cas où le nombre de fœtus est faible (≤ 6) (Chavatte-Palmer *et al.*, 2005). Au cours de la gestation, les femelles reproductrices subissent de grandes variations dans la composition corporelle, les dépôts de tissus de réserve et l'énergie. En effet, Rommers *et al.* (2002) a montré une grande fluctuation

du poids corporel des lapines durant la période de reproduction allant de la première insémination jusqu'à la deuxième mise bas. Toutefois, l'évolution du poids corporel est similaire quel que soit le poids à la première insémination des lapines (Figure1). Selon Parigi-Bini *et al.*, (1990), ces variations de poids sont de plus en plus accentuées chez les lapines primipares.

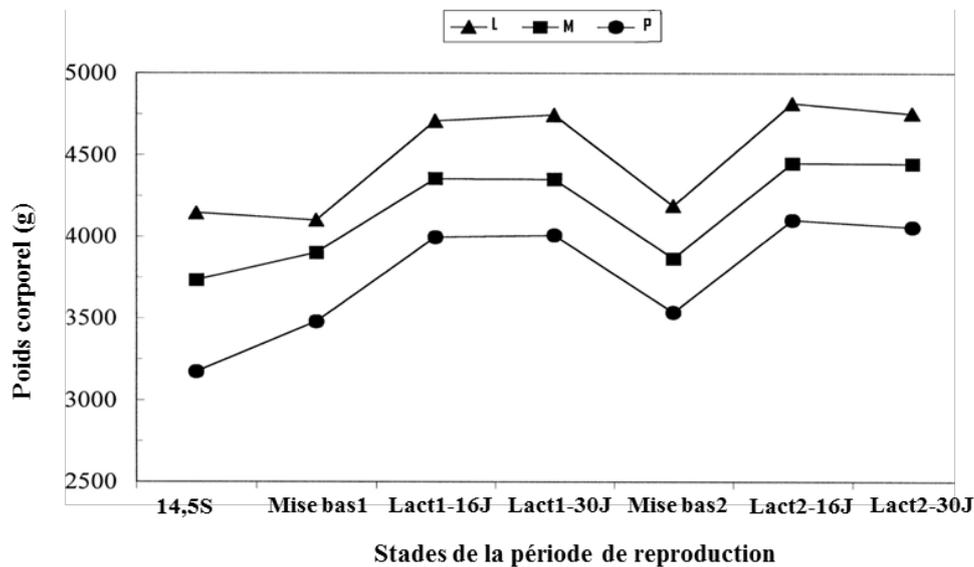


Figure 1: Développement corporel durant la période de reproduction chez des lapines lourdes (L, n = 20), moyennes (M, n = 34), et petites (S, n = 16) inséminées à 14,5 semaines d'âge (Rommers *et al.*, 2002).

Ces auteurs ont observé qu'en début de gestation (0 à 21 jours), le poids vif est similaire entre les lapines gestantes et non gestantes, mais à la fin de la gestation (21 à 30 jours), le poids corporel des lapines gestantes diminue suite à la perte des réserves énergétiques et protéiques ainsi que le transfert de l'énergie vers le fœtus. Cependant, le poids des lapines non gestantes continue à augmenter ; l'énergie est conservée dans leur organisme, principalement, sous forme de graisses.

1.1.3. Mise bas

Un comportement maternel spécifique à l'espèce est observé à la fin de la gestation. La lapine construit un nid avec ses poils arrachés de son ventre, du fanon et de ses cuisses ainsi qu'avec la litière (paille, copeaux). Ce comportement est lié à une augmentation du rapport œstrogènes / progestérone et à la sécrétion de prolactine (Lebas, 2002). Par ailleurs, il semble que les corticostéroïdes sécrétés par les surrénales des fœtus constituent un signal de déclenchement

de la parturition (Lebas, 2002 ; Theau-Clément, 2008). Parfois, et essentiellement lors de la première portée, la lapine ne construit pas de nid.

La mise bas dure 10 à 20 minutes, sans relation très nette avec l'effectif de la portée. Quelquefois, la lapine peut mettre bas en deux fois espacées de plusieurs heures (Lebas, 2002). Après la mise bas, l'utérus régresse rapidement en moins de 48 heures et la lapine est fécondable aussitôt après mise bas et le sera durant toute la période d'allaitement. Parfois, la lapine met bas hors du nid si ce dernier n'est pas accessible ou s'il a été refusé par la mère suite aux mauvaises odeurs. Il arrive aussi qu'elle tue ses petits et en mange certaines parties (cannibalisme). Souvent, ce comportement est dû au manque d'eau de boisson (Lebas *et al.*, 1991 ; Lebas, 2002), à la frayeur ou au caractère de la mère.

1.2. Lactation et allaitement

A 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 donc de leur capacité à localiser rapidement la tétine maternelle lors de l'unique allaitement quotidien (Lebas, 2002). Ce challenge, qui sollicite fortement le système olfactif, intervient dans un contexte de compétition intense au sein de la portée (Coureaud *et al.*, 2000). En effet, la lapine possède deux rangées de 4 à 5 et exceptionnellement 6 mamelles situées sur la face ventrale du corps. Le nombre de mamelles fonctionnelles peut ne pas être réparti de façon symétrique et présenter un nombre pair (8 ou 10 tétines) ou impair (9 ou beaucoup plus rarement 11 tétines). A chaque tétine, reliée à 5-6 canaux évacuateurs, correspond une glande mammaire séparée. Le tissu mammaire est disposé entre la peau et les muscles pectoraux auxquels il est attaché par du tissu conjonctif.

Le lait synthétisé et secrété par la glande mammaire est adapté quantitativement et qualitativement aux besoins du ou des lapereaux (Delouis *et al.*, 2001). En effet, il contient tous les éléments nutritionnels dont a besoin le nouveau-né ainsi que toute une série de molécules qui protègent le tractus digestif contre les agents pathogènes.

La sécrétion du lait est le résultat d'un long processus qui comprend la croissance de la glande mammaire pendant la gestation, l'induction de la synthèse du lait à la parturition, la modification du métabolisme maternel qui se met au service de la glande mammaire et enfin

l'involution de cette glande après le sevrage. Tous ces événements sont contrôlés par une myriade d'hormones et de facteurs produits par la glande mammaire elle-même (Houdebine, 2007).

1.2.1. Anatomie de la glande mammaire

La glande mammaire est une glande exocrine constituée d'un tissu épithélial tubulo-alvéolaire et d'un vaste ensemble de tissus annexes formant le stroma. Le tissu sécréteur mammaire présente une structure en lobes, qui se subdivisent en lobules, eux-mêmes constitués d'un ensemble d'alvéoles, appelées acini mammaires. Ces structures alvéolaires sont connectées à un vaste réseau de canaux mammaires débouchant vers l'extérieur au niveau d'un mamelon (primates, rongeurs), ou d'un trayon (ruminants) (Figure 2). Les structures alvéolaires ont pour fonction de produire le lait, et le réseau canalaire de le transporter.

Véritables unités de sécrétion de la glande mammaire, les alvéoles sont constituées d'une monocouche de cellules épithéliales richement irriguées à leur pôle basal par les vaisseaux sanguins (Figure 3). Chaque acinus s'ouvre sur un canal lobulaire constitué d'une double couche de cellules épithéliales et myoépithéliales. Les cellules épithéliales alvéolaires sont polarisées et elles-mêmes entourées de cellules myoépithéliales contractiles responsables de l'évacuation du lait des alvéoles vers les canaux sécréteurs et d'une membrane basale, constituée essentiellement de laminine, de collagène, de protéoglycanes, ou encore de fibronectine. C'est à travers la membrane basale que se font les échanges des cellules épithéliales mammaires vers l'extérieur. Cet ensemble fonctionnel est entouré d'un vaste stroma rassemblant plusieurs types cellulaires dont des adipocytes, des fibroblastes, des cellules endothéliales, mais aussi des terminaisons nerveuses et des composants de la matrice extracellulaire. Le stroma, loin de constituer une matrice inerte, joue un rôle essentiel dans la morphogénèse et la différenciation mammaires (Delouis *et al.*, 2001).

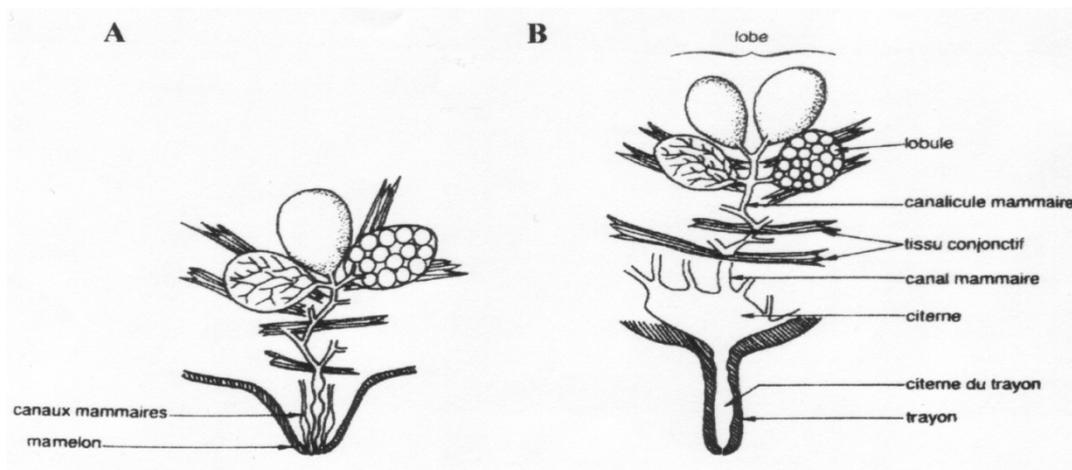


Figure 2: Structure de la glande mammaire de primates, de rongeurs, de lagomorphes (A) et de ruminants (B) (D'après De louis *et al.*, 2001).

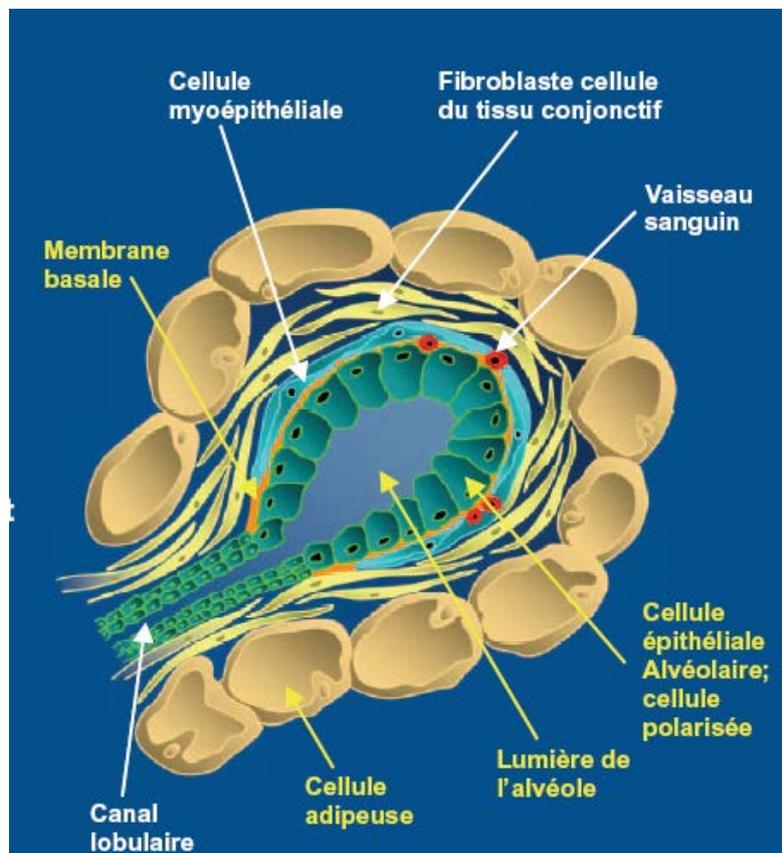


Figure 3: Structure de l'acinus mammaire (D'après De louis *et al.*, 2001).

1.2.2. Développement de la glande mammaire

Le développement mammaire est un processus séquentiel très long qui comporte plusieurs étapes bien définies. Selon Brisken et O'Malley (2010), le développement de la glande mammaire se décrit selon deux phases. La première phase est considérée comme hormono-indépendante qui a lieu avant la puberté et une seconde phase hormono-dépendante qui débute à partir de la puberté. Le développement de la glande mammaire débute pendant la vie fœtale, se poursuit lors de la puberté et se termine à la première lactation (Figure 4). Il peut être divisé en quatre périodes : mammogénèse, lactogénèse, galactopoïèse et involution.

1.2.2.1. Mammogénèse

La mammogénèse correspond à une phase de croissance intense qui démarre lentement au cours de l'embryogénèse et s'achève à la première gestation. Au cours de la vie fœtale, les ébauches mammaires commencent à se former par un processus d'induction à partir de l'ectoderme ventral du fœtus. Elles sont constituées essentiellement d'une arborisation rudimentaire de canaux secondaires qui seront à l'origine des futurs canaux lobulaires. Cette arborisation est entourée de cellules mésenchymateuses qui formeront le stroma (De Louis *et al.*, 2001). Ce réseau primitif est, à ce stade, entouré d'adipocytes et de cellules endothéliales dérivées du mésoderme.

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

Au cours de la gestation, les canaux mammaires prolifèrent énormément et le tissu lobulo-alvéolaire se développe à leurs extrémités. A partir de la mi-gestation, les cellules épithéliales

mammaires se multiplient et s'organisent pour former des alvéoles fonctionnelles. Le système lobulo-alvéolaire se met ainsi en place progressivement et se substitue alors au tissu adipeux qui est lui-même en pleine régression (De Louis *et al.*, 2001).

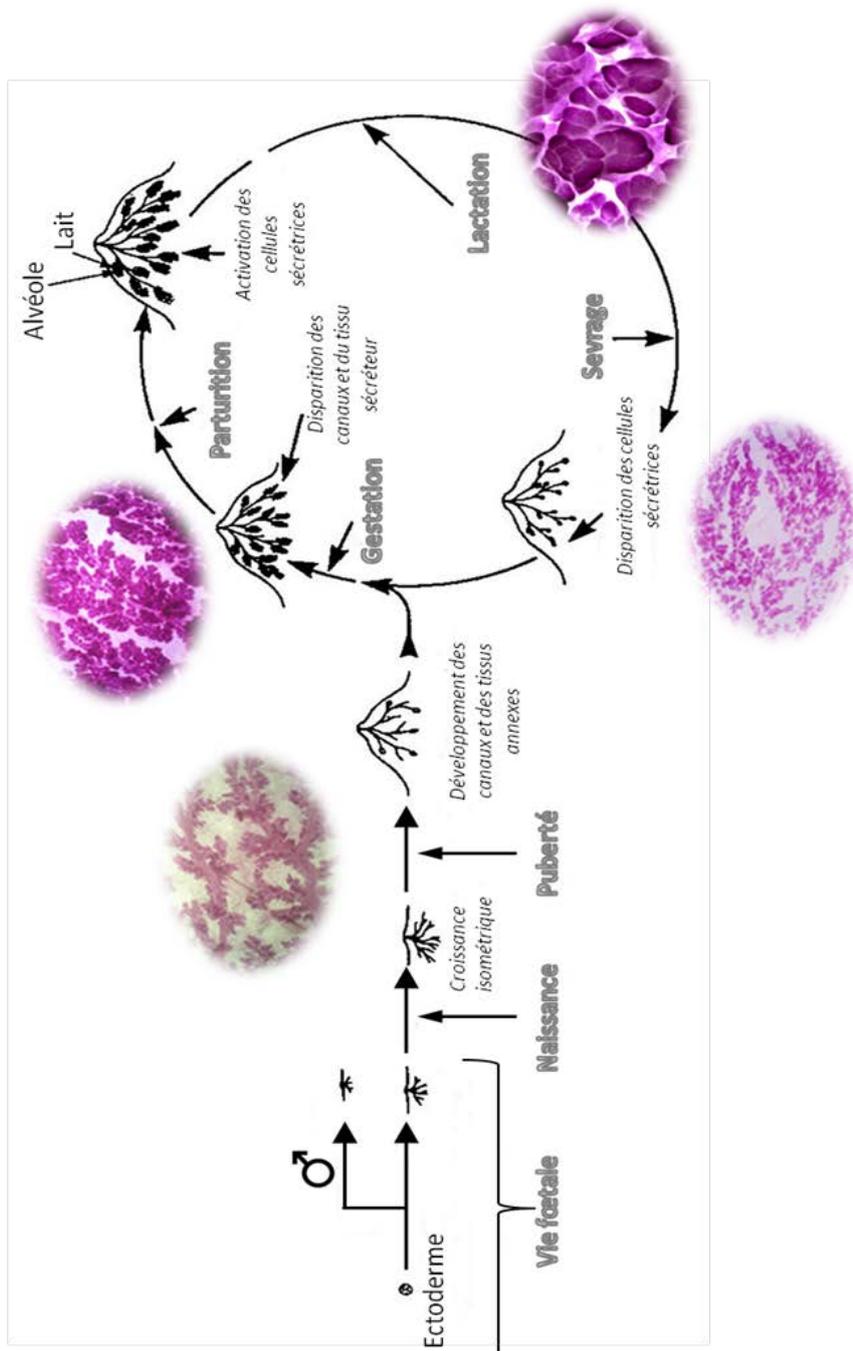


Figure 4: Développement mammaire, illustré par des montages in toto de glandes mammaires de lapine. (Modifié d'après Martinet J. et Houdebine L.M., Biologie de la Lactation, Ed 2006).

Plusieurs hormones à rôles essentiels ont été mises en évidence (Figure 5) lors de la mammogénèse. L'œstradiol et la progestérone, sécrétés au début de gestation par le corps jaune, agissent directement au niveau des cellules souches situées aux extrémités des canaux mammaires. La prolactine, même à faible concentration comme c'est le cas en début de gestation ainsi que certains facteurs de croissance (EGF, TGF α , IGF1) stimulent la multiplication de ces cellules. La progestérone est un frein puissant de la sécrétion lactée au cours de la gestation, favorisant ainsi la concentration de l'effort énergétique vers les phénomènes de croissance tissulaire du fœtus et de la mamelle (Martinet et Houdebine, 2006). L'œstradiol agit par ses récepteurs pour diminuer les récepteurs de la progestérone, cette dernière inhibe le nombre de récepteurs de la prolactine et elle peut aussi occuper, avec une très mauvaise affinité, les récepteurs des glucocorticoïdes. Ainsi la progestérone limite l'effet lactogène de la prolactine et des corticoïdes pendant la mammogénèse. L'œstradiol seul n'est pas capable d'assurer la croissance mammaire, il intervient uniquement pour potentialiser l'effet de la prolactine en augmentant le nombre de ses récepteurs (De louis *et al.*, 2001).

Les hormones du métabolisme général, (insuline et thyroxine) jouent également un rôle dans le développement de la glande mammaire. Ces hormones possèdent des récepteurs dans le tissu mammaire (De louis *et al.*, 2001).

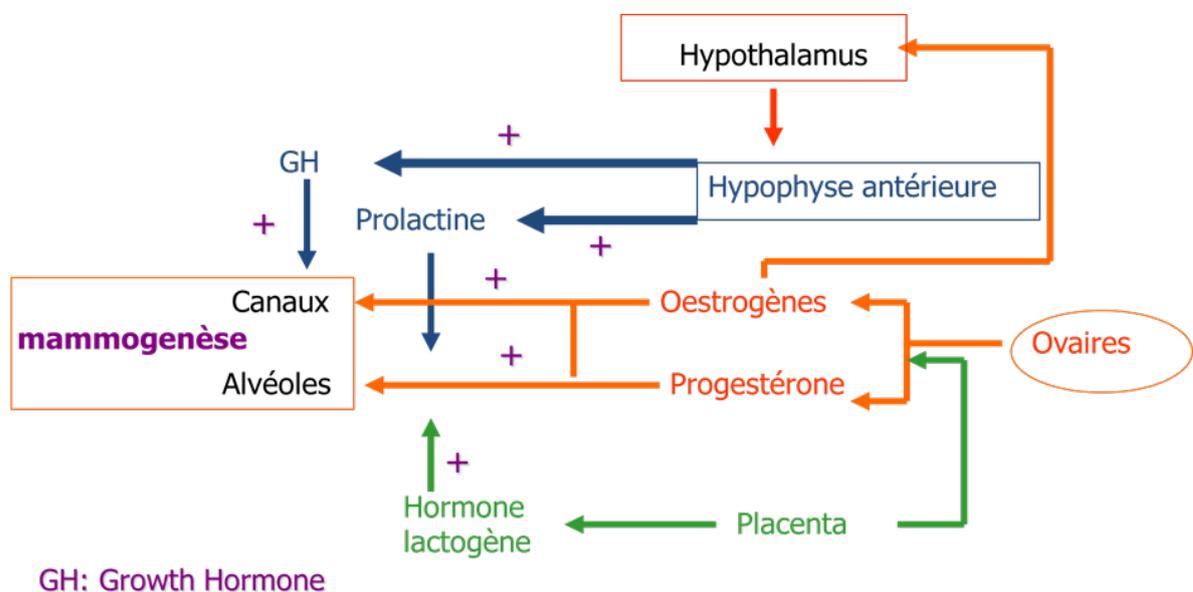


Figure 5: Régulation neuro-endocrinienne de la mammogénèse (De louis *et al.*, 2001).

1.2.2.2. Lactogénèse

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

La lactogénèse est sous la dépendance de la prolactine pendant la gestation (Lebas, 2002). Elle est inhibée par les œstrogènes et la progestérone (Johnson et Everitt, 2002) (Figure 6).

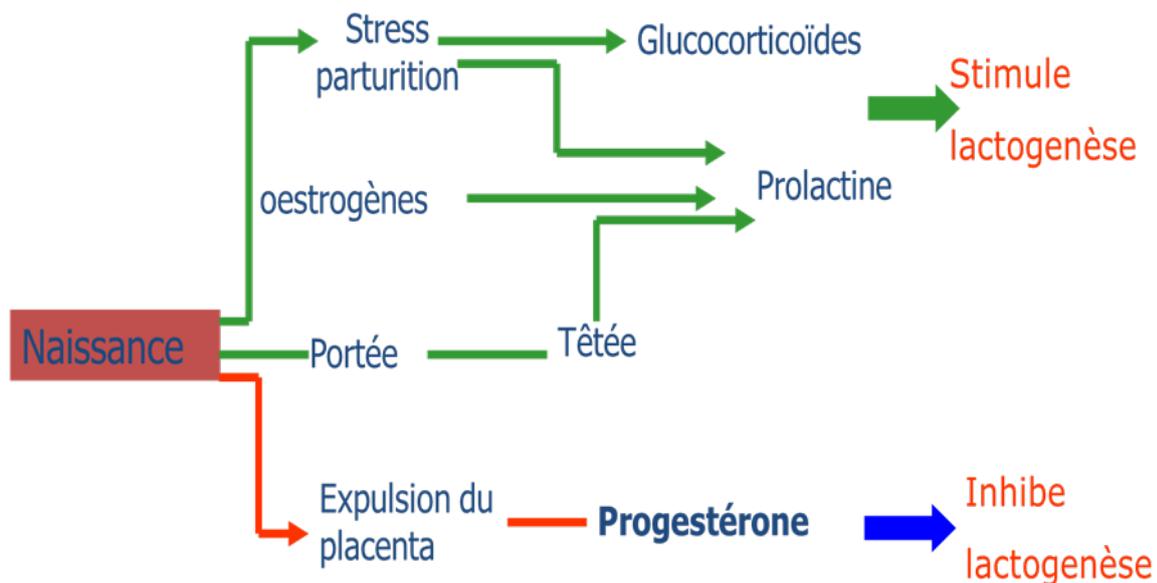


Figure 6: Contrôle hormonal de la lactogénèse (De Louis *et al.*, 2001).

1.2.2.3. Galactopoïèse et involution

À la naissance du jeune, la glande mammaire est parfaitement fonctionnelle mais son niveau de synthèse est encore faible. À ce moment, la diminution rapide de la teneur en progestérone

et, sous l'effet de la libération de l'ocytocine, l'action de la prolactine est stimulée ce qui permet la montée laiteuse (Johnson et Everitt, 2002 ; Lebas, 2002). Ainsi au moment de la mise bas, il y a déjà 50 à 80 g de lait dans les mamelles de la lapine. Ce type de lait est appelé colostrum dont l'aspect et la composition sont très différentes de celui du lait (Ig, protéines sériques,...). Il est consommé par les lapereaux, au fur et à mesure des naissances.

Au cours de la lactation, la galactopoïèse va représenter le processus de production et de sécrétion du lait entretenu par les tétées ou la traite de l'animal. Pendant cette période, les composants du lait sont synthétisés à partir de précurseurs issus des capillaires sanguins et les cellules épithéliales alvéolaires en place. Pendant la période de sevrage ou de tarissement, c'est l'arrêt de la traite ou des tétées qui induit une involution du tissu épithélial mammaire et la fin de la production du lait. Le tissu adipeux, jusqu'ici régressé en faveur des cellules épithéliales, va alors se développer à nouveau et reprendre sa place prédominante.

1.2.3. Mécanismes de sécrétion du lait

Les stimuli créés par la tétée provoquent la sécrétion immédiate d'ocytocine, la pression intramammaire augmente induisant l'éjection du lait qui sera consommé par les lapereaux (Lebas, 2002) (Figure 7).

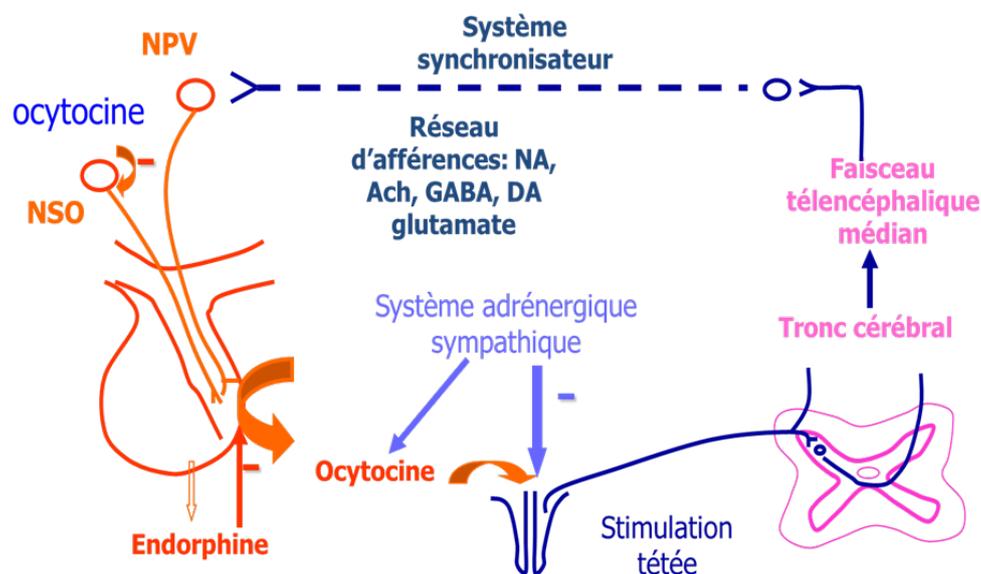


Figure 7: Réflexe neuroendocrinien de l'éjection de lait (De Louis *et al.*, 2001).

La concentration plasmatique d'ocytocine s'accroît de 40 pg/ml de plasma deux jours après la mise bas, à 250 et 490 pg/ml au milieu et à la fin de lactation, avec un taux minimal de 20-25 pg/ml nécessaire à l'enclenchement du processus de sécrétion du lait. La demi-vie de cette hormone qui est de 3 à 5 minutes, est le temps nécessaire pour une tétée de lapereaux (entrée - sortie de la boîte à nid dure de 2 à 4 minutes (Hudson *et al.*, 2000). La durée de la tétée décroît lentement et régulièrement durant la lactation et passe de 200 à 150 secondes par exemple, entre le 14^{ème} et le 35^{ème} jour d'allaitement. Cependant, cette durée est indépendante du nombre de lapereaux allaités et du fait qu'une lapine soit ou non simultanément gestante (Calvert *et al.*, 1985). La femelle fixe le rythme des tétées, à une seule fois par 24 heures ou à deux fois dans quelques cas (Hudson *et al.*, 2000; Lebas, 2002), en raison d'une augmentation de la pression intramammaire (Schuh *et al.*, 2004). La seule succion exercée par les lapereaux n'est pas suffisante pour déclencher la décharge d'ocytocine. Il faut la volonté de la mère.

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

1.3. Aspects qualitatif et quantitatif du lait de lapine

1.3.1. Composition du lait de lapine

La composition du lait de lapine a fait l'objet de nombreuses études et de très nombreux composés ont pu être identifiés et caractérisés. Une analyse comparative du lait de quelques mammifères a démontré que le lait de la lapine est plus riche en protéines, en matières grasses et en minéraux (surtout le calcium et le phosphore), cependant, il est plus pauvre en lactose (Tableau 1).

Tableau 1: Composition comparée du lait de vache, de chèvre, de brebis et de lapine (Lebas, 2002).

Composants en g/kg de lait	Vache	Chèvre	Brebis	Lapine
Matière sèche	129	114	184	284
Lactose	48	43	44	6
Matières grasses	40	33	73	133
Protéines	33,5	29	58	153
Minéraux totaux (cendres)	7,5	8	9	24
Calcium	1,25	1,30	1,90	5,60
Phosphore	0,95	0,90	1,50	3,38
Magnésium	0,12	0,12	0,16	0,37
Potassium	1,50	2,00	1,25	2,00
Sodium	0,50	0,40	0,45	1,02

À partir de la 4^{ème} semaine de lactation, le lait s'enrichit en protéines et surtout en lipides. En revanche, sa teneur en lactose, déjà faible, diminue encore et devient nulle au-delà du 30^{ème} jour de lactation (Lebas, 2002).

Les teneurs en minéraux, surtout en calcium et en phosphore, tendent à s'accroître tout au long de la lactation, tandis que celles en potassium et en sodium évoluent en symétrie en maintenant une somme : Na + K=constante.

Les oligo-éléments ont les teneurs moyennes suivantes : Zinc : 30 à 50 ppm ; Fer : 2 à 4 ppm ; Cuivre : 1 à 2 ppm ; Manganèse : 0,1 à 0,3 ppm.

En ce qui concerne les matières grasses, elles sont composées principalement de triglycérides, mais contiennent une faible quantité d'acides gras libres, de phospholipides et de cholestérol (Lebas, 2002). Il faut souligner la richesse originale du lait de lapine en acides gras à chaîne courte (C : 8 acide caprylique et C : 10 acide caprique). La teneur en ces deux acides gras peut dépasser la moitié des acides gras totaux et elle augmente tout au long de la lactation au dépend des acides gras à chaîne longue, y compris pour les lactations prolongées jusqu'à la 6^{ème} ou la 7^{ème} semaine après la mise bas.

1.3.2. Aspect quantitatif

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 croit 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 8).

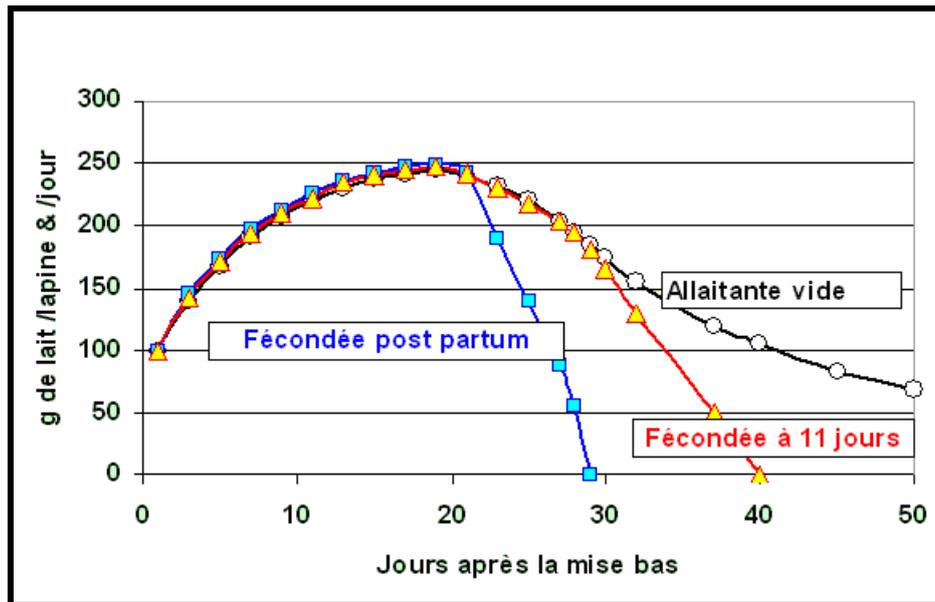


Figure 8: Evolution de la production laitière de lapines simplement allaitantes ou simultanément gestantes et allaitantes (Lebas, 1968).

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 mère. Les indices de corrélation rapportés par Lebas (1969), Fortun-Lamothe et Sabater (2003) et Zerrouki et Lebas (2004) sont respectivement de $r = +0,92$, $+0,91$ et $+0,99$.

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. Croissance pré-sevrage des lapereaux

La croissance du point de vue général est un phénomène physiologique essentiel qui est souvent apprécié par l'évolution du poids de l'individu en fonction de temps (Prud'hon, 1970). Elle est conditionnée par des mécanismes complexes qui mettent en jeu des phénomènes de multiplication, d'accroissement et de différenciation cellulaire, tissulaire et organique. De ces mécanismes résulte une modification de taille, de poids, de composition chimique et biologique au niveau de tous les organes (Ouhayoun et Vigneron, 1975).

Chez le jeune lapereau, la croissance peut comprendre deux étapes : une croissance prénatale et une croissance post natale. Pendant ces deux périodes un important développement morphologique et pondéral eu lieu, s'accompagnant d'une évolution des organes intervenant dans les phénomènes digestifs ou immunitaires, aussi bien dans leur structure que dans leur fonction. D'importants bouleversements alimentaires ont lieu autour du sevrage en termes de composition de la ration et de comportement alimentaire. Une transition plus ou moins progressive du lait maternel à l'aliment végétal solide est observée selon l'âge auquel le sevrage est réalisé. La mise en place d'un équilibre entre les fonctions de digestion et de défense contre les agents indésirables est nécessaire afin d'assurer un bon développement du lapereau.

2.1. Croissance prénatale

La croissance prénatale s'étend de la formation de l'œuf jusqu'à la naissance. C'est une période durant laquelle le fœtus est le siège d'intenses multiplications cellulaires. A partir du 8ème jour de gestation l'embryon commence à s'allonger ; puis au 11ème jour, la tête devient dominante en taille et les membres s'allongent. A partir du 18^{ème} jour (fin de l'organogenèse), les membres sont bien formés et le museau s'allonge. C'est ainsi que l'on passe de l'embryon au fœtus. Le fœtus commence à ressembler à un lapereau entre les 19 et 22^{ème} jours (Beaudoin *et al.*, 2003) (Tableau 2).

Tableau 2 : Développement du fœtus de lapin en fonction du stade de gestation (Beaudoin *et al.*, 2003).

Stade de gestation (jours)	Observations			
	Croissance du fœtus	Forme du corps	Développement des membres	Développement céphalique
J8,5	-Epaississement du fœtus -Fermeture du sillon neural rostral			
J9,5	-Apparition masse cardiaque sous pôle céphalique	-Incurvation dorsale	-Bourgeons des membres rostraux	-Vésicules optiques visibles
J10,5		-Augmentation de l'incurvation dorsale : forme cubique	-Bourgeons membres caudaux	
J12,5			- Apparition mains	- Face commence à se modeler - Apparition oreilles
J13,5	-Foie et intestin visibles	-Redressement de l'embryon	- Apparition pieds	
J14,5			-Membres rostraux et caudaux semblent parallèles	
J15,5			- Apparition coude -Allongement des doigts	
J16,5	-Bourgeon cæcal visible en dehors de l'abdomen			
J17,5	- Apparition cou		-Apparition genou	
J18,5	-Intestin enfermé dans cavité abdominale			-Paupières couvrent les yeux
J19,5	-Organogenèse achevée	-Apparence fœtale complète	-Les trois segments des membres bien distinguables	

La vitesse de croissance du fœtus est très élevée à la fin de la gestation, alors qu'au début, le poids et la taille n'augmentent guère, bien que les divisions mitotiques soient intenses (Fortun, 1994). Les résultats recueillis par Prud'hon et Selme (1973) montrent l'aspect exponentiel de la croissance du fœtus qui multiplie son poids par 6 pendant la période de gestation et cela à partir du 21^{ème} jour, passant ainsi d'environ 10 grammes à 60 grammes le jour de la naissance (Figure 9).

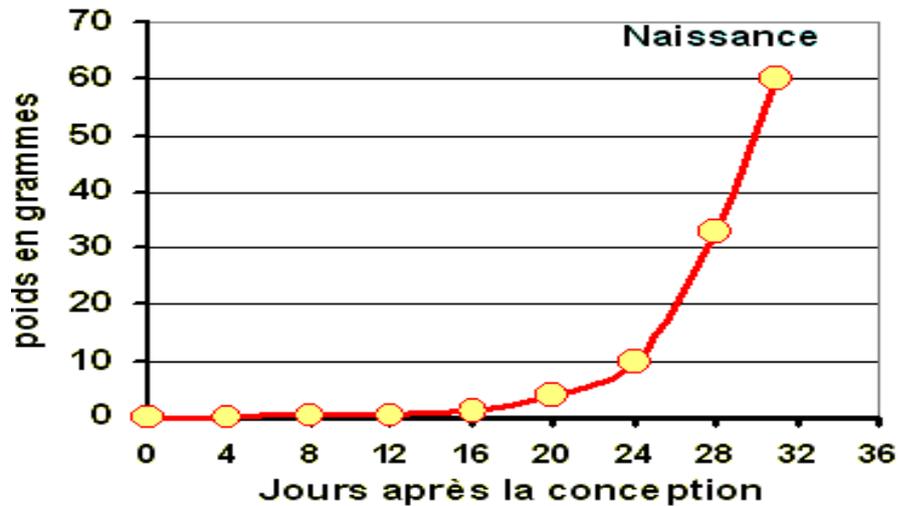


Figure 9: Evolution du poids d'un fœtus au cours de la gestation (Lebas, 2002).

Le poids des lapereaux à la naissance est très variable (Bolet, 1996) et semble être un facteur important dans la détermination du poids au sevrage. Des variations en fonction du type génétique ont été rapportées par plusieurs auteurs (60,5g pour la race néo-zélandaise (Szendrô et Barna, 1984) et 49,5g pour la population locale algérienne (Zerrouki *et al.*, 2002) et 55g pour la population blanche (Zerrouki *et al.*, 2007b).

A deux semaines d'âge, les lapereaux d'un poids vif inférieur à 35g meurent, et seulement 30 % de ceux qui ont un poids entre 34-45g survivent. Le taux de mortalité est inférieur à 10 % chez les lapereaux qui ont un poids entre 55-80g (Szendrô et Barna, 1984).

Parallèlement à la croissance fœtale, un placenta discoïde se développe à chaque point de contact entre un fœtus et la paroi utérine (Gidenne, 2015). Il s'agit d'un organe transitoire mettant en relation de contiguïté le sang maternel et le sang fœtal afin de faciliter les échanges nutritionnels, immunitaires et gazeux entre la mère et le fœtus. Ce placenta est de type hémochorial car une seule couche de cellules sépare le sang fœtal du sang maternel (Lebas, 2002 ; Gidenne, 2015). C'est la partie maternelle du placenta qui se développe en premier pour atteindre son poids maximal vers le 16^{ème} jour de gestation. Vers le 10^{ème} jour, le placenta fœtal est visible à son tour. Il prend une importance de plus en plus grande jusqu'à la mise bas et son poids dépasse celui du placenta maternel à partir de 20-21 jours (Lebas, 2002).

2.2. Croissance postnatale

Entre la naissance et le sevrage, la vitesse de croissance des lapereaux connaît une forte accélération (De Rochambeau, 1989). Toutefois, la courbe évolutive telle que décrite par différents auteurs (Lebas, 1969 ; Zerrouki *et al.*, 2007a), fait apparaître une croissance pratiquement linéaire pendant 3 semaines (11-13g/j au sein d'une portée de 10 lapereaux) mais avec une phase de ralentissement entre la 2^{ème} et la 3^{ème} semaine postnatale, certainement due à l'insuffisance lactière de la mère, puis elle s'accélère pour atteindre 35-38g/j à partir du 25^{ème} jour quand la part de l'alimentation solide devient conséquente (Lebas 2002) (Figure 10). En effet, de la naissance jusqu'à 15 jours environ, l'alimentation du lapereau est exclusivement lactée (Parigi-Bini *et al.*, 1991). Durant cette période, la production lactière de la lapine croît de 30-50g les deux premiers jours et atteint 200-250g vers la fin de la 3^{ème} semaine (Lebas, 2002). La consommation individuelle du lapereau augmente très rapidement de 150 à 250g de la naissance jusqu'à 25 jours, puis elle diminue en faveur du granulé (Tableau 3).

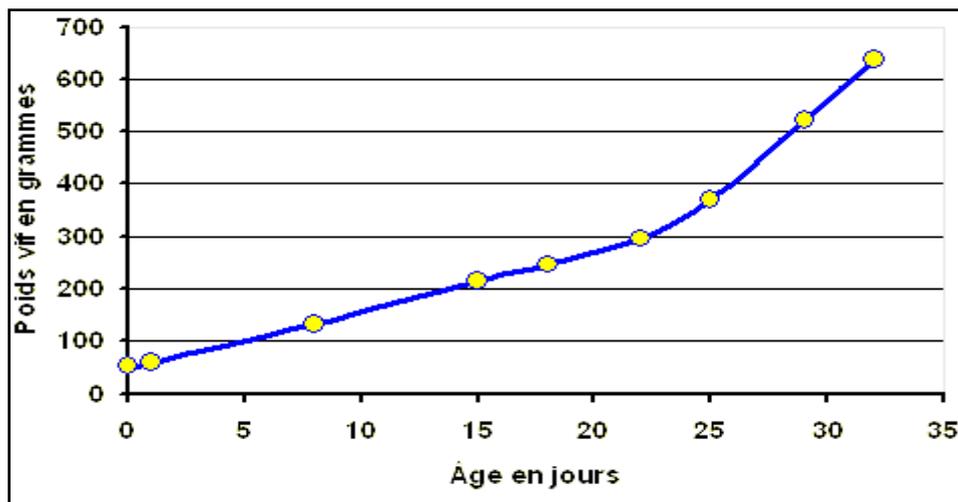


Figure 10: Evolution du poids vif d'un lapereau entre la naissance et le sevrage (ici 32 jours) au sein d'une portée de 10 lapereaux (Lebas, 2002).

Tableau 3: Répartition de la consommation d'un lapereau à l'âge de 15 à 32 jours. (D'après Fortun-Lamothe et Gidenne, 2001).

Consommation (g/lapin sur la période)		
Lait	en g.frais	en g.sec
Naissance à 15 jours	150 à 200	40 à 60
De 16 à 25 jours	210 à 250	65 à 80
De 26 à 32 jours	100 à 150	35 à 55
Aliment granulé (à 90% MS)*		
De 16 à 25 jours	25 à 30	22 à 27
De 26 à 32 jours	150 à 200	135 à 180

*Dans les cas d'un sevrage à 32 jours.

L'ingestion d'aliment solide par les lapereaux débute vers 16 à 18 jours. En effet, ils commencent à quitter le nid entre 13 et 18 jours d'âge lorsqu'ils sont capables de maintenir une température corporelle stable et possèdent une meilleure coordination motrice. Ce phénomène est très variable selon les portées, probablement dépendant de la quantité de lait disponible pour les lapereaux. En effet, une réduction de la taille de portée de 10 à 4 lapereaux retarde l'ingestion d'aliment solide (Fortun-Lamothe et Gidenne, 2001). (Figures 11 et 12).

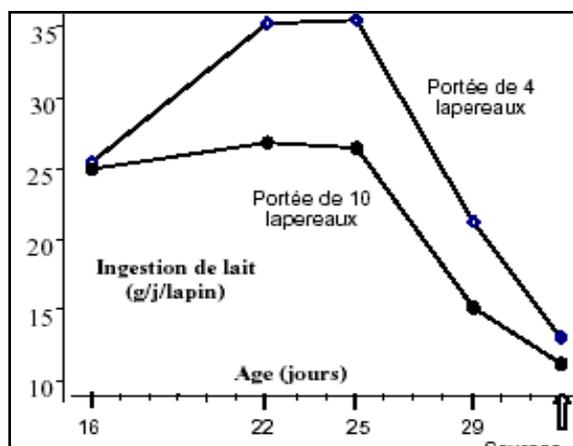


Figure 11: Evolution de l'ingestion de lait entre 16 jours d'âge et le sevrage (32j) (Fortun-Lamothe et Gidenne, 2001).

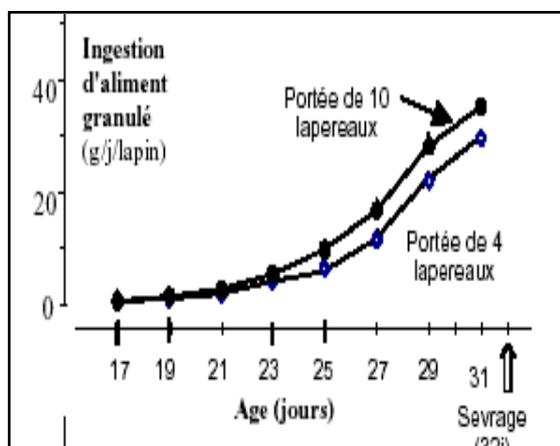


Figure 12: Evolution de l'ingestion de granulé entre 16 jours d'âge et le sevrage (32j) (Fortun-Lamothe et Gidenne, 2001).

La réalisation d'un sevrage entre 28 et 35 jours permet au lapereau une transition progressive du lait maternel à l'aliment granulé. En effet, la consommation d'aliment sec par le lapereau est estimée entre 25 et 30g durant les 25 premiers jours, puis cette quantité s'accroît

fortement ($>5\text{g/j/lapin}$). Le lapereau passe ainsi d'une seule tétée par jour à une multitude de repas solides et liquides (25 à 30 repas / 24 heures). L'ingestion de solides et d'eau devient prédominante par rapport à celle du lait durant la 4^{ème} semaine de vie (Fortun-Lamothe et Gidenne, 2001; Lebas, 2002). Dès le 21^{ème} jour, la quantité de fibres (NDF : Neutral Detergent Fiber) est non négligeable ($>2\text{g/j}$), tandis que l'amidon (aliment) est la source des glucides digestibles. Les protéines et les lipides du lait constituent la source essentielle de nutriments et d'énergie jusqu'à l'âge de 28 jours (Fortun-Lamothe et Gidenne, 2001). Aux nutriments provenant du lait et de l'aliment s'ajoutent ceux provenant de l'ingestion de caecotrophes. En effet, la caecotrophie apparaît à l'âge de trois semaines, c'est ainsi qu'à 25 jours d'âge, il est possible de collecter une quantité suffisante pour permettre une analyse de l'activité microbienne « *in situ* » (Fortun-Lamothe et Gidenne, 2001).

Ces modifications du régime alimentaire des lapereaux s'accompagnent d'une évolution structurale et anatomique du tube digestif ainsi que d'un développement de la flore digestive. En effet, durant le premier mois de la vie du lapereau, Alus et Edwards (1977), rapportent une évolution linéaire de l'estomac et de l'intestin grêle. Entre 3 à 5 semaines d'âge, le poids relatif des segments antérieurs du tube digestif (estomac et intestin grêle) est stable. Le volume de l'ensemble ceacum-côlon s'accroît linéairement pour devenir le plus grand compartiment dès 5 à 6 semaines d'âge (40% du volume total du tube digestif). Selon Gallois *et al.*, (2003), quel que soit le segment digestif considéré, le type de sevrage a une incidence sur le développement et le poids du contenu. Ainsi, le poids vide relatif des différents segments est supérieur pour les lapereaux sevrés précocement à 21 jours.

La muqueuse stomacale et intestinale se développe assez graduellement de la naissance à l'âge adulte (Fortun-Lamothe et Gidenne, 2001). A la naissance, les villosités intestinales sont longues et minces puis deviennent plus épaisses et plus longues à 4 semaines (Van Der Hage, 1988). Les muqueuses caecales et coliques se transforment à partir de 16 jours d'âge avec apparition de stries (Sabatakou *et al.*, 1999 a, b).

Le tube digestif du lapereau est presque stérile, durant la première semaine d'âge. Cette situation est due au rôle bactériolytique des acides gras C8 et C10 largement présents dans le lait et libérés par la lipase gastrique des lapereaux. (Lebas, 2002). La flore microbienne stomacale est faible ($< 10^2$ et 10^4 bactéries/g) jusqu'à 14 jours et augmente lors de l'ingestion de caecotrophes pour atteindre (10^4 à 10^6 bactéries/g) (Kovacs *et al.*, 2003). Dans l'intestin, l'implantation est d'autant plus rapide et abondante, elle se stabilise vers 10^6 à 10^8

bactéries/g). Dans le caecum et le côlon, la flore s'est installée dès la première semaine d'âge (10⁸ à 10⁹ bactéries/g), puis reste élevée (10⁹ à 10¹⁰ bactérie/g). La flore digestive est dominée par les bactéries anaérobies strictes non sporulées et particulièrement des Bacilles Gram négatifs et à un degré moindre pour les bactéries du genre : *Clostridium*, *Endosporus*, *Acuiformus*, *Streptococcus* et *Escherichia Coli*. Selon Padilha *et al.* (1999) l'évolution de cette microflore est indépendante du régime alimentaire du lapereau.

De nombreuses données expérimentales ont permis de montrer qu'il existe une relation forte entre l'alimentation (plus particulièrement les apports de fibres) (Gidenne, 1997 et 2000) et la mise en place de la flore cœcale et les paramètres fermentaires au moment du sevrage. Ainsi, le maintien d'une alimentation exclusivement lactée jusqu'à 42 jours conduit à l'absence de flore cellulolytique et à un profil fermentaire orienté vers une activité métabolique protéolytique (teneur élevée en NH₃) associée à une concentration très faible en acides gras volatils totaux et à un pH élevé (Padilha *et al.*, 1999). A l'opposé, la suppression de l'alimentation lactée dès 18 jours par un sevrage précoce se traduit 4 jours plus tard par une plus forte concentration en acides gras volatils et un pH caecal plus faible comparativement à ce qui est observé chez des animaux de même âge ne consommant que du lait (Maertens et Piattoni, 2001 ; Xiccato *et al.*, 2001).

3. Facteurs de variation de la production laitière des lapines et la croissance pré- sevrage des lapereaux

De nombreux facteurs influencent les caractères de production des lapines: les facteurs intrinsèques liés à la lapine, elle-même, (type génétique, l'état physiologique de la femelle (stade et état de lactation, la parité...) et les facteurs du milieu dans lequel est mis cet animal pour produire (l'alimentation, la température,...).

3.1. Facteurs liés à la lapine

3.1.1. Effet génétique

Dans la production intensive du lapin à viande, les races pures sont rarement utilisées et sont généralement remplacées par des souches ou lignées sélectionnées pour une taille de portée plus importante et donc indirectement avec un potentiel laitier plus grand (Garreau *et al.*, 2004). L'étude des différents croisements entre souches ou races a révélé une supériorité des produits obtenus lors de certains croisements par rapport à la moyenne des parents (Brun *et al.*, 1999). Les caractères de reproduction (fertilité, prolificité et viabilité des lapereaux) montrent en général un effet d'hétérosis important (10 à 20%) (Brun, 1992). En revanche, concernant les caractères de croissance, la valeur de l'hétérosis est seulement de 5% sur le poids au sevrage (Brun et Ouhayoun, 1990). Toutefois cet effet n'est pas systématique et peut même être négatif (Matheron et Rouvier, 1978). Le produit obtenu après un croisement est appelé « hybride commercial ». Selon Maertens *et al.* (2006b), les données de la littérature concernant la comparaison des génotypes sont rares. Cependant, Lukefahr *et al.* (1983) ont démontré que la production laitière des lapines de race néo-zélandaise est supérieure de (+30%) par rapport à celle des lapines de race californienne, et celle des lapines hybrides issues du croisement de ces deux races est encore plus importante. Toutefois, dans une autre étude, la même équipe en comparant la production laitière des lapines appartenant à quatre races (Californian, White New Zealand, Palomino et White Satin) (McNitt et Lukefahr, 1990), a conclu que le fond génétique des ces populations est peut être plus important que celui des races elles-mêmes.

Plusieurs auteurs ont décrit les caractéristiques des souches ou des populations existantes dans différents pays (Bolet *et al.*, 2001; Bolet et Saleil, 2002 pour les souches INRA, Khalil, 2002, pour les races égyptiennes, Barkok et Jaouzi, 2002 pour une population locale du Maroc, Zerrouki *et al.*, 2005 pour une population locale Kabyle...). Bolet *et al.* (2004), dans une étude de caractérisation des races patrimoniales ont recensé des poids adultes de différentes races variant entre 2,5 kg (Russe) à 6,5 kg (Blanc de Bouscat). L'analyse des données issues

de ces différents auteurs révèle des variations de format et de productivité en fonction de la race ou de la population considérée. L'évaluation des performances des 8 races européennes de lapins, a montré que les lapines de race Russe sont moins prolifiques que les lapines de la souche témoin INRA (9077) élevées dans les mêmes conditions (de 4,4 vs. 7,3 lapereaux vivants) (Bolet *et al.*, 2001).

Les Races autochtones tel que Giza White (Khalil, 1994) ou population kabyle de lapins (Zerrouki *et al.*, 2005) ont un rendement de production laitière modeste (sur toute la période de lactation, la moyenne est de 100 et 104 g / jour, respectivement) par rapport à la production de plus de 200 g / j pour les lapines commerciales (Fortun-Lamothe et Sabater, 2003; Xiccato *et al.*, 2005; Casado *et al.*, 2006). Cependant, ces races autochtones ont un faible poids adulte. Lorsque leur production de lait est exprimée par kg de poids vif, la différence avec les races moyennes ou hybrides est moins prononcée (Tableau 4). Cependant, il est à signaler que la comparaison de la production laitière de ces différentes populations et souches reste difficile en raison de la diversité des conditions climatiques. En effet, dans de meilleures conditions de logements et sur des lapines multipares de type hybride (Hyplus), Xiccato *et al.* (2005) ainsi que Maertens *et al.* (2006a) enregistrent des productions lactières moyennes de 250-260 g au cours de la période de 4 semaines de lactation. Néanmoins, une variabilité individuelle entre lapines existe. Khalil *et al.* (2005) enregistrent un coefficient de variation de 38% pour la production de lait (de 0 à 21 jours). Cependant, avec la légalisation des portées juste après mise bas, la production laitière des lapines est beaucoup plus homogène suite à l'exclusion de l'effet taille de portée initiale (Casado *et al.*, 2006).

Vicente et Garcia-Ximénez (1992) ont constaté des poids de portées plus élevés après les 2^{ème} et 3^{ème} semaines de lactation de deux lignées synthétiques par rapport aux races pures (New Zélandais blanc et Californien).

Tableau 4: Description des articles traitant la production laitière des lapines (modifié, d'après (Maertens *et al.*, 2006b).

Références	Régime	Génotypes	Parité	Taille de portée	N° de lactation	Production Laitière			
						Période (j)	Totale (g)	Moy (g/j)	g/kg poids vif
Lukefahr <i>et al.</i> , 1983	Repro.	NZW Californien Cal xNZW NZWx Cal	Différentes	NS	225	0-21 0-21 0-21 0-21	3970 3060 4030 3650	189 146 192 174	47,2 38,4 49,2 44,6
McNitt and Lukefahr, 1990	Repro.	Californien New Zealand Palomino White Satin	Différentes	NS	19 23 22 21	0-29 0-29 0-29 0-29	4582 3973 3480 3683	158 137 120 127	40,0 31,9 29,0 29,9
Mohamed and Szendrö, 1992	Repro.	Californien (3.8 kg)	?	6 8 10	4 8 8	0-21 0-21 0-21	3567 3686 3776	170 176 180	44,7 46,3 47,4
Fortun-Lamothe et Sabater, 2003	Repro.	Hybride (INRA)	2+	10	50	0-21	5300	252	62,2
Xiccato <i>et al.</i> , 2004	Lactat.	Hybride (Hyplus)	1; 2; 3	9	22 23 24	0-21 0-26 0-32	4242 4964 5774	202 191 180	53,6 52,3 49,8
Xiccato <i>et al.</i> , 2005	Lactat.	Hybride (Hyplus)	2+	10	31 23	0-21 0-25	5417 6296	258 252	64,0 61,5
Zerrouki <i>et al.</i> , 2005	Repro.	Population kabyle (2.8 kg)	1- 4+	2-8	299	0-21	2180	104	37,2
Maertens <i>et al.</i> , 2006a	Lactat.	Hybride	1 ; 2	7.4 8.8	45 35	0-29 0-29	5900 7600	203 262	50,2 61,8
Zerrouki <i>et al.</i> , 2012	Commerc.	Population blanche (3,3 kg)	1-3+	4 5 6 7 8	24 24 26 43 36	0-21 0-21 0-21 0-21 0-21	1787 1963 2294 2459 2527	85 93 109 117 120	25,8 28,3 33,0 35,4 36,3
Fajemilehin <i>et al.</i> , 2013	Commerc.	Population commerciale Nigériane	1	NS	5	0-21	2145	102	-

3.1.2. Effet de la parité de la lapine

La production laitière des lapines augmente de manière curvilinéaire avec la parité, McNitt et Lukefahr (1990). Elle augmente jusqu'à la 7^{ème} parité, puis diminue après. Khalil (1994) confirme cette relation chez les lapines Giza White. De la même manière Xiccato *et al.* (2004) rapportent que, même avec des tailles de portées standardisées, la production laitière augmente durant la deuxième et la troisième parité de +8% et +10% respectivement par rapport à la première parité. En revanche, Pascual *et al.* (1999) a constaté une augmentation de la production laitière beaucoup plus modeste (+3,6%) entre les animaux primipares et multipares. Cette différence était plus marquée (6,3%) lors de l'utilisation d'un régime alimentaire faible en énergie. Vicente et Garcia-Ximénez (1992) enregistrent également un écart plus important (14%) en faveur des lapines multipares. De même, Maertens *et al.* (2006a) ont déterminé une hausse de la production de 19,9% entre la première et la deuxième lactation, y compris après une correction tenant compte de la différence de taille de la portée. Ces auteurs expliquent que cette différence est due au fait que les lapines ont été inséminées tôt la première fois (15-16 semaines d'âge). Ces observations permettent ainsi d'établir un rapport avec le poids vif. En effet, selon Pascual *et al.* (1999) et Xiccato *et al.* (2004) l'augmentation de la production de lait est une réponse à un poids vif supérieur ainsi qu'à une meilleure capacité d'ingestion chez les lapines multipares. Parigi-Bini et Xiccato (1998) ont également mentionné une augmentation de la prise alimentaire de 10 à 20% de la première à la deuxième lactation et 15,7% par rapport à la 2^{ème} et la 3^{ème} lactation. De plus, les lapines primipares doivent faire face d'une part, aux dépenses énergétiques nécessaires à la lactation et éventuellement la gestation et, d'autre part, aux besoins de croissance dans la mesure où elles n'ont pas encore atteint leur poids adulte (Paris-Bini et Xiccato, 1998).

Le poids des lapereaux à la naissance varie d'une manière hautement significative entre les trois premières mises bas (Afifi *et al.* 1987). Ainsi, les poids des portées à la naissance et les tailles de portées augmentent avec l'ordre de parité et par conséquent le poids moyen du lapereau diminue (Parigi Bini *et al.*, 1989, Pascual *et al.*, 1998, Szendrö, 2000, Xiccato *et al.*, 2004, Zerrouki *et al.*, 2005, 2007a). Les poids des lapereaux sevrés sont plus élevés chez les lapines multipares. Cette variation de poids peut être expliquée par une amélioration de l'efficacité physiologique de la femelle avec la parité (Afifi *et al.* 1989, Zerrouki *et al.*, 2005, 2007a). En effet, les poids des portées entre 32 jours d'âge et au sevrage augmentent suite à l'amplification de la production laitière avec la parité (Szendrö, 2000, Xiccato *et al.*, 2004), et ce, malgré la corrélation négative trouvée avec la consommation de lait quotidienne (Szendro,

2000). Cet auteur a constaté en effet que la prise alimentaire de l'aliment solide à partir de 18 jours jusqu'à 32 jours d'âge était plus élevée dans les portées lourdes provenant de lapines multipares. Les différences de poids peuvent être expliquées par un développement du système digestif chez les portées qui peut être différent d'une parité à une autre (Szendrő, 2000).

3.1.3. Effet du nombre de tétées par jour

La lapine fixe le rythme des tétées, à une seule fois par 24 heures et deux fois dans quelques cas (Hudson *et al.*, 2000, Matics *et al.*, 2004). Cependant, il n'a pas été démontré qu'une quantité plus importante de lait est produite dans ce dernier cas ou que les lapereaux ont une croissance plus rapide (Hudson *et al.*, 2000). Zarrow *et al.* (1965) ont observé exactement le même gain quotidien de 2 à 30 jours après la mise bas chez les lapereaux allaités librement par leur mère, une ou deux fois par jour. Une explication pourrait être trouvée dans les observations de Calvert et Knight (1982). En effet, la synthèse du lait et son accumulation dans la glande mammaire se fait à une vitesse constante pendant les 23 heures et demi à 24 heures suivant un allaitement. Ensuite la synthèse du lait s'arrête très rapidement. Ainsi il a été montré que plusieurs allaitements au cours du cycle de 24 heures n'augmentent pas la quantité de lait disponible pour les lapereaux (Lebas, 2002). Néanmoins, Gachev (1971) en utilisant la méthode d'un double allaitement, a observé une légère réduction de la production de lait au cours de la dernière fraction des 6 heures de la période des 24 heures (19,4% de la production totale vs. 24,8% à 28,0% pour les trois autres périodes de 6 heures). Cependant, Szendrő *et al.* (2002, 2010) en utilisant un double allaitement par deux lapines, ont constaté que les lapereaux sont capables de téter des quantités similaires de lait le matin et l'après midi, si la durée entre les deux tétées était de 9-12h. Gyovai *et al.* (2004) ont étudié l'effet de cette méthode sur la croissance des lapereaux. L'étude a révélé des écarts significatifs de poids des lapereaux nourries par une ou deux lapines à la troisième et à la quatrième semaine (11,7% et 6%) respectivement; mais par la suite ces écarts s'estompent (5%; 3,7%; 3,1% et 4,1% à 6, 9, 12 et 16 semaines d'âge, respectivement).

3.1.4. Effet du nombre de tétines

Une majorité des lapines ont de 8 à 10 tétines productives reliées à une glande mammaire indépendante. Cependant certaines lapines peuvent en avoir entre 6 et 12 (Szendrő et Holdas, 1984). Néanmoins, dans des lignées sélectionnées pour la taille des portées, le nombre de tétines a été augmenté comme une réponse passive à la sélection, et les femelles avec 10 tétines peuvent devenir plus nombreuses : 37% à 51% dans 2 lignées sélectionnées vs 27% dans la lignée témoin (Rochambeau *et al.*, 1998). Les femelles ayant moins de 8 tétines ont une production de lait significativement moins importante que celles avec 8 ou plus tétines (Fleischhauer *et al.*, 1985).

Szendrő et Holdas (1984) n'enregistrent aucune différence significative dans les gains de poids des lapereaux entre les lapines ayant 8, 9 ou 10 tétines, bien que la valeur la plus élevée ait été observée chez les lapereaux issus de mères ayant 10 tétines. Cependant, en ne considérant que des portées à 10 lapereaux nés vivants, donc un nombre de lapereaux plus élevé que le nombre de tétines, Rochambeau *et al.* (1998) observent un poids des portées plus important au sevrage (28 jours) chez les lapereaux issus de mères ayant 10 tétines que chez ceux issus de mères ayant 8 tétines (+13,2%). Ce phénomène est dû à une production de lait supérieure observée chez les mères ayant 10 tétines.

3.2. Facteurs liés au milieu

3.2.1. Effet de l'alimentation

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

3.2.1.1. Effet de la composition de l'aliment

L'aliment destiné aux lapins doit être adapté qualitativement et quantitativement à leurs besoins. L'évaluation des besoins alimentaires des lapines reproductrices est plus récente par rapport à celle des autres espèces. Ces besoins sont déterminés sur la base de comparaison de différentes performances obtenues avec des aliments de composition connue. Pour les lapines reproductrices, plusieurs critères sont pris en considération. Le nombre de jeunes produits par

portée (à la naissance et au sevrage) est le critère principal même si la production laitière, le poids des jeunes ou la proportion des saillies fécondes sont également mesurés (Lebas, 1989).

Durant le cycle de production, les besoins des lapines reproductrices varient généralement selon l'état physiologique des femelles (gestantes, allaitantes ou simultanément gestantes et allaitantes), leurs âges, le rythme d'élevage adopté, la consommation alimentaire qui est elle-même dépendante de l'état physiologique de la lapine (Lebas, 2002) et la composition de l'aliment. Les travaux de recherche sur l'alimentation des reproductrices sont essentiellement axés sur les protéines et l'énergie (Lebas 1983, 1989 ; Lebas *et al.*, 1996 ; Montessuy *et al.*, 2005). Il faut, tout de même, noter que les besoins en acides aminés des femelles reproductrices n'ont fait l'objet que d'un très petit nombre d'essais. C'est également le cas avec les minéraux et les vitamines.

En 2004, Lebas a présenté des recommandations (Tableau 5) où sont résumés les apports nutritionnels souhaitables en énergie, protéines, fibres, minéraux et vitamines pour les aliments destinés aux lapins de différentes catégories : les animaux en croissance, pré et post sevrage et les femelles reproductrices conduites sous deux rythmes, intensif et semi intensif.

Tableau 5 : Recommandations pour la composition d'aliments destinés à des lapines en production intensive (Lebas, 2004).

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

3.2.1.1.1. Energie

L'énergie apportée par la ration est en général fournie par les glucides (essentiellement l'amidon), par les fibres (substances pectiques et hémicellulose) dont la digestion est assurée dans le caecum par la microflore, un peu par les lipides et éventuellement par les protéines en excès.

Papp *et al.* (2000) ont observé qu'à la dernière semaine de la gestation, l'augmentation du niveau énergétique de la ration peut baisser le déficit énergétique chez les femelles multipares. Ces auteurs ont enregistré un faible taux de mortalité à la naissance chez les primipares. A l'inverse, Montessuy *et al.* (2004) ont noté que ce taux est significativement élevé avec l'aliment le plus énergétique (13,2 vs. 11,0 %) ($P < 0,001$). D'autre part, Meartens et De Groot (1988) ont constaté que le poids de la portée à 21 jours d'âge augmente avec le niveau énergétique de l'aliment distribué aux lapines, conséquence d'une production laitière améliorée (Lebas 1989). En effet, chez les lapines simultanément gestantes et allaitantes, l'apport de glucose dans l'alimentation est indispensable, car la glande mammaire joue le rôle d'un capteur important de cet élément pour la synthèse du lactose et des lipides de lait. Le lactose du lait est synthétisé à partir du glucose et du galactose ; le sang ne contenant pas de galactose, les cellules sécrétrices doivent donc au préalable en assurer la synthèse à partir d'une molécule de glucose, ces synthèses sont sous la dépendance d'hormones et catalysées par les enzymes ; elles n'ont lieu qu'en présence d'énergie. De la même manière, la majorité des protéines du lait, à part la sérulalbumine et passagèrement les immunoglobulines, sont synthétisées dans les cellules sécrétrices de la mamelle à partir d'acides aminés libres prélevés dans le sang. L'élaboration de ces protéines dépend de l'apport des différents acides aminés en proportions optimales et de la quantité d'énergie disponible (INRA 1989).

3.2.1.1.2. Protéines

Le chevauchement des phases de gestation et d'allaitement empêche le retour à des conditions corporelles normales (Fortun *et al.*, 1993) et augmente les besoins en protéines en réponse à la demande élevée en protéines par le fœtus (Parigi Bini *et al.*, 1992 ; Xiccato *et al.*, 1992, 1995). Un rapport Protéines Digestibles /Energie Digestible plus faible que celui recommandé ci-dessus (Tableau 5), conduit à une diminution significative de la production de lait et des performances de reproduction (Lebas, 1989). Pour cette raison, un niveau de protéines élevé dans l'aliment reproducteur est souvent recommandé : un taux de 17% de protéines brutes

dans l'alimentation est acceptable pour optimiser l'ensemble du cycle de reproduction (Lebas, 1989). L'accroissement de la concentration protéique des aliments (de 13% à 21%) augmente le poids moyen des lapereaux au sevrage et celui de la portée (de 8,2% et de 6,5% respectivement (Brun et Lebas, 1994)). Dans les mêmes conditions, la production laitière des lapines augmente sans modification de la composition du lait (Partridge et Allan, 1982), mais semble être défavorable à la taille des portées au sevrage (Lebas, 1977). En revanche, Partridge et Allan (1982) n'enregistrent aucune variation significative de la taille de portée au sevrage en fonction du taux azoté (13,5% - 17,5% - 21%), la tendance étant plus à l'accroissement de la taille de portée avec l'apport azoté que l'inverse. Toutefois, un excès de protéines peut conduire à des problèmes sanitaires et de production. Barge *et al.* (1991) ont observé qu'un régime avec un rapport protéines digestibles / énergie digestible (PD/ED) déséquilibré (14,3 g PD / MJ ED) induit une régulation inefficace de l'ingéré énergétique chez les lapines primipares ainsi qu'une insuffisance de la consommation alimentaire et, par conséquent, engendre des effets négatifs sur l'allaitement de la portée et les conditions physiques de la lapine.

3.2.1.1.3. Lipides

Les acides linoléiques et linoléique sont d'une importance majeure dans l'alimentation des femelles reproductrices. Un accroissement de l'apport alimentaire en acide linoléique améliore le statut immunitaire des lapines, mais il a un effet négatif sur la viabilité des mères et des lapereaux (Lebas, 1989). Cependant, un certain nombre d'aspects négatifs liés à une haute teneur en énergie alimentaire doit également être indiqué. Xiccato *et al.* (1995) ont noté que les lapines gestantes et allaitantes nourries avec une alimentation à haute valeur énergétique (fournie à la fois par l'amidon et la graisse) produisent des portées avec un nombre faible de lapereaux nés vivants que les femelles nourries avec des régimes énergétiques moyens. Au contraire, Barreto et Blas (1993) ont observé une amélioration de la fertilité des femelles nourries avec des régimes alimentaires ajoutés en gras, tandis que Fortun-Lamothe et Lebas (1994) n'ont observé aucune différence significative dans les performances de reproduction des lapines gestantes et allaitantes.

3.2.1.1.4. Fibres

Les fibres, tant en termes de qualité que de quantité, sont probablement l'élément nutritif qui a été soumis à la plupart des études après l'énergie, particulièrement en regard de l'influence unanimement reconnue sur l'état de santé et l'efficacité digestives du lapin. Dans la reproduction des lapins, le problème est principalement lié au niveau de l'énergie alimentaire, car la nécessité d'augmenter le contenu de l'énergie digestible, principalement par l'augmentation de son pourcentage d'amidon, engendre le risque de réduction de la teneur en fibres à un niveau inférieur à la limite considérée comme compatible avec l'état de santé de la lapine et le sevrage de la portée. En raison de sa moindre digestibilité, l'augmentation de la teneur en fibres conduit généralement à une diminution de l'énergie digestible contenue dans l'alimentation (Wiseman *et al.*, 1992). Ainsi les lapines reproductrices pourront se satisfaire d'un aliment ne contenant que 12 à 13% de cellulose brute (Lebas, 2004).

Des valeurs plus élevées sont recommandées pour les femelles conduites en rythme d'élevage intensif (Lebas, 1989 ; Xiccato, 1993). Une des particularités du lapin est qu'il régule assez bien la quantité d'aliment à consommer tant que la température ne dépasse pas 25-26°C. Plusieurs facteurs influent sur les besoins énergétiques des lapines reproductrices dont le plus important est le stade physiologique (Xiccato, 1996). Néanmoins, le rythme de reproduction pratiqué, la parité ainsi que la consommation alimentaire des lapines constituent également des facteurs qui conditionnent, dans une large mesure, les besoins énergétiques des femelles.

Dans une étude réalisée sur des lapines gestantes et allaitantes, Fernandez *et al.* (1995) ont analysé l'effet de deux régimes isoénergétiques divergents de par la teneur en fibres brute (12,1% vs. 19% MS) et la concentration en ADF (acid detergent fibers) (15,3 vs. 24,1% MS). Les deux régimes diffèrent peu en regard du contenu en protéines digestibles (13,8 vs. 15,2% MS). Bien qu'on n'ait pas observé de différences au niveau de la taille et le poids des portées, la production de lait a été augmentée et la mortalité des petits a été réduite, en particulier pendant les 21 premiers jours de lactation, suite à la consommation du régime faible en fibres. Nizza *et al.* (1997) ont observé une augmentation des capacités d'ingestion et lactières des femelles ayant reçu à volonté un aliment très fibreux. Ainsi, l'utilisation d'un aliment très peu énergétique pourrait permettre d'augmenter la capacité d'ingestion des lapines en production.

3.2.1.1.5. Minéraux

Chez les lapines allaitantes, les besoins en calcium et en phosphore sont très importants. L'alimentation phosphocalcique des lapines, pourrait modifier sensiblement leurs performances de reproduction. En effet, un excès (1,13 % / MS) ou une carence (0,54 % / MS) en phosphore entraînent une réduction de la prolificité, tandis qu'un apport excessif de calcium (2,1 % / MS) accroît la proportion des morts nés et réduit le poids des lapereaux sevrés par portée (Lebas et Jouglar, 1984). D'après Assane *et al.* (1994) un rapport calcium phosphore de 1/1 stimule la consommation des lapines gestantes, tandis que celui de 2 /1 améliore la rétention de calcium, augmente la taille des portées et réduit la mortalité à la naissance (Xiccato, 1996). Dans cette étude, l'apport d'une grande quantité de sulfates de cuivre (75 mg pour 450 mg CuSo₄) a été à l'origine d'une augmentation de la digestion alimentaire et d'une réduction de la mortalité des lapereaux. Selon Cheeke (1987) cet oligoélément est capable de protéger les lapereaux des entérotoxémies.

La vitamine A est essentielle pour la croissance et la reproduction. Un excès en cette vitamine réduit l'efficacité de la reproduction et la taille des portées, provoque des effets tératogènes et augmente le taux de mortalité à la naissance (Cheeke *et al.*, 1984 ; Xiccato, 1996). De plus, il accroît le taux d'avortement chez les lapines gestantes. Ces symptômes sont observés même en cas de carence (Lebas, 1989).

La vitamine D est essentielle pour la fixation du calcium. Cependant, l'excès en cette vitamine augmente la mortalité fœtale et provoque la calcification des tissus mous (Lebas, 1989 ; Xiccato, 1996).

Une carence en vitamine E entraîne une dystrophie musculaire ainsi que l'augmentation du taux d'avortements et de la mortalité des lapereaux à la naissance (Lebas, 1989). L'ajout de vitamine C ou E permet une réduction des effets négatifs causés par l'excès de vitamine A (Ismail *et al.*, 1992). Le niveau de vitamine C, qui quoiqu'en faibles quantités, est néanmoins suffisant dans des conditions standard de reproduction, doit être augmenté lors de conditions de stress (Xiccato, 1996).

3.2.1.2. Effet de la source alimentaire et présentation de l'aliment

L'ajout de graisses végétales ou animales en quantités modérées (3 à 5%) semble fournir de bons résultats pratiques dans la nutrition des lapines, parce qu'il permet d'augmenter la concentration d'énergie jusqu'à 11 à 11,5 MJ/kg, sans diminuer la teneur en fibres ou trop élever la concentration de l'amidon (Lebas, 1989). En plus de fournir de l'énergie, les matières grasses peuvent conduire à une augmentation de la digestibilité des autres éléments nutritifs dans l'alimentation et induire une augmentation de l'apport énergétique global, avec des effets positifs sur les conditions corporelles de la lapine et le poids de la portée au sevrage (Partridge *et al.*, 1986 ; Fraga *et al.*, 1989).

Barge *et al.* (1984) ont également noté un effet positif de l'huile de soja sur la production laitière et la viabilité des lapereaux lorsque 2% d'orge sont remplacés poids pour poids par 2% d'huile de soja. Toutefois cet effet ne peut pas être pris en considération faute de distinction de l'effet propre de l'huile de soja de celui de la concentration énergétique de l'aliment (Lebas, 1989).

Enfin, l'effet du diamètre du granulé sur le comportement alimentaire des lapereaux sevrés à 23 jours d'âge, étudié par Gidenne *et al.*, (2003) a fait ressortir une préférence des jeunes sevrés précocement pour le granulé le plus tendre (diamètre de 3,5mm).

3.2.1.3. Effet du mode d'alimentation

Plusieurs travaux ont porté sur les effets des stratégies alimentaires appliquées durant la période d'élevage des jeunes femelles reproductrices sur leurs performances ultérieures. En effet, dans une étude de Lebas (1975) où un régime alimentaire restrictif a été comparé au régime *ad libitum* chez des lapines gestantes, les performances laitières ont été augmentées à la première semaine d'allaitement et une meilleure régularité de la consommation alimentaire a été observée. Rommers (2004), en comparant les performances de jeunes femelles reproductrices (inséminées à 14,5 vs. 17,5 semaines d'âge) rationnées pendant la phase d'engraissement a montré que les meilleures performances lors de la première portée étaient obtenues avec des lapines rationnée et âgées de 17,5 semaines. Ces lapines n'ont pas formé de dépôt de gras excessif, leur consommation alimentaire était élevée à leur première gestation et elles produisaient plus de lait. Dalle Zotte (2009) a étudié l'effet de l'alimentation (*ad libitum* ou rationnée à 80%) des futures reproductrices entre 15 et 23 semaines d'âge (1ère mise bas)

sur les performances et la qualité de viande de leur progéniture. Dans ce modèle, le système d'alimentation n'a pas influencé les performances des lapereaux issus de ces mères, ni leurs carcasses. Seul le GMQ avant le sevrage était plus faible chez les lapereaux dont la mère a reçu l'aliment fibreux à volonté.

Par ailleurs, Cervera *et al.* (2008) ont comparé différentes stratégies alimentaires à partir de 12 semaines d'âge et jusqu'à la 1ère mise bas, incluant l'utilisation d'un aliment classique (C) ou fibreux (F) et un rationnement (R) ou non (L). La restriction alimentaire a affecté le poids des lapines et leur état corporel à la première insémination et à la première mise bas. Cependant, les performances des lapines n'étaient pas affectées. De plus, l'utilisation d'un aliment riche en fibres a réduit le poids vif et le gras périrénal des animaux à l'insémination et à la mise bas.

Gyovais *et al.* (2004) et Bonanno *et al.* (2004) ont observé qu'une restriction alimentaire des futures reproductrices correspondant à 80-85% jusqu'à 75 % d'une alimentation *ad libitum*, avait un effet positif sur les performances de reproduction, le poids des portées et le poids individuel des lapereaux à la troisième semaine. Toutefois, une restriction alimentaire semble être responsable de la diminution des performances de reproduction chez les femelles simultanément gravides et allaitantes et par conséquent, de la réduction du développement et de la viabilité fœtale (Parigi Bini *et al.*, 1992 ; Fortun *et al.*, 1993 ; Fortun et Lebas, 1994 ; Fortun-Lamothe et Bolet, 1995).

Fortun-Lamothe (1998), rapporte qu'un flushing est susceptible d'améliorer la fertilité. A l'inverse, une restriction alimentaire déprime la réceptivité et le poids des portées. Les lapines allaitantes recevant un flushing alimentaire 4 jours avant la saillie sont peu performantes (Maertens, 1998). En revanche, Luzi *et al.* (2001) ont démontré le contraire et selon eux, le flushing énergétique (2% de propylène glycol dans l'eau de boisson) 4 jours avant la saillie améliore la fertilité et la productivité des lapines.

3.2.2. Effet de la température

L'espèce cunicole présente de grandes difficultés d'adaptation à des températures égales ou supérieures à 30°C, ce qui réduit significativement ses aptitudes à se reproduire (Rouvier, 1990 ; Lebas, 1991). En effet, Matheron et Poujardieu (1982) ont constaté qu'à des températures supérieures à 30°C, le taux d'ovulation est réduit de 5%. Lebas *et al.* (1984), expliquent cet effet par la diminution du poids corporel des femelles, entraîné par la baisse du

niveau d'ingestion à cause des températures élevées. D'après Arveux (1988), les fortes chaleurs sont en partie à l'origine de la diminution de la fertilité et de la prolificité. Saleil *et al.* (1998) ont montré, que les meilleurs résultats de fertilité sont obtenus à des températures de 16 °C à 18°C. En revanche, les températures élevées influencent négativement le nombre de nés vivants (6 vs 13). Lebas (1991) a souligné la sensibilité du lapin aux variations thermiques brusques (3 à 5°C maximum entre les températures extrêmes de la journée) ; ainsi des températures entre 16 et 19°C sont recommandées dans le cas des lapines en reproduction et entre 29°C et 30 °C dans les boîtes nids. A une température de 15°C, la production de lait journalière est maximale, en revanche, une diminution de 7,7 g est observée lorsque la température 20°C augmente d'un degré (Papp *et al.*, 1983 *in* Hassan, 2005). Martens et De Groot (1990) ont montré qu'une température ambiante supérieure à 30°C est néfaste pour la production laitière des lapines qui diminue de 9 %. Szendrő *et al.* (1999) ont observé que la production laitière diminue de 29 % lorsque la température s'élève de 23°C à 30°C (Figure 13).

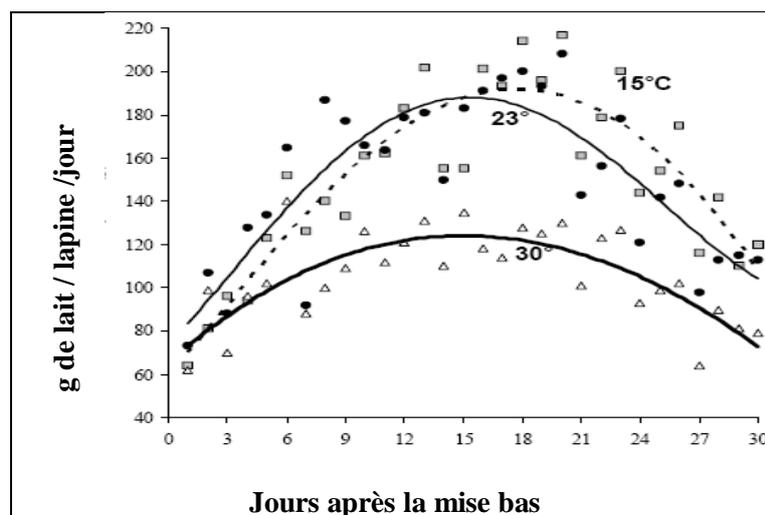


Figure 13: Effet de variation de la température (15°, 23° et 30°C) sur la production laitière des lapines (Szendrő *et al.*, 1999).

3.2.3. Effet de la durée d'éclairage

L'éclairage joue un rôle très important sur la reproduction chez la lapine. Lefèvre et Moret (1978) ont démontré que le gonflement de la vulve suivi de l'apparition des chaleurs peut intervenir rapidement à la suite d'une modification de l'environnement. Ils ont également noté que le déplacement brusque des lapines nullipares des clapiers extérieurs (12 heures d'éclairage) vers des clapiers intérieurs (16 heures d'éclairage) entraîne une acceptation du

mâle significativement plus élevée. L'étude de Theau-Clément *et al.* (1990) sur des lapines Néo-Zélandaises, a confirmé ces résultats. Le passage brutal de 8 heures à 16 heures de lumière par jour une semaine avant la saillie améliore la réceptivité sexuelle et la fertilité, par rapport à un éclairage continu de 16 heures par jour. De même, la réceptivité des lapines au stade 3-5 jours d'allaitement est significativement améliorée par ce traitement lumineux et permet d'augmenter de 30% le nombre de femelles en œstrus.

3.2.4. Effet du rythme de reproduction

Le rythme de reproduction est défini par l'intervalle théorique ménagé entre deux mises bas successives. Plusieurs rythmes sont adoptés : du rythme le plus intensif dit le post partum au rythme extensif en passant par le semi intensif.

3.2.4.1. Le rythme intensif ou post partum

La mise en reproduction est effectuée le même jour de la mise bas et peut aller jusqu'à 4 jours après mise bas. Selon Theau-Clément (1994), la quasi totalité des lapines sont en œstrus à ce moment et acceptent l'accouplement. Ce rythme se pratique dans le but d'obtenir une productivité maximale. Cependant, il induit une diminution de la taille des portées et l'augmentation de la fonte du cheptel (Maertens et Okerman, 1987).

3.2.4.2. Le rythme semi intensif

La mise à la reproduction se fait 10 à 12 jours après la mise bas. Ce rythme est aujourd'hui le plus fréquemment utilisé car il s'accompagne d'une bonne productivité. Toutefois, la réceptivité des lapines est plus faible après le sevrage (Theau-Clément et Roustan, 1992; Theau-Clément, 1994).

3.2.4.3. Le rythme extensif

Dans ce système les femelles sont saillies après le sevrage. La fertilité et la réceptivité sont les plus élevées. Cependant ce rythme est peu adopté car il ne permet qu'une productivité très limitée par unité de temps et n'utilise pas toutes les potentialités de la lapine (Lebas *et al.* 1996).

ETUDE EXPERIMENTALE

1. Objectifs

1. Objectifs

Cette étude fait partie des activités de l'équipe de recherche dirigée par le Professeur N. Zerrouki au niveau du laboratoire Ressources naturelles de l'université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.

Notre travail a pour objectif, d'évaluer les performances lactières des femelles et la croissance pré-sevrage de leurs lapereaux chez deux génotypes de lapins existants en Algérie. Nous nous sommes également intéressés, à l'étude de l'effet de quelques facteurs susceptibles d'influencer ces paramètres au cours de la phase d'allaitement. Ces facteurs sont liés soit à la femelle (parité, type génétique, taille de portée allaitée, poids des mères et des portées...), soit au milieu (alimentation, saison...). De ce fait, notre travail s'articule autour de trois volets :

Le premier volet est consacré à la caractérisation des performances lactières des lapines appartenant à deux types génétiques (population blanche et souche synthétique) ainsi qu'à la croissance péri sevrage des lapereaux. L'influence de quelques facteurs de variation est également étudiée.

Le second volet comporte une étude sur l'effet d'une complémentation alimentaire sur les capacités lactières des femelles. L'objectif en est d'améliorer les aptitudes lactières des lapines via cet apport supplémentaire.

Dans le troisième volet proposé, nous allons voir l'incidence de la taille de portée née et allaitée sur la production lactière des lapines et sur la croissance des lapereaux durant la phase d'allaitement.

Le lieu et les conditions d'expérimentation communs seront présentés dans ce chapitre. En ce qui concerne les protocoles propres à chaque expérimentation, ils seront traités indépendamment.

2. Lieux d'expérimentation et conditions d'élevage

2. Lieux d'expérimentation et conditions d'élevage

2.1. Période et lieu du déroulement de l'expérimentation

L'expérimentation s'est déroulée en deux temps : durant la période allant de mars 2007 jusqu'en août 2008, les expériences ont eu lieu dans une coopérative agricole, localisée dans la région de Ouaguenoune, plus exactement à Djebbla, un village situé à 18 km au nord du chef-lieu de la willaya de Tizi-Ouzou (Figure 14). Durant la période allant du mois d'août 2012 jusqu'en décembre 2013, le travail s'est effectué dans un élevage privé situé dans la région de Tigzirt, plus exactement à Agni Rehan, route de Tifra, village situé à 43km au nord du chef-lieu de la wilaya de Tizi-Ouzou (Figure14). Les deux régions sont caractérisées par un climat méditerranéen, chaud et doux en été, froid et humide en hiver avec une pluviométrie annuelle moyenne de 752 mm.

Nous signalons que les données enregistrées sur les animaux de la population blanche élevés dans la coopérative de Djebbla, durant la période allant de mars 2007 à août 2008 ont permis de constituer une base de données pour notre projet de thèse. L'insertion de cette partie a été faite dans un objectif de déterminer la réponse des lapines de cette population blanche lorsqu'elle est placée dans d'autres conditions d'élevage (changement de localisation du bâtiment d'élevage : de l'élevage de Djebbla vers l'élevage cunicole de Tigzirt) et aussi de confirmer les performances de cette population après plusieurs années de suivis. L'analyse d'une partie des enregistrements obtenus (sur 6 mois de suivi) ont déjà fait l'objet de mon mémoire de Magister encadré par le Pr Berchiche et le Dr Zerrouki.



Figure 14 : Carte de route des lieux d'expérimentation.

2.2. Bâtiments d'élevage

2.2.1. Bâtiment de l'élevage de Djebbla

Les animaux étaient logés dans un bâtiment d'une superficie de 525 m^2 « en dur » avec des ouvertures, des deux côtés du mur, permettant une plus grande pénétration de la lumière naturelle et contenant un système d'aération et des humidificateurs. Le bâtiment comprend 250 cages mères grillagées, disposées en flat-deck sur trois rangées ($58\text{cm} \times 40\text{cm} \times 31\text{cm}$) munies de boîtes à nid en bois. Chaque cage est dotée d'une pipette pour l'eau et d'une mangeoire. L'éclairage artificiel est fixé à 16 heures par jour. Les conditions de température et d'hygrométrie à l'intérieur du clapier ne sont pas contrôlées (Figure 15).



Figure 15 : Vue d'intérieur du bâtiment d'élevage à Djebba.

2.2.2. Bâtiment de l'élevage de Tizirt

Le bâtiment est une infrastructure de 374 m² de superficie. L'aération et l'éclairage naturels sont assurés par cinq petites ouvertures sur un seul côté du mur. Des lampes électriques sont également installées tout au long de la toiture pour assurer un programme lumineux de 16 heures par jour. La toiture est faite d'éternit et un faux plafond est utilisé comme isolant thermique. Le bâtiment est composé de deux salles d'élevage séparées par une interface de stockage d'aliment, l'une pour la maternité et l'autre pour l'engraissement. La maternité possède 200 cages grillagées disposées en flat-deck réparties en deux rangées dont 160 cages mères munies de boîtes à nids métalliques. Chaque cage est dotée d'une pipette pour l'abreuvement et d'une mangeoire commune pour deux cages. (Figure 16).



Figure 16 : Vue d'intérieur du bâtiment d'élevage à Tizirt.

2. 3. Matériel animal

Le cheptel de la coopérative agricole de Djebba, appelé communément population blanche, est issu des programmes de développement de la filière cunicole. En effet, durant les années 1970, l'Algérie a importé quelques individus de lapins de races pures (Néo-Zélandais, Californiens, Fauve de Bourgogne) élevés à la coopérative de Draa Ben Khedda. Dans les années 1980, un autre programme a été lancé. Une importation de l'hybride «Hyplus » commercialisé par Grimaud frères (France) a été initiée. L'absence de renouvellement à partir des lignées parentales, les croisements anarchiques et le remplacement des reproducteurs par des sujets de la population locale algérienne a donné un cheptel hétérogène dont sont issus les animaux de la coopérative agricole. Ces animaux, décrits par les travaux de Zerrouki *et al.* (2007b), présentent une variabilité phénotypique (Figure17). Cependant, la coloration blanche du pelage des lapins est la coloration dominante.

Les animaux présents à la station de Tizirt sont, par contre, de deux types génétiques, la population blanche et la souche synthétique.



Figure 17 : Différents phénotypes des lapines de la population blanche de la station de Djebba.

Les reproducteurs de la souche synthétique (appelée souche ITELV 2006) sont issus d'un croisement entre la population locale et une souche INRA2666 sélectionnée pour sa prolificité (9 lapereaux nés vivants par mise bas et 7,52 sevrés (Gacem *et al.*, 2008)). Cette souche créée en 2003 afin d'améliorer le potentiel génétique des lapins destinés à la production de viande en Algérie (Gacem et Bolet, 2005 ; Gacem *et al.*, 2008), a été maintenue en population fermée au niveau de la station de l'ITELV jusqu'en 2011, puis diffusée auprès des éleveurs, la station de Tigzirt entre autres (Figure 18).



Lapines de population blanche

Lapines de souche synthétique

Figure 18 : Types génétiques de lapines de la station de Tizirt.

2.4. Conduite d'élevage

2.4.1. Alimentation

L'aliment distribué *ad libitum* dans l'élevage de Djebba, est un aliment commercial de type granulé fabriqué au niveau de l'unité de production d'aliment de Bouzaréah (Alger). C'est un aliment unique, distribué à toutes les catégories de lapins (reproducteurs et lapins destinés à l'engraissement). La composition de cet aliment mentionnée sur l'étiquette du sac comprend du maïs, de la luzerne déshydratée, du son de blé, du tourteau de soja et du complément minéral vitaminé.

Dans l'élevage de Tizirt, l'aliment est également un aliment commercial granulé distribué à volonté, fabriqué au niveau de l'unité de production d'aliment de Fréha, willaya de Tizi-Ouzou. Sa composition est similaire à celle donnée précédemment pour l'aliment de Bouzaréah.

L'abreuvement est automatique et fournie à volonté dans les deux élevages.

2.4.2. Conduite de reproduction

La mise en reproduction des femelles se fait en saillie naturelle à l'âge de 3-4 mois en prenant en compte leurs poids qui est en moyenne, à cet âge, de 3069 g pour les lapines de population blanche dans la station de Djebba et de 3102 g dans l'élevage de Tizirt (3127g pour la population blanche et 3067g pour la souche synthétique). Le rythme de reproduction pratiqué dans les deux stations est le semi intensif et consiste à saillir, de nouveau, les femelles 10 à 12 jours après la mise bas.

Les lapines présentant un mauvais état de santé ou refusant la saillie sont éliminées. Afin d'éviter l'effet mâle sur les performances des lapines, ces dernières sont saillies avec les mêmes mâles durant les 3 cycles successifs.

Le diagnostic de gestation se fait par palpation abdominale vers le 9^{ème} au 14^{ème} jour de gestation. Les femelles non gestantes sont immédiatement resaillies. La préparation des boîtes à nid 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 vivants et morts nés) et l'ensemble de ces informations sont notées sur des fiches.

Après la parturition, les femelles ont accès à la boîte à nid une seule fois par 24 heures, le matin et pendant une durée ne dépassant pas les 3 minutes. La production laitière a été estimée à partir de la mesure du poids de la femelle et de la portée avant et après tétée par 2 à 4 mesures par semaine de lactation, en allant de la naissance de la portée jusqu'à 21 jours.

Le sevrage des lapereaux s'effectue au 35^{ème} jour d'âge, ils sont pesés puis transférés dans des cages d'engraissement.

2.4.3. Hygiène et prophylaxie

L'hygiène du bâtiment d'élevage est assurée par un nettoyage et une désinfection du sol, des cages, des mangeoires, des abreuvoirs et des boîtes à nid, ainsi que les supports des cages. Le nettoyage est complété par le passage des cages au chalumeau pour éliminer les poils.

Une fois par an, un vide sanitaire est pratiqué ainsi qu'une vaccination des lapines. En cas de diarrhée isolée, du vinaigre est additionné à l'eau de boisson.

A l'entrée du clapier, un pédiluve est installé pour éviter les contaminations venues de l'extérieur.

3. Expérimentations

**3.1. Caractérisation de la production
laitière des lapines et de la croissance
des lapereaux de deux types
génétiques (population blanche et
souche synthétique)**

3.1. Caractérisation de la production laitière des lapines et de la croissance des lapereaux de deux types génétiques (population blanche et souche synthétique)

Durant les trois premières semaines suivant la mise bas, les lapereaux se nourrissent exclusivement de lait maternel. La viabilité des jeunes lapereaux entre la naissance et le sevrage dépend de la capacité laitière de la mère, d'une part, mais aussi de leur poids à la naissance et de la taille de portée dont ils sont issus (Toms *et al.*, 1979; Lukefahr *et al.*, 1983; McNitt et Lukefahr, 1990).

La première étude concernant l'estimation de la production laitière des lapines de la population locale algérienne (Zerrouki *et al.*, 2005) a confirmé que la quantité de lait produite par les lapines pendant la lactation et la quantité de lait consommée par les lapereaux varient avec le nombre de lapereaux présents sous la mère comme il a été décrit précédemment pour d'autres génotypes (Lebas, 1969; Lukefahr *et al.*, 1983). Gacem *et al.* (2009) ont décrit des poids moyens ainsi que des tailles de portées plus importants chez les femelles de la population blanche algérienne (3434g et 6,09) par rapport aux femelles de la population locale (3278 g et 5,40). Cet effet, pourrait être lié à une meilleure capacité de production laitière de ces lapines.

A partir de l'année 2003, une nouvelle souche de lapin appelée ITELV 2006 ou souche synthétique a été développée pour améliorer le potentiel génétique des lapins destinés à la production de viande en Algérie (Gacem et Bolet, 2005). Cette souche est issue d'un croisement entre la population locale et la souche INRA 2666, réputée pour sa prolificité et son poids adulte meilleur.

Ainsi, compte tenu de tous ces éléments, il nous a semblé intéressant d'évaluer la capacité laitière de cette souche synthétique en comparaison avec la population blanche et d'estimer l'effet de la quantité de lait produite par les mères sur la croissance de leurs lapereaux pendant les 21 premiers jours de lactation.

3.1.1. Protocole expérimental

Au total, 380 lapines de deux génotypes ont été suivies dans deux élevages cunicoles (la coopérative de Djebba et le clapier commercial privé de Tigzirt). Pour plus de simplification

nous désignerons ces élevages par le mot « station » (station de Djebbla et station de Tigzirt). A la station de Djebbla, les performances de 197 lapines de population blanche et de 324 portées ont été enregistrées de mars 2007 à Août 2008. A la station de Tigzirt, durant la période allant de Septembre 2012 à Décembre 2013, deux génotypes ont fait l'objet de notre étude (82 lapines de population blanche et 77 lapines de souche synthétique dont sont issus 116 portées blanches ainsi que 103 portées de souche synthétique).

3.1.1.1. Contrôles effectués

Les lapines ont été suivies durant 3 cycles de reproduction successifs, de la saillie jusqu'au sevrage de leur portées. Elles ont été identifiées et tatouées à l'aide d'une pince à tatouer. Différentes fiches techniques où sont portées toutes les observations faites au cours des manipulations sont établies. Une fiche de reproduction individuelle, caractéristique de chaque femelle, où sont enregistrées toutes les informations relatives à la saillie, à la palpation, à la mise bas et au sevrage et des fiches regroupant la consommation et la production laitière, sont également dressées.

Les différents contrôles effectués durant la période d'expérimentation pour chaque paramètre (la reproduction, estimation de la production laitière et la croissance des lapereaux) sont résumés dans les figures suivantes (Figures 19 et 20).

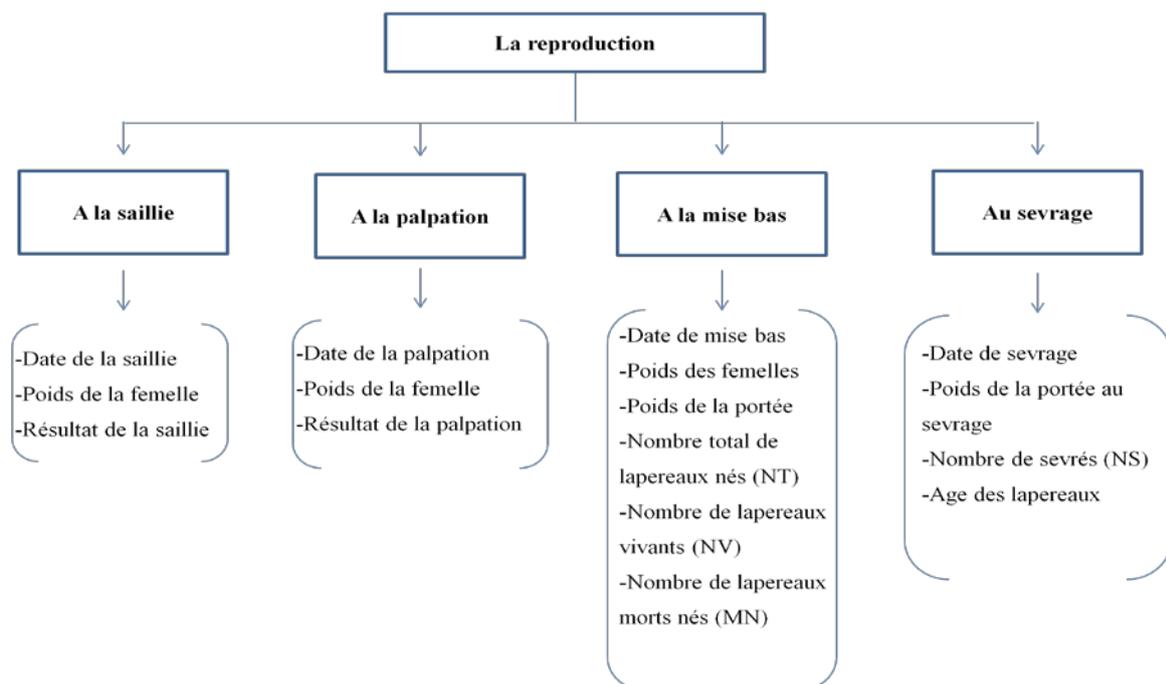


Figure 19 : Contrôles effectués pour les paramètres de reproduction.

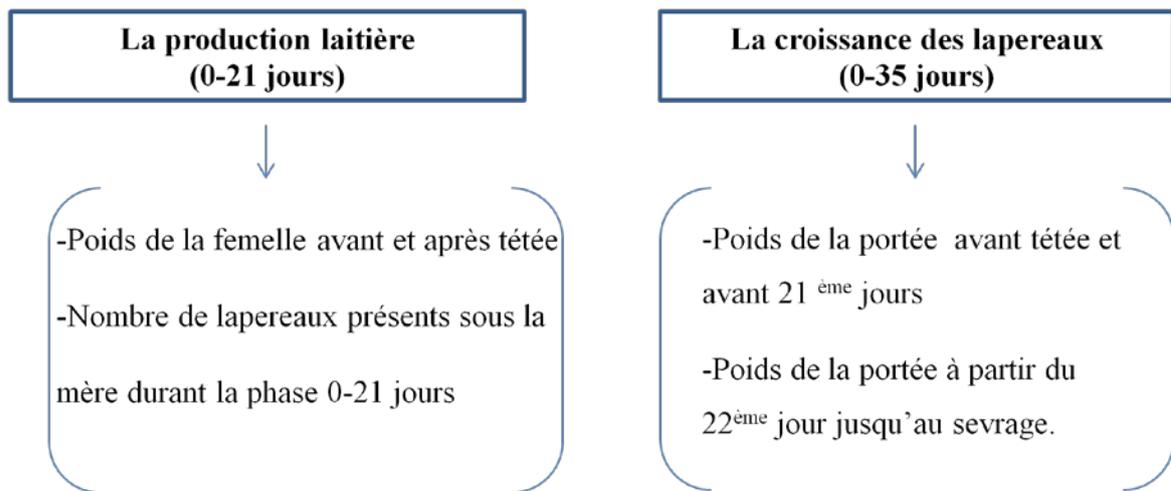


Figure 20 : Contrôles effectués pour les paramètres de la production laitière et la croissance des lapereaux.

3.1.1.2. Variables calculées et analysées

3.1.1.2.1. Production laitière

- La quantité de lait produite (g) par jour peut être estimée soit par la mesure du poids des portées avant et après tétée ou bien par la mesure du poids des mères avant et après la tétée.
- La quantité de lait produite (g) par semaine et en 21 jours d'allaitement.
- Le nombre moyen de lapereaux allaités durant la période d'allaitement (0 à 21 jours).
- La consommation moyenne de lait par jour, par portée et par lapereau en g/jour.

3.1.1.2.2. Croissance des lapereaux sous la mère

- Le poids total (g) de la portée à la naissance (PPN) et au sevrage (PPS).
- Le poids moyen des lapereaux à la naissance jusqu'au sevrage (PMS).

$$\text{Poids moyen (PM)} : P_{mi} = P_{Pi} / N_{Vi}$$

- Le gain moyen quotidien de (0 -35 jours) (g/jour).

$$\text{Gains moyens quotidiens (GMQ)} : GMQ = P_m(i) - P_m(i-1)$$

(i = semaine 1,, semaine 5)

3.1.1.3. Effets considérés

Dans nos analyses, nous avons considéré les résultats liés aux effets : « semaine d'allaitement », « type génétique », « station d'élevage », « parité », « poids des lapines », et enfin « nombre de lapereaux allaités ».

3.1.1.3.1. Effet semaine d'allaitement

Trois périodes ont été définies pour la production laitière : semaine1, semaine2 et semaine 3, ainsi que cinq stades pour l'analyse de la croissance des lapereaux : 7jours, 14jours, 21jours, 28jours, 35jours qui correspond au jour du sevrage.

Pour l'analyse des gains moyens quotidiens, nous avons rajouté dans ce modèle l'effet fixé de l'âge des lapereaux en semaine (5 niveaux : semaine 1 : J0-J7, semaine 2 : J8-J14, semaine 3 : J15-J21, semaine 4 : J22-J28 et semaine 5 : J29-J35)

3.1.1.3.2. Effet type génétique

Deux niveaux : la population blanche et la souche synthétique.

3.1.1.3.3. Effet station d'élevage

Deux niveaux : station de Djebbla et station de Tizirt. Pour cet effet, seulement la population blanche est prise en considération pour cause de l'absence de la souche synthétique dans la station de Djebbla.

3.1.1.3.4. Effet parité

L'ordre de portée est défini suivant quatre niveaux :

- Parité 1 (femelles ayant déjà fait une seule mise bas).
- Parité 2 (femelles ayant fait deux mises bas).
- Parité 3 et 4 (femelles ayant déjà fait trois et quatre mises bas).
- Parité 5&+ (femelle ayant fait cinq mises bas et plus).

3.1.1.3.5. Effet nombre de lapereaux allaités

Le nombre de lapereaux allaités est défini suivant 10 niveaux : 1 lapereau ; 2 lapereaux ; 3 lapereaux ; 4 lapereaux ; 5 lapereaux ; 6 lapereaux ; 7 lapereaux ; 8 lapereaux ; 9 lapereaux et 10 lapereaux.

3.1.1.3.6. Effet poids des lapines

En prenant le poids des lapines au 7^{ème} jour de lactation, cinq classes ont été définies :

- Classe des lapines ayant un poids ≤ 3000 g.
- Classe des lapines ayant un poids [3001-3250].
- Classe des lapines ayant un poids [3251-3500].
- Classe des lapines ayant un poids [3501-3750].
- Classe des lapines ayant un poids ≥ 3751 .

3.1.1.4. Traitements statistiques

L'ensemble des variables a été analysé en utilisant des modèles d'analyse de variance à effets fixés avec la procédure GLM (General Linear Model, bibliothèque SAS /STAT, version 8, 2000).

Les résultats obtenus sont présentés sous forme de tableaux et de graphes. Les présentations graphiques sont réalisées à l'aide de Microsoft Excel 2010. Les significations statistiques sont notées :

- ns : non significatif;
- * : significatif au seuil de 5 p100;
- ** : significatif au seuil de 1 p 100 ;
- *** : significatif au seuil de 1 p mille.

Quand l'effet est globalement significatif, les moyennes sont comparées 2 à 2 par un test de Student. Les moyennes significativement différentes au seuil de 5% sont suivies de lettres différentes (^a, ^{ab}, ^b, ^c, ...).

3.1.2. Résultats et discussion

Dans la suite du manuscrit, nous présenterons en premier lieu les résultats de la production laitière des lapines et les facteurs de variation. En second lieu seront exposés la croissance des lapereaux ainsi que les facteurs de variation.

3.1.2.1. Analyse de l'aliment commercial distribué dans les deux stations

Les résultats de l'analyse de la composition chimique de l'aliment commercial distribué aux lapines reproductrices dans les deux stations pendant la durée de nos suivis sont présentés dans le Tableau 6. Ces analyses révèlent une teneur en protéines et en cellulose brute plus élevée dans l'aliment de Djebba par rapport à celui de Tizirt (15,75 vs. 14,7) pour les protéines et (10,79 vs. 8,6 pour les fibres. Toutefois ces taux sont nettement inférieurs aux normes recommandées pour les lapines reproductrices conduite en élevage semi intensif qui sont de 17 à 17,5% de protéines et 12 à 13% de cellulose brute (Lebas, 2004). Le rapport calcium/phosphore est meilleur dans l'aliment distribué à Tizirt, mais les proportions restent tout de même inférieures aux recommandations de Lebas (2004) qui préconise un taux de calcium de 1,2% et de phosphore de 0,6%.

Tableau 6: Composition chimique de l'aliment commercial distribué dans les élevages de Djebba et Tizirt.

Composition chimique (% MS)	Aliment commercial à Djebba	Aliment commercial à Tizirt
Matière sèche	87,40	88,97
Matière minérale	5,63	6,8
Matière organique	94,37	90,3
Protéine brute	15,75	14,7
Cellulose brute	10,79	8,6
Energie brute (Kcal/Kg)	-	4010
Calcium	0,53	0,81
Phosphore	0,5	0,45

(Laboratoire central de BABA Ali (ITELV) (Laboratoire INRA de Toulouse)

C'est dans ces conditions d'alimentation que nous avons évalué les performances laitières des lapines ainsi que la croissance péri sevrage des lapereaux dans deux élevages cynicoles et chez deux types génétiques.

3.1.2.2. Performances laitières des lapines

3.1.2.2.1. Production laitière des lapines élevées dans la station de Djebba

Les performances de l'ensemble des lapines de la population blanche suivies dans la station de Djebba sont regroupées dans le Tableau 7.

Tableau 7 : Production laitière des lapines, globalement et par lapereau, nombre de nés vivants, poids des portées à la naissance et poids des lapines sur la période 0-21 jours (moyennes estimées, écarts types résiduels et coefficients de variation).

	N	Moyenne±écart-type	Coefficient de variation (%)
Production journalière moyenne de lait(g)			
Semaine 1	324	87,29 ± 45,26	52
Semaine 2	324	110,47 ± 53,44	48
Semaine 3	324	130,95 ± 56,43	43
0-21 jours	324	109,57 ± 41,90	38
Nombre moyen de lapereaux allaités			
Semaine 1	324	6,61 ± 2,62	40
Semaine 2	324	6,20 ± 2,33	38
Semaine 3	324	6,08 ± 2,31	38
0-21 jours	324	6,30 ± 2,34	37
Consommation moyenne de lait par lapereau/jour (g/jour)			
Semaine 1	324	14,14 ± 6,82	48
Semaine 2	324	19,20 ± 9,66	50
Semaine 3	324	23,43 ± 11,64	50
0-21 jours	324	18,92 ± 7,33	39
Poids des portées et du lapereau à la naissance			
Nés vivants	324	6,89 ± 2,61	38
Poids portée	324	402,56 ± 153,27	38
Poids lapereau	324	60,28 ± 15,03	25
Poids moyens des lapines (g)			
Mise bas	324	3301,25 ± 191,01	6
Semaine1	324	3308,57 ± 121,98	4
Semaine2	324	3313,24 ± 124,95	4
Semaine3	324	3362,40 ± 180,98	5

Sur le total de 324 observations, la production laitière totale des lapines élevées à Djebba est de 2301g pour la période 0-21 jours avec une production moyenne journalière de 109,57g et un poids adulte moyen de 3321,30g. Le nombre moyen de nés vivants est de 6,89 lapereaux avec un poids moyen à la naissance de 60,28g. Le nombre moyen de lapereaux allaités en 21 jours par femelle est de 6,30 lapereaux (Tableau 7). Du fait de la mortalité, le nombre de lapereaux diminue au cours de la période observée (6,61 lapereaux pendant la première semaine contre 6,2 et 6,08 à la deuxième et troisième semaines).

La consommation de lait augmente avec l'âge des lapereaux : elle passe de 14g par lapereau la première semaine à 19g la deuxième avant d'atteindre une moyenne de 23g la troisième semaine (Tableau 7). Cette augmentation rejoint les observations rapportées par Rödel (données personnelles *in* Coureaud *et al.* (2008)) qui constate que la quantité de lait ingérée par tétée augmente rapidement et fortement avec l'âge. Ainsi, la prise de lait passe de moins de 5 g/lapereau à J1, à plus de 15 g/j à J17. Coureaud *et al.* (2008) enregistrent, aussi, une consommation de 5-10 g/j à la naissance jusqu'à environ 30 g/j à J20-25.

3.2.2.2.2. Production laitière des lapines élevées dans la station de Tigzirt

A la station de Tigzirt deux génotypes de lapines ont été suivis (la population blanche (PB) et la souche synthétique (SS)). Les performances des femelles de tout le cheptel sont présentées dans le (Tableau 8).

Tableau 8 : Production laitière des lapines, globalement et par lapereau, nombre de nés vivants, poids des portées à la naissance et poids des lapines sur la période 0-21 jours (moyennes estimées, écarts types résiduels et coefficients de variation).

	N	Moyenne± écart-type	Coefficient de variation(%)
Production journalière moyenne de lait(g)			
Semaine 1	219	113,24±37,52	33
Semaine 2	219	151,94±55,09	36
Semaine 3	219	177,37±51,92	29
0-21 jours	219	147,51±34,86	24
Nombre moyen de lapereaux allaités			
Semaine 1	219	8,33 ±2,04	24
Semaine 2	219	7,80 ±1,75	22
Semaine 3	219	7,62 ±1,76	23
0-21 jours	219	7,92±1,74	22
Consommation moyenne de lait par lapereau/jour (g/jour)			
Semaine 1	219	14,11±4,69	33
Semaine 2	219	20,03±7,33	37
Semaine 3	219	24,23±7,99	33
0-21 jours	219	19,46±4,80	25
Poids de la portée et poids moyen du lapereau à la naissance			
Nés vivants	219	9,15±3,00	33
Poids portée	219	466,09±115,76	29
Poids moyen	219	53,45±11,73	22
Poids moyens des lapines (g)			
Mise bas	219	3229,86±305,23	9
Semaine 1	219	3279,66±319,26	10
Semaine 2	219	3353,78±337,95	10
Semaine 3	219	3336,48±369,04	11

Les résultats de l'analyse de la quantité totale de lait produite par l'ensemble des lapines élevées à Tizirt (population blanche et souche synthétique) est de 3098g avec une moyenne journalière de 147,51g et un poids moyen adulte de 3300g. Ces femelles ont un nombre moyen de nés vivants de 9,15 lapereaux avec un poids moyen à la naissance de 53,45g. Pendant la période 0-21jours, le nombre de lapereaux allaités décroît avec les semaines d'allaitement en raison de la mortalité, pour atteindre un nombre de lapereaux allaités moyen seulement de 7,62 lapereaux à la troisième semaine. La consommation moyenne de lait en revanche croît de 10,12g de la première à la troisième semaine d'allaitement.

3.1.2.3. Facteurs de variation des performances laitières

Dans cette étude, nous nous sommes intéressés à quelques facteurs de variation des performances laitières des lapines et de la consommation de lait par les lapereaux. En occurrence, les effets de la station d'élevage, du génotype des lapines, de l'ordre de portée, du poids des lapines et enfin du nombre de lapereaux allaités.

3.1.2.3.1. Effet station d'élevage

Les mesures prises en considération dans cette analyse concernent uniquement la population blanche car la souche synthétique n'a jamais été introduite à Djebbla. Cependant, il est nécessaire de signaler que les mesures réalisées pour ces femelles ne sont pas contemporaines (Djebbla : d'Avril 2007 à Août 2008 et Tizirt : de Septembre 2012 à Décembre 2013).

3.1.2.3.1.1. Effet station d'élevage sur la production laitière des lapines

Le modèle d'analyse montre un effet hautement significatif ($P=0,0010$) de la station d'élevage sur la production laitière moyenne des lapines pendant les 21 premiers jours de lactation. En effet, la quantité de lait produite à la station de Tizirt est nettement supérieure que celle obtenue dans le clapier de Djebbla ($147,26 \pm 5,18$ vs. $126,39 \pm 3,54$) respectivement.

La différence de quantité de lait produite par semaine d'allaitement est également statistiquement significative ; elle est plus élevée dans l'élevage de Tizirt par rapport à celle de Djebbla ($P=0,0044$; $0,0042$; $0,0299$) respectivement pour la première, deuxième et troisième semaine. L'écart de production est de 20g à la première semaine, de 24g à la deuxième semaine et de 19g à la troisième semaine (Figure 21).

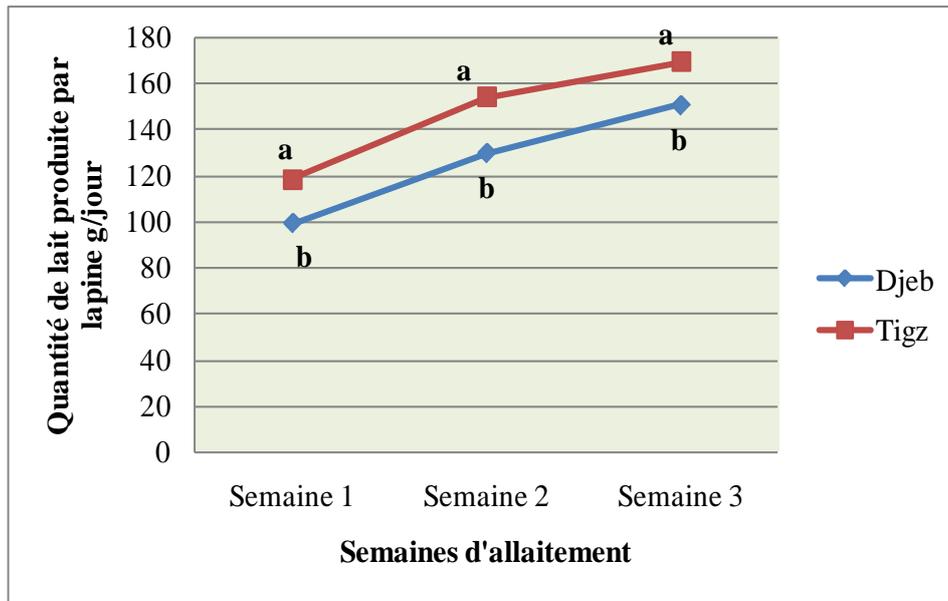


Figure 21 : Evolution de la production laitière des lapines de la population blanche en fonction de la station d'élevage.

L'évolution des effectifs de la naissance jusqu'au 21^{ème} jour de lactation est représentée dans la Figure 22. L'effet de la station d'élevage est significatif sur toute cette période (0-21jour) en faveur de l'élevage de Tizirt avec $8,19 \pm 0,35$ vs. $7,12 \pm 0,24$ nés vivants. Dans l'élevage de Djebbla, ce nombre n'est que de $7,12 \pm 0,24$. L'écart est donc d'environ +1,07 lapereaux. Ainsi, durant la période d'allaitement, le nombre de lapereaux allaités décroît avec les semaines d'allaitement mais la supériorité numérique reste apparente dans l'élevage de Tizirt par rapport à celui de Djebbla ($7,70 \pm 0,30$ vs. $6,81 \pm 0,20$ à la première semaine ; $7,33 \pm 0,26$ vs. $6,45 \pm 0,18$ à la deuxième et $7,16 \pm 0,25$ vs. $6,41 \pm 0,17$ à la troisième semaine). En revanche, la quantité de lait disponible pour chaque lapereau ne semble pas être affectée par la station de l'élevage.

L'augmentation du nombre de lapereaux allaités à la station de Tizirt a induit une augmentation proportionnelle de la quantité de lait produite par les lapines sans modification de la quantité de lait disponible par le lapereau. Cependant, il est nécessaire de signaler que les mesures réalisées pour ces femelles ne sont pas contemporaines (Djebbla : d'Avril 2007 à Août 2008 et Tizirt : de Septembre 2012 à Décembre 2013).

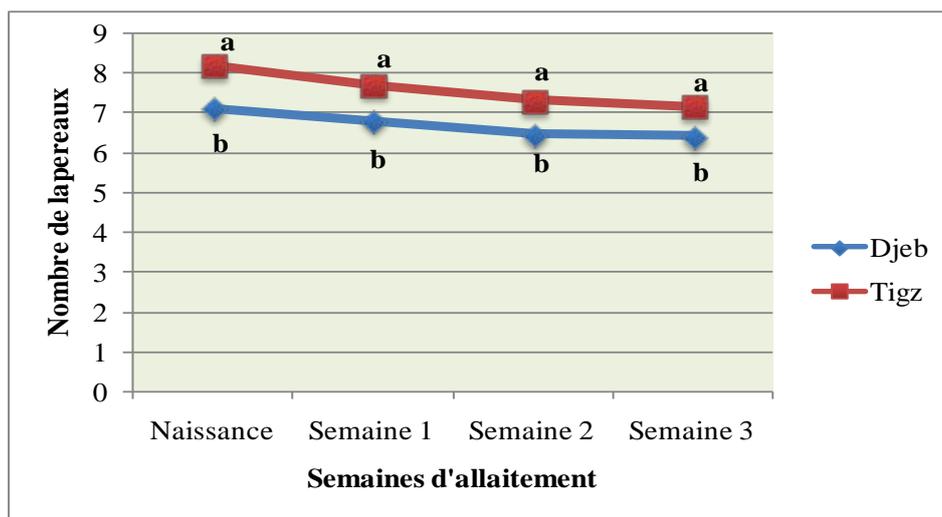


Figure 22 : Evolution du nombre de lapereaux de la naissance à 21 jours d'âge.

3.1.2.3.1.2. Effet station d'élevage sur le poids des lapines

Hormis à la deuxième semaine de lactation, le poids des lapines de la population blanche est significativement différent selon la station d'élevage durant toute la phase d'allaitement strict (Tableau 9). Les lapines blanches de l'élevage de Djebbla semblent avoir un poids plus élevé que celui des femelles de Tigzirt avec des écarts de 138g à la mise bas, 125 g à la première semaine et 124g à la troisième semaine de lactation. Ceci pourrait être expliqué par le nombre de femelles multipares plus important dans la station de Djebbla par rapport à la station de Tigzirt. Cela se traduit par un dépôt de gras plus important chez ces femelles induisant ainsi une chute de la production laitière des femelles dans cette station.

Tableau 9 : Poids des lapines de la population blanche durant la phase d'allaitement (0-21jours).

Stades	Stations	Nombre d'observation	Poids moyen des lapines	Prob.Stat
Mise bas	Djebbla	170	3400,32 ± 29,42 ^a	0,0085
	Tigzirt	82	3262,06 ± 43,01 ^b	
Semaine 1	Djebbla	170	3405,62 ± 28,44 ^a	0,0140
	Tigzirt	82	3280,91 ± 41,57 ^b	
Semaine 2	Djebbla	170	3391,00 ± 29,81	0,3834
	Tigzirt	82	3344,89 ± 43,57	
Semaine 3	Djebbla	170	3455,58 ± 32,80 ^a	0,0340
	Tigzirt	82	3331,73 ± 47,95 ^b	

a,b,c: dans une ligne et pour une variable donnée, les moyennes affectées de lettres différentes sont significativement différentes ($P < 0,05$).

3.1.2.3.2. Effet type génétique

La comparaison des performances laitières et des performances de croissance des lapereaux entre les deux types génétiques n'a été faite que sur les lapines élevées dans la station de Tizirt.

3.1.2.3.2. 1. Effet génétique sur les performances laitières des lapines

L'effet du génotype des lapines sur la production laitière des lapines, le nombre de lapereaux allaité et la consommation de lait par lapereau est présenté dans le Tableau 10.

Tableau 10 : Effet du type génétique sur la production laitière journalière des lapines (globalement et par lapereau) et le nombre de lapereaux allaité (moyennes estimées \pm erreur standard, nombre d'observation entre parenthèse).

Période	Gén.	Production journalière moyenne de lait (g)	Prob. Stat.	Nombre moyen de lapereaux allaités	Prob. Stat.	Consommation moyenne de lait par lapereau/jour (g)	Prob. Stat.
0-21 jours	B	143,09 \pm 3,33 (116)	0,3411	7,47 \pm 0,17 ^a (116)	0,0124	19,94 \pm 0,45 (116)	0,2319
	S	148,38 \pm 4,42 (103)		8,18 \pm 0,22 ^b (103)		19,02 \pm 0,60 (103)	

a,b,c: dans une ligne et pour une variable donnée, les moyennes affectées de lettres différentes sont significativement différentes ($P < 0,05$).

Au cours de la période 0-21 jours, malgré un nombre moyen de lapereaux allaités plus élevé ($P = 0,0124$) chez la souche synthétique par rapport à la population blanche (+ 0,71 lapereaux), aucun effet significatif du génotype n'a été enregistré sur la production journalière moyenne de lait des lapines (Tableau 10) qui est de l'ordre de 143,09g vs. 148,38g respectivement pour la PB et SS. Les consommations moyennes de lait par lapereau sont également similaires entre les deux types génétiques (19,94g/j pour la PB vs. 19,02g/j pour la SS, $P = 0,2319$).

L'analyse portée sur la quantité de lait produite en fonction des semaines d'allaitement chez les deux génotypes, révèle des différences non significatives à la première et à la deuxième semaine de lactation. En revanche à la troisième semaine qui correspond généralement à la période où le pic de lactation est observé, un effet hautement significatif ($P = 0,0098$) est noté. La production laitière supérieure chez la souche synthétique est enregistrée avec une moyenne de 190,56 \pm 6,59g contre une valeur de 169,04 \pm 4,96g dans la population blanche (Figure 23).

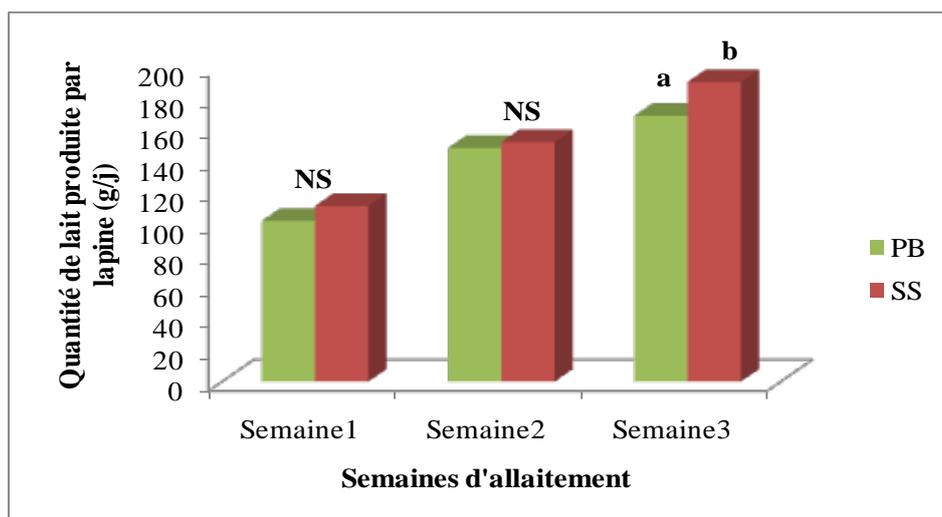


Figure 23 : Evolution de la production laitière des lapines en fonction du type génétique (PB : population blanche ; SS : Souche synthétique).

La production totale par semaine dans la population blanche est de 715,47g, 1039,57g et 1183,28g, respectivement pour la première, deuxième et troisième semaine, ce qui correspond à une production totale de 3005g pour la période d'allaitement 0-21jours. La souche synthétique présente quant à elle une production de 782,11g à la première semaine, de 1066,66g à la deuxième semaine et de 1333,92g à la troisième semaine totalisant une quantité de 3116g de lait.

La comparaison de la production laitière totale des deux génotypes étudiés avec celles enregistrées dans des travaux antérieurs, situe nos résultats au-dessus de ceux rapportés par Zerrouki *et al.* (2005) et Moumen *et al.* (2009) sur la population locale (respectivement de 2180g et 2209,5g). Nos résultats sont aussi supérieurs à ceux enregistrés par Khalil (1998) sur les femelles Baladi Red (2150g), Baladi Black (2180g) et Giza White (2640g) ainsi que ceux rapportés par Fajemilehin *et al.* (2013) sur la population commerciale nigériane (2145g). Nos résultats sont toutefois proches de ceux obtenus par Kenfack *et al.* (2015) qui sont de 2898g sur la lapine locale camerounaise d'un poids moyen de 3,4 kg. La production laitière des lapines élevées dans nos conditions demeure relativement faible par rapport à celle enregistrée sur les souches européennes, quelque soit le type génétique considéré. En effet, Fortun-Lamothe et Sabater (2003) rapportent par exemple une valeur de 5300g de lait en 21 jours pour des lapines croisées INRA. Xiccato *et al.* (2005) enregistrent également une production d'une valeur de 5417g sur des lapines du même type génétique.

L'étude de l'évolution des effectifs durant la période d'allaitement exclusif (0-21jours) montre des effets significatifs en faveur de la SS. En effet, le nombre de nés vivants chez cette souche est de 9,5 lapereaux contre 8,58 lapereaux chez la PB. Cette supériorité est également observée par Gacem *et al.* (2009) chez la SS par rapport à la PB.

Le nombre de lapereaux allaités demeure plus élevé chez la SS à la première semaine avec (+0,6 lapereau ; $P=0,0575$), à la deuxième (+0,7 lapereau ; $P= 0,014$) ainsi qu'à la troisième semaine de lactation avec (+0,8 lapereau ; $P= 0,0066$) (Figure 24). Ce dernier écart étant le plus important, il pourrait expliquer la différence hautement significative de la production laitière en faveur des lapines de la SS à cette période.

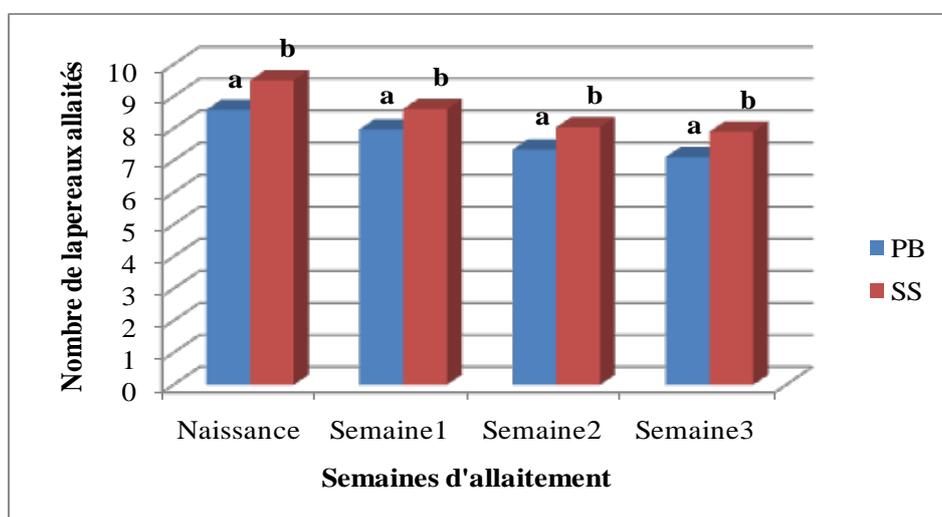


Figure 24 : Evolution des effectifs au cours de la période d'allaitement en fonction du type génétique.

L'analyse de la quantité moyenne de lait consommé par semaine (Figure 25) montre une différence hautement significative ($P=0,0015$) observée à la première semaine d'allaitement. En effet, la quantité de lait disponible par lapereau chez la PB est supérieure à celle des lapereaux de la SS (14,69 g/j vs. 12,29 g/j). Ceci pourrait être lié au nombre de lapereaux supérieur chez la SS, ce qui implique une quantité disponible inférieure chez les lapereaux de cette souche. Toutefois, cette influence disparaît dans les deux semaines suivantes. La quantité de lait consommée est similaire chez les deux génotypes (20,76 g/j vs. 19,43 g/j à la deuxième semaine et 24,36 g/j vs. 25,35 g/j à la fin de la lactation), respectivement pour la PB et la SS.

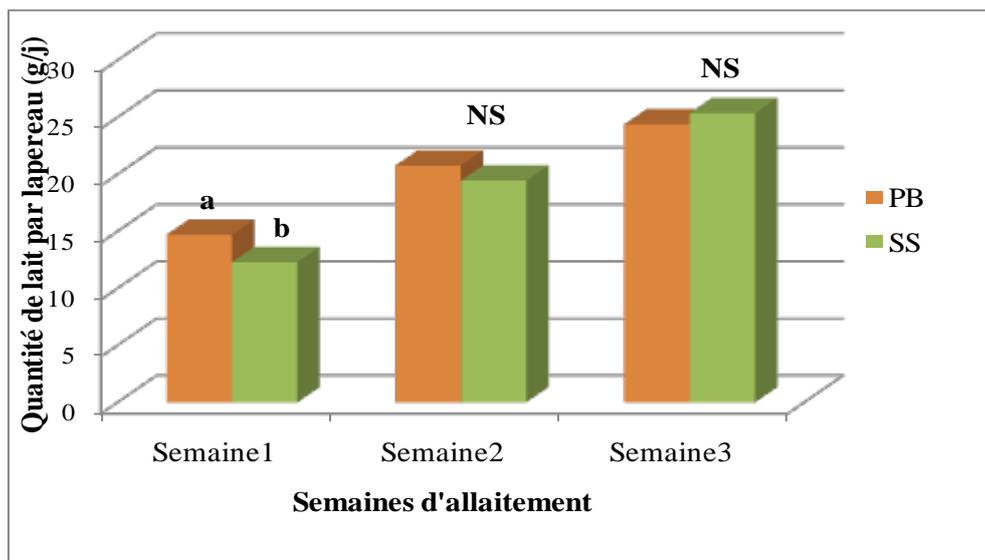


Figure 25 : Quantité de lait par lapereau au cours de la période d'allaitement en fonction du type génétique.

3.1.2.3.2.2. Effet génétique sur le poids des lapines

L'évolution du poids des lapines de la mise bas jusqu'à la troisième semaine d'allaitement est présenté dans la Figure 26.

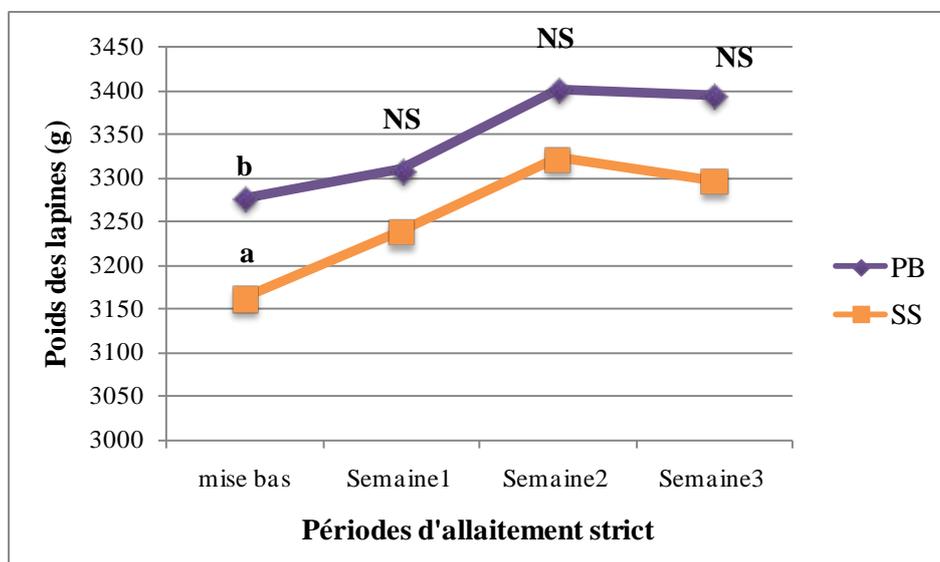


Figure 26 : Evolution du poids des lapines durant la phase d'allaitement en fonction du type génétique.

Durant toute cette période, le modèle d'analyse ne montre aucune différence significative du poids des lapines des deux types génétiques. Cependant, à la mise bas le poids des femelles de

la population blanche et très significativement plus élevé (3277,32g vs. 3163,18g ; $P=0,0196$).

3.1.2.3.3. Effet parité

3.1.2.3.3.1. Effet parité sur les performances laitière de lapines

L'analyse de variance a permis de mettre en évidence une influence significative de la parité des lapines à la première semaine d'allaitement sur la quantité de lait produite par jour ($P=0,0001$), sur le nombre moyen de lapereaux allaités ($P=0,0223$) et la consommation de lait par lapereau et par jour ($P=0,0049$) (Figures 27, 28, 29).

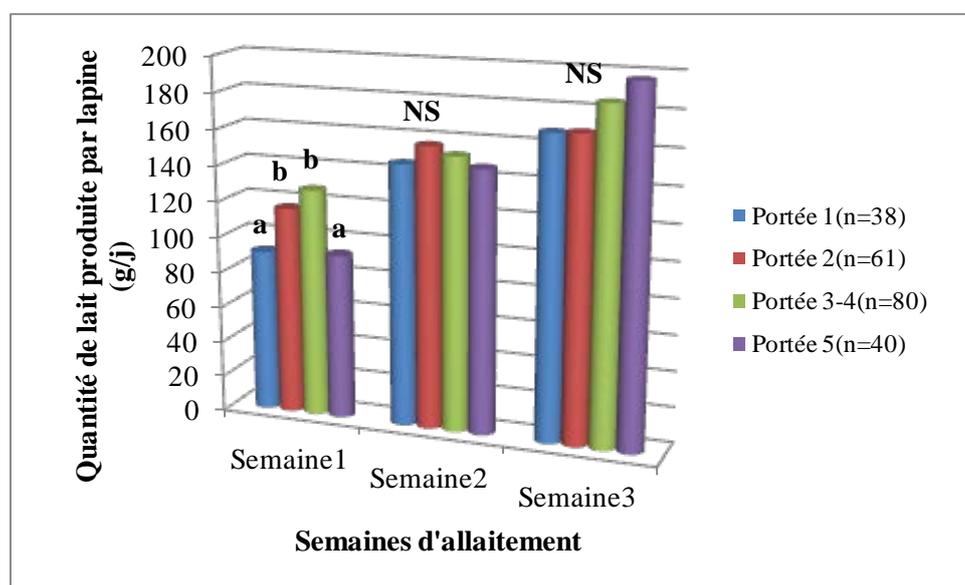


Figure 27 : Evolution de la production laitière des lapines en fonction de la parité

La quantité de lait produite par les femelles à la deuxième parité ainsi qu'à la troisième et quatrième regroupées ensemble est plus élevée (116g et 128g) que celle des primipares (91g) et celles ayant plus de cinq portée (93g). De ce fait, l'écart de production laitière enregistré durant la parité 2 et la parité (3 et 4) est de +27% et +41%, respectivement par rapport à la première parité (Figure 27). Nos résultats confirment ceux de McNitt et Lukefahr (1990) qui soulignent que la production laitière des lapines augmente de manière curvilinéaire avec la parité ainsi que ceux rapportés par Pascual *et al.* (1999), Xiccato *et al.* (2004) et Maertens *et al.* (2006a). En revanche, les écarts de production obtenus chez nos lapines sont supérieurs à ceux rapportés par ces auteurs. En effet, Pascual *et al.* (1999) ont constaté une augmentation de la production laitière beaucoup plus modeste (+3,6%) entre les animaux primipares et

multipares. Xiccato *et al.* (2004) enregistrent également un écart de production durant la deuxième et la troisième parité seulement de +8% et +10% respectivement par rapport à la première parité. Maertens *et al.* (2006a) ont aussi déterminé une hausse de la production de 19,9% entre la première et la deuxième lactation.

Le nombre de lapereaux allaités est également significativement plus élevé chez les lapines secondipares (8,54 lapereaux allaités) et multipares (3et4 portées) avec 8,62 lapereaux (Figure 28). La consommation par lapereau suit également la même tendance : elle est plus élevée chez les lapereaux issus des femelles de la deuxième parité, ainsi que ceux issus des lapines de la troisième et quatrième portée (Figure 29).

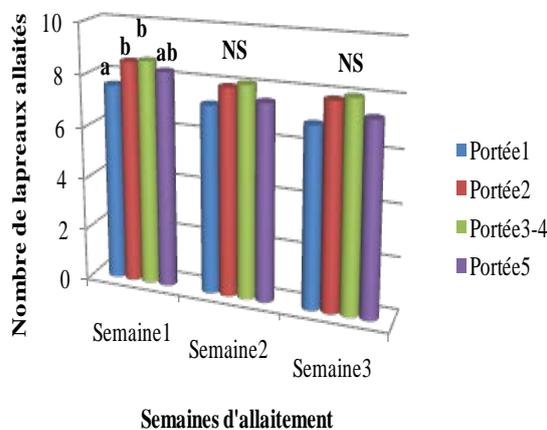


Figure 28 : Evolution du nombre de lapereaux allaités en fonction de la parité.

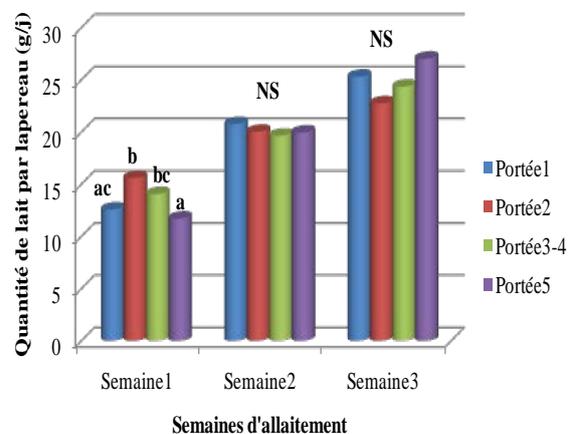


Figure 29 : Evolution de la quantité de lait consommée par lapereau en fonction de la parité.

Dans notre étude l'augmentation de la production laitière avec la parité pourrait être liée au nombre de lapereaux allaités qui augmente également d'un rang de mise bas à un autre mais qui décroît à la cinquième portée. En revanche, selon Pascual *et al.* (1999) et Xiccato *et al.* (2004), qui dans leurs études tiennent compte de la différence de taille de la portée, cette augmentation de la production de lait peut être attribuée à une réponse à un poids vif supérieur ainsi qu'à une meilleure capacité d'ingestion chez les lapines multipares. De plus, les lapines primipares doivent faire face d'une part, aux dépenses énergétiques nécessaires à la lactation et éventuellement la gestation et, d'autre part, aux besoins de croissance dans la mesure où elles n'ont pas encore atteint leur poids adulte (Parigi-Bini et Xiccato, 1998).

3.1.2.3.3.2. Effet parité sur le poids des lapines

Le poids des lapines est significativement différent d'une parité à l'autre et augmente avec les semaines d'allaitement ($P= 0,041$; $0,0431$ et $0,0489$, respectivement à la mise bas, à la première semaine et à la deuxième semaine d'allaitement et très significatif à la troisième semaine, $P=0,0167$) (Figure30).

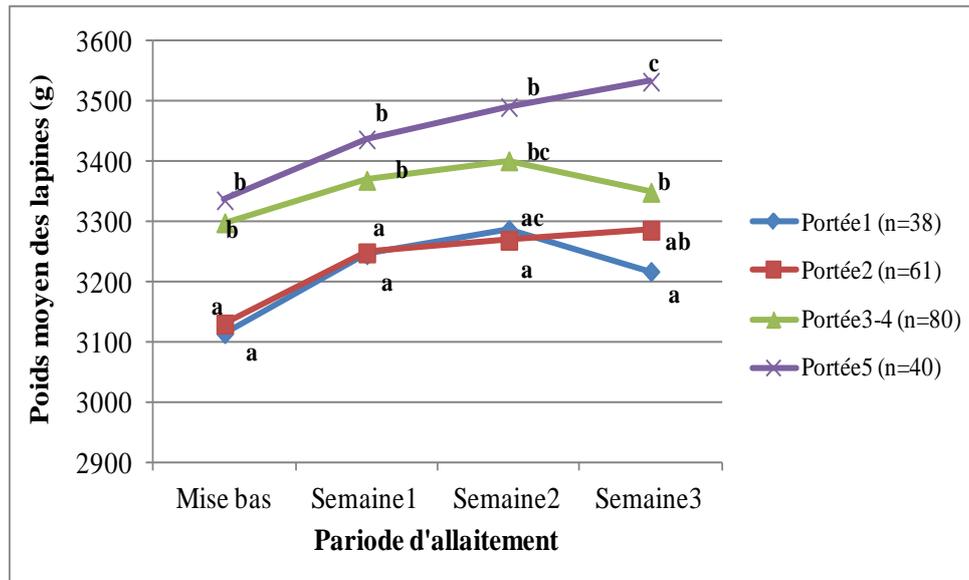


Figure 30 : Evolution du poids moyen des lapines en fonction de la parité durant la période d'allaitement.

En comparant ces résultats aux résultats de la production de lait en fonction de la parité (Figure 28), nous pouvons conclure que l'hypothèse émise par Pascual *et al.* (1999) et Xiccato *et al.* (2004) selon laquelle l'augmentation de la production laitière est due à une augmentation du poids vif avec la parité, ne se vérifie dans notre étude qu'à la première semaine d'allaitement. A la deuxième et à la troisième semaine, même si les poids des lapines multipares sont plus élevés que ceux des primipares, la quantité de lait produite par ces femelles ne semble pas être affectée.

3.1.2.3.4. Effet nombre de lapereaux allaités

L'effet du nombre de lapereaux allaités sur la quantité de lait produite ainsi que sur la quantité de lait disponible a été analysée dans la station d'élevage de Djebba.

L'analyse met en évidence un effet très hautement significatif du nombre de lapereaux allaités sur l'ensemble des paramètres de production laitière des lapines ($P=0,0001$) (Tableau11).

Tableau 11 : Effet du nombre de lapereaux allaités sur les quantités de lait par lapine et par lapereau (essai de la station de Djebba ; Moyenne et écart type résiduel).

Effectif allaité	N	Quantité de lait produite /femelle (g) en 21 jours	g de lait consommé par lapereau /jour
1	10	44,44 ± 10,69 ^a	34,37 ± 2,03 ^a
2	16	54,19 ± 8,34 ^a	26,36 ± 1,58 ^{bcd}
3	20	73,92 ± 7,47 ^b	24,29 ± 1,42 ^{cd}
4	27	92,81 ± 6,51 ^c	23,65 ± 1,23 ^d
5	36	96,83 ± 5,62 ^c	19,55 ± 1,06 ^e
6	48	118,03 ± 4,87 ^d	20,29 ± 0,92 ^e
7	60	128,04 ± 4,37 ^{de}	18,60 ± 0,83 ^{ef}
8	48	129,97 ± 5,00 ^e	16,85 ± 0,95 ^{fg}
9	32	136,53 ± 5,94 ^{ef}	15,53 ± 1,13 ^g
10	27	147,78 ± 6,44 ^f	15,06 ± 1,22 ^g
Prob. Stat.		0,0001	0,0001

a,b,c: dans une colonne et pour une variable donnée, les moyennes affectées de lettres différentes sont significativement différentes (P<0,05).

L'augmentation du nombre de lapereaux allaités entraîne un accroissement des quantités de lait produites par semaine (Figure 31) et sur l'ensemble de la période contrôlée (Tableau11).

Pendant la première et la deuxième semaine, l'accroissement de la production laitière est régulier entre les plus petites aux plus grandes portées. Par contre, à la troisième semaine, la production de lait ne s'accroît plus au-delà d'un effectif de 7 lapereaux.

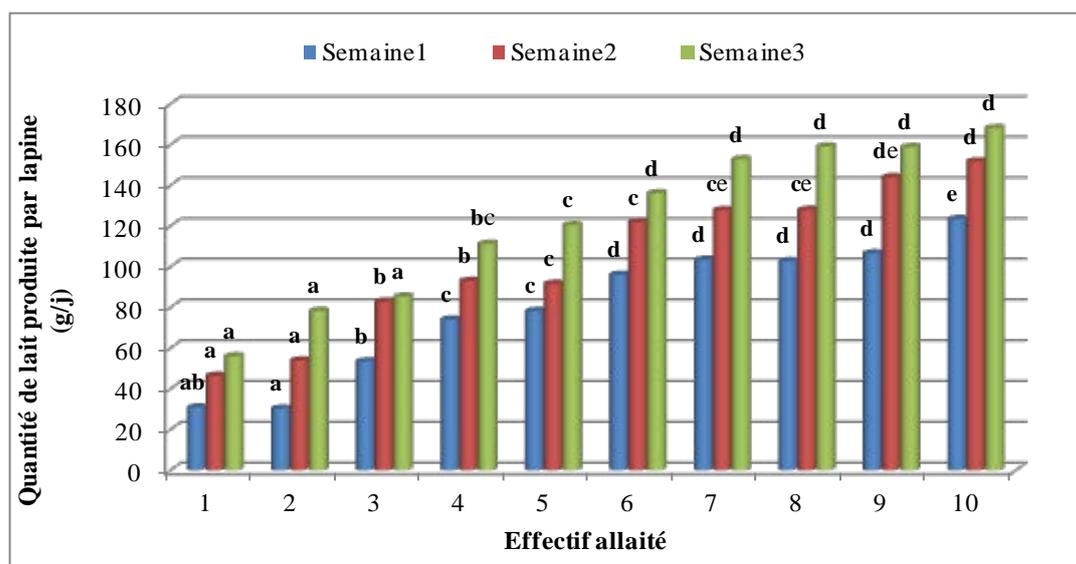


Figure 31: Variation de la quantité de lait produite par semaine en fonction de l'effectif allaité.

A l'inverse, la consommation moyenne de lait par lapereau et par jour pendant les 21 premiers jours de lactation diminue régulièrement lorsque l'effectif de la portée augmente (Tableau 11). Elle est la plus élevée dans les portées ayant un lapereau, suivie de celles avec 2, 3 et 4 lapereaux (Figure 32). Dans les portées de plus de 8, chaque individu dispose d'environ moitié moins de lait que dans les portées de seulement 2 à 3 lapereaux (16,8 vs. 34,3 g/jour) (Figure 32). En effet, au cours de cette période, la prise individuelle de lait varie fortement entre lapereaux et portées, en fonction des capacités sensori-motrices des lapereaux et de leurs aptitudes à lutter dans un environnement compétitif (Fortun-Lamothe et Gidenne, 2000, Rödel *et al.*, 2008).

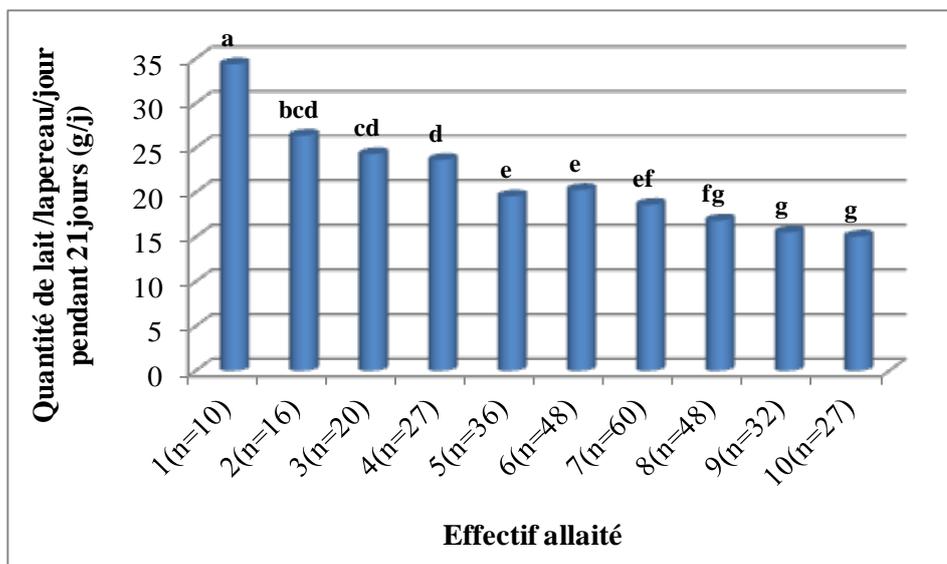


Figure 32 : Variation de la consommation moyenne de lait par lapereau et par jour en fonction de l'effectif allaité.

3.1.2.3.5. Effet poids des lapines

L'effet du poids des lapines sur la production laitière, la consommation de lait par lapereau et le nombre de lapereaux allaités durant la période d'allaitement (0-21 jours) a été analysé. Des effets significatifs sont enregistrés sur la production laitière des femelles ($P=0,0185$) ainsi que sur la quantité de lait disponible par lapereau ($P=0,0322$). Concernant le nombre de lapereaux allaités aucun effet n'a été noté (Tableau 12).

Tableau 12 : Effet du poids des lapines sur la production laitière journalière (globalement et par lapereau) et le nombre de lapereaux allaités (moyennes estimées± erreur standard).

Poids des lapines	N	Quantité de lait produite /femelle (g) en 21 jours	Nombre de lapereaux allaités	g de lait consommé par lapereau /jour
≥3000	39	131,13 ^a ± 6,11	7,81 ± 0,30	17,26 ^a ± 0,87
3001-3250	53	147,70 ^{bc} ± 5,33	7,42 ± 0,26	20,86 ^b ± 0,76
3251-3500	56	153,30 ^b ± 5,13	8,07 ± 0,25	19,81 ^b ± 0,73
3501-3750	50	155,27 ^b ± 7,77	8,44 ± 0,39	19,20 ^{ab} ± 1,11
≤3751	21	130,55 ^{ac} ± 9,56	7,54 ± 0,48	18,66 ^a ± 1,36
Prob. Stat.		0,0185	0,2018	0,0322

a,b,c: dans une colonne et pour une variable donnée, les moyennes affectées de lettres différentes sont significativement différentes (P<0,05).

La production laitière des lapines ainsi que la quantité de lait disponible par lapereau sont influencées par le poids des lapines. En effet, elles sont plus élevées chez les lapines ayant un poids moyen entre 3001g et 3750g. Avec des poids inférieurs à 3000g ou supérieurs à 3750g la production laitière des lapines ainsi que la quantité de lait disponible par lapereau diminuent.

3.1.2.4. Croissance des lapereaux

L'analyse de la croissance des lapereaux a porté sur 493 portées. 361 portées sont issues de lapines de la population blanche, élevées à la station de Djebba et Tizirt et 133 portées sont de souche synthétique suivies dans l'élevage de Tizirt.

Les caractéristiques de croissance enregistrées des lapereaux au cours de la période naissance-sevrage toutes stations et tous types génétiques confondus sont présentées dans le Tableau 13.

Tableau 13 : Caractéristiques de croissance des lapereaux sous la mère (moyennes estimées, écarts type résiduels et coefficients de variation.

	Nombre d'observation	Moyenne ±écart-type	Coefficient de variation (%)
Nombre de lapereau			
Naissance	493	8,00 ± 3,13	39
7 jours	493	7,52 ± 2,63	35
14 jours	493	6,87 ± 2,24	33
21 jours	493	6,71 ± 2,20	33
28 jours	493	6,57 ± 2,19	33
35 jours	493	6,52± 2,81	43
Poids moyen de la portée (g)			
Naissance	493	423,02 ± 142,33	34
7 jours	493	771,36 ± 236,72	31
14 jours	493	1148,27± 351,52	31
21 jours	493	1755,36± 506,29	29
28 jours	493	2579,83± 789,70	31
35 jours	493	3660,80 ± 1258,40	34
Poids moyen du lapereau (g)			
Naissance	493	55,38 ± 12,06	22
7 jours	493	108,24 ± 29,69	27
14 jours	493	176,37 ± 51,61	29
21 jours	493	277,55 ± 80,66	29
28 jours	493	412,69 ± 110,98	27
35 jours	493	584,58 ± 156,50	27
Gain moyen quotidien (g/jour)			
Semaine 1	493	7,37 ± 3,23	44
Semaine 2	493	9,54 ± 4,56	48
Semaine 3	493	14,10 ± 5,54	39
Semaine 4	493	18,93 ± 6,42	34
Semaine5	493	23,98 ± 9,47	39
0-21 jours	493	10,44 ± 3,28	31
21-35 jours	493	21,83 ± 7,01	32
0-35 jours	493	15,02 ± 4,06	27
Indice de consommation (g/g/jour)			
Semaine 1	493	2,27 ± 1,89	83
Semaine 2	493	2,91 ± 3,64	125
Semaine 3	493	1,96 ± 1,14	58
0-21jours	493	1,90 ± 0,59	31

Sur les 493 portées enregistrées, le nombre moyen de lapereaux à la naissance obtenu est de 8 lapereaux avec un poids de la portée de 423g ce qui correspond à un poids moyen du lapereau de 55g. Ce poids augmente progressivement avec une vitesse de croissance de 15g/j durant les cinq semaines d'allaitement (0-35jours) pour atteindre un poids près de 10 fois plus élevé (585g) au sevrage avec un indice de consommation de lait de 1,9 g/g/j sur les trois premières semaines d'allaitement strict (Tableau13). Cet indice qui peut être défini comme la quantité de lait ingérée correspondant au gain de poids unitaire (Lebas, 1969), montre une utilisation

de moins en moins bonne avec l'évolution du temps (2,27 à la première semaine, 2,91 à la deuxième et 1,96 à la troisième). Les résultats obtenus sont moins bons que ceux rapporté par Lebas (1969) qui sont de (1,52 ; 1,75 et 2,18) respectivement à la 1^{ère}, 2^{ème} et 3^{ème} semaine.

Les coefficients de variation élevés mettent en évidence la variabilité des poids des lapereaux pendant cette période (Tableau 13).

3.1.2.4.1. Effet type génétique sur la croissance des lapereaux

Les caractéristiques de croissance des lapereaux appartenant aux deux types génétique étudiés sont présentées dans le Tableau 14.

Tableau 14 : Caractéristiques de croissance des lapereaux sous la mère en fonction du type génétique (moyennes estimées, erreur standard, n= 147 pour la population blanche et n= 133 pour la souche synthétique).

	Moyenne \pm erreur standard		Prob. Statistique
	Population blanche	Souche synthétique	
Poids moyen de la portée (g)			
Naissance	442,55 \pm 16,65	466,88 \pm 13,67	0,2600
7 jours	825,27 \pm 25,30	852,03 \pm 20,78	0,4147
14 jours	1299,66 \pm 40,09	1336,11 \pm 32,93	0,4830
21 jours	1931,44 \pm 56,41	2048,58 \pm 46,33	0,1098
28 jours	2780,22 \pm 93,32	2985,43 \pm 76,64	0,0905
35 jours	4045,59 \pm 143,90 ^a	4523,12 \pm 118,18 ^b	0,0109
Poids moyen du lapereau (g)			
Naissance	57,24 \pm 1,57 ^a	52,53 \pm 1,29 ^b	0,0218
7 jours	115,05 \pm 3,29	111,40 \pm 2,70	0,3923
14 jours	188,37 \pm 5,21	192,40 \pm 4,28	0,5507
21 jours	283,43 \pm 8,29	302,04 \pm 6,81	0,0842
28 jours	411,86 \pm 12,26	441,05 \pm 10,07	0,0671
35 jours	597,98 \pm 16,07 ^a	667,52 \pm 13,20 ^b	0,0010
Gain moyen quotidien (g/jour)			
Semaine 1	8,20 \pm 0,39	8,17 \pm 0,32	0,9454
Semaine 2	10,44 \pm 0,52	11,12 \pm 0,43	0,3173
Semaine 3	13,64 \pm 0,72	14,87 \pm 0,59	0,1908
Semaine 4	18,24 \pm 0,87	19,40 \pm 0,71	0,3073
Semaine 5	26,66 \pm 1,07 ^a	29,96 \pm 0,87 ^b	0,0178
0-21 jours	10,77 \pm 0,35	11,51 \pm 0,29	0,1080
21-35 jours	22,66 \pm 0,78 ^a	25,67 \pm 0,64 ^b	0,0032
0-35 jours	15,50 \pm 0,42 ^a	17,13 \pm 0,34 ^b	0,0029
Indice de consommation lait (g/g/jour)			
Semaine 1	2,08 \pm 0,25	2,08 \pm 0,21	0,9969
Semaine 2	2,36 \pm 0,56	2,48 \pm 0,46	0,8740
Semaine 3	2,17 \pm 0,17	2,10 \pm 0,14	0,7390
0-21 jours	2,02 \pm 0,08	1,90 \pm 0,07	0,2891

De la naissance jusqu'au 28^{ème} jour d'âge, les poids moyens de la portée sont similaires dans les deux populations, aucun effet significatif n'a été noté. Seul le poids de la portée au sevrage (35jours) est influencé par le type génétique. En effet, le poids moyen de la portée de la souche synthétique est significativement plus élevé que celui de la population blanche (4523g vs. 4046g respectivement, $P=0,0109$).

En revanche, le poids moyen du lapereau à la naissance est significativement plus élevé chez les lapereaux de la population blanche (57g) par rapport aux lapereaux de la souche synthétique (52g), ce qui reste cohérent avec la faible taille de portée à la naissance (8,67 vs. 9,38 lapereaux respectivement ; Figure 24).

Ces résultats se rapprochent de ceux obtenus par Zerrouki *et al.*, (2007a) et Abdelli *et al.*,(2014) sur la population locale qui sont respectivement de 51g et de 54g. Gacem *et al.*(2009) rapportent un poids voisin au nôtre dans le cas de la souche synthétique (54g) mais un poids supérieur pour la population blanche (62g). Lebas (2002) a également enregistré des poids voisins de 50 à 55 g chez la souche A 1077 ainsi que Khalil et Khalil (1991) qui obtiennent 58 g en poids moyen chez la race Bouscat et Gisa White. Toutefois, nos résultats sont nettement inférieurs à ceux notés par Delaveau (1982), qui rapportent 63,5 g sur les hybrides SOLAM et SOLAF et ceux signalés par Golimyti *et al.*, (2016) sur la souche HYLA qui est de 71,5g avec une taille de portée moyenne de 8,77 lapereaux à la naissance.

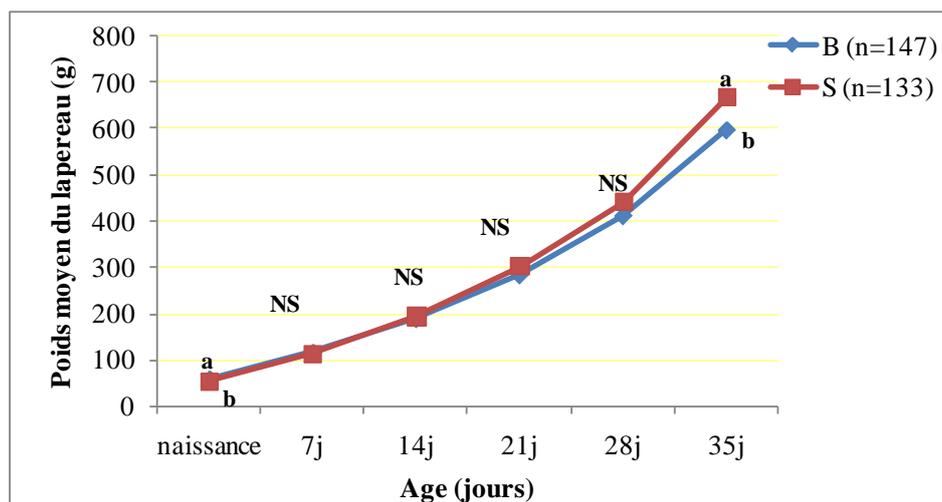


Figure 33 : Evolution du poids moyen du lapereau de deux types génétiques de la naissance au sevrage. (B : Population blanche ; S : souche synthétique).

Le poids des lapereaux augmente progressivement pour atteindre un poids de 598g pour la population blanche et 667g pour la souche synthétique ($P=0,0010$) à l'âge de 35 jours (sevrage) Nos poids obtenus sont nettement inférieurs à ceux enregistrés sur la souche HAYLA (1076g ; Golimyts *et al.*, 2016 ; Figure 33).

Les poids mesurés à la fin de la 1^{ère}, 2^{ème}, 3^{ème} et 4^{ème} semaine sont significativement similaires dans les deux types génétiques et proches de ceux rapportés par Zerrouki *et al.* (2007a) chez la population locale qui sont respectivement de 119,3g, 218,6g, 308,1g et 475g pour les mêmes périodes. Par ailleurs, Delaveau (1982), chez les hybrides SOLAM et SOLAF obtient des poids plus élevés qui sont respectivement de 152g, 264g, 372g, pour les 1^{ère}, 2^{ème} et 3^{ème} semaines d'âge.

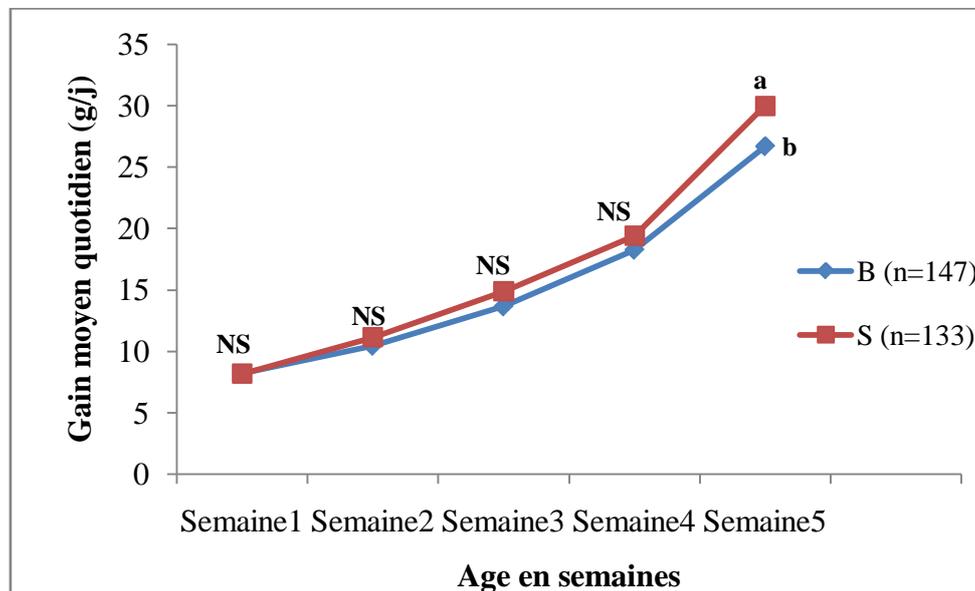


Figure 34 : Vitesse de croissance des lapereaux en fonction du type génétique

Durant les trois premières semaines d'allaitement strict jusqu'à la quatrième semaine, les lapereaux des deux types génétiques présentent une croissance similaire. Aucun effet significatif n'a été enregistré pour la phase 0-21jours (Tableau 14). Par contre, à la dernière semaine avant le sevrage, la vitesse de croissance des lapereaux de la souche synthétique est supérieure à celle des lapereaux de la population blanche (respectivement 30g/j vs. 27g/j ; $P=0,0178$; Figure 34. L'analyse de variance a permis de mettre en évidence un effet hautement significatif du type génétique sur le gain moyen quotidien pour la période 21-35 jours ainsi que pour toute la période péri-sevrage (0-35jours) en faveur de la souche synthétique (respectivement, 26g/j et 17g/j ; Tableau14).

L'indice de consommation de lait, en revanche, n'est pas significativement différent pendant toute la période d'allaitement en fonction du type génétique.

3.1.2.4.2. Effet station d'élevage sur la croissance des lapereaux sous la mère

A l'instar de la production laitière, l'effet de la station d'élevage sur la croissance des lapereaux n'a été étudié que sur la population blanche.

Au total l'étude a porté sur 213 portées élevées à la station de Djebbla et 148 portées suivies à Tizirt. L'analyse révèle un effet hautement significatif ($P=0,0001$) de la station sur le poids des portées durant toute la période Pré-sevrage. Les portées de population blanche élevées à Tizirt sont plus lourdes que celles de l'élevage de Djebbla (Tableau 15). Ceci peut être mis en relation avec le nombre de lapereaux plus élevé dans cette station par rapport à la station de Djebbla durant toute la période pré-sevrage (+1,99 ; +1,9 ; +1,81 ; +1,75 ; +1,75 ; +1,72 ; +1,74 lapereaux) respectivement à la naissance, à la fin des 1^{ère}, 2^{ème}, 3^{ème}, 4^{ème} et 5^{ème} semaines de lactation).

Tableau 15 : Caractéristiques de croissance des lapereaux sous la mère en fonction de la station d'élevage (moyennes estimées, erreur standard, n = 213 portées pour la station de DJEBLA et n = 148 portées pour la station de TIGZIRT).

	Moyenne \pm erreur standard		Prob. Statistique
	Station de DJEBLA	Station de TIGZIRT	
Poids moyen de la portée (g)			
Naissance	354,37 \pm 10,35	451,47 \pm 11,64	0,0001
7 jours	643,67 \pm 16,88	824,93 \pm 19,00	0,0001
14 jours	935,83 \pm 23,73	1245,39 \pm 26,70	0,0001
21 jours	1442,56 \pm 35,10	1891,55 \pm 39,48	0,0001
28 jours	2065,00 \pm 53,01	2805,43 \pm 59,63	0,0001
35 jours	2813,75 \pm 78,40	4003,02 \pm 88,19	0,0001
Gain moyen quotidien (g/jour)			
Semaine 1	6,98 \pm 0,25	7,08 \pm 0,28	0,7924
Semaine 2	9,07 \pm 0,35	9,64 \pm 0,39	0,2886
Semaine 3	14,18 \pm 0,42	13,82 \pm 0,48	0,5717
Semaine 4	17,58 \pm 0,48	19,23 \pm 0,54	0,0246
Semaine 5	20,68 \pm 0,63	24,77 \pm 0,71	0,0001
0-21 jours	10,21 \pm 0,25	10,25 \pm 0,28	0,9243
21-35 jours	19,28 \pm 0,49	22,31 \pm 0,55	0,0001
0-35 jours	13,93 \pm 0,30	15,06 \pm 0,33	0,0133
Indice de consommation (g/g/jour)			
Semaine 1	2,41 \pm 0,15	2,67 \pm 0,17	0,2537
Semaine 2	2,85 \pm 0,30	3,32 \pm 0,34	0,3005
Semaine 3	1,68 \pm 0,07	2,13 \pm 0,08	0,0002
0-21 jours	1,79 \pm 0,04	2,09 \pm 0,05	0,0001

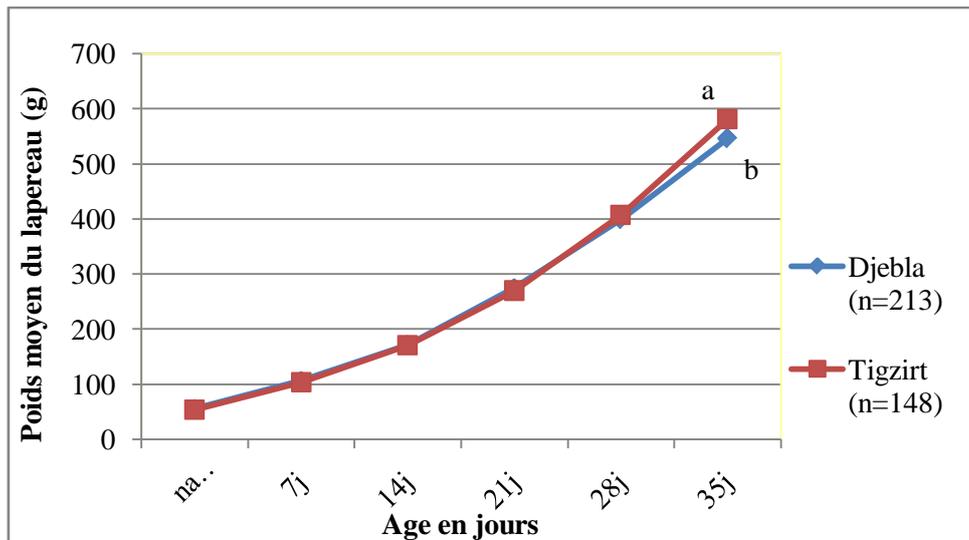


Figure 35 : Evolution du poids moyen du lapereau de la population blanche en fonction de la station d'élevage.

En revanche, en considérant le poids moyen du lapereau, le modèle d'analyse ne montre de différence qu'au niveau du poids au sevrage avec une supériorité pour le lapereau blanc élevé à Tizirt (546,31g vs. 580,89g ; Figure 35) et ceci malgré un nombre de lapereaux par portée plus élevé dans cette station. Notre résultat ne rejoint pas celui signalé par (Rödel *et al.*, 2008) qui rapportent une corrélation négative entre la taille de la portée et le taux de croissance ainsi que le poids au sevrage.

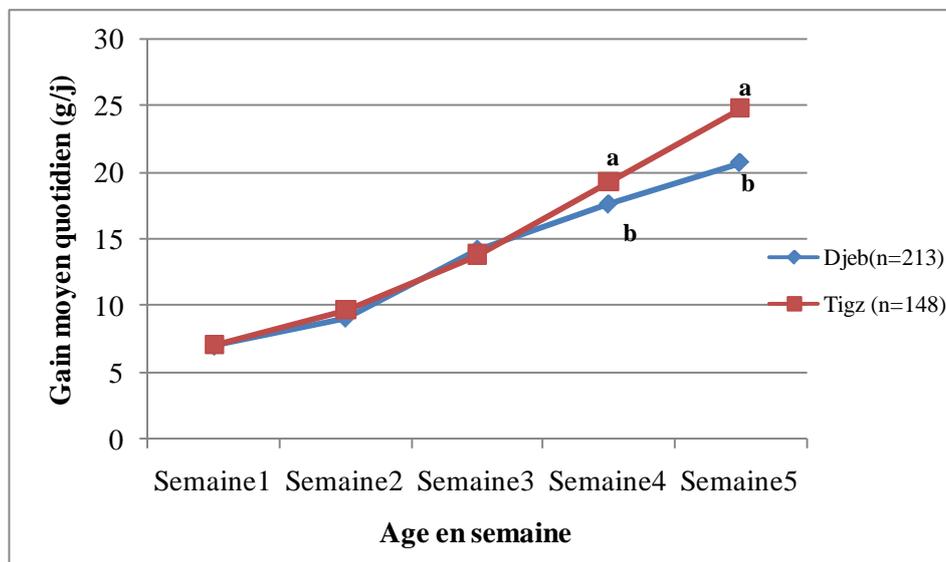


Figure 36 : Vitesse de croissance des lapereaux de la population blanche en fonction de la station d'élevage.

Pendant toute la période d'alimentation lactée stricte (0-21jours), le gain moyen quotidien n'est pas influencé par la station d'élevage. En revanche, à partir de la quatrième semaine de

lactation, période où la prise alimentaire solide augmente fortement (de < 2 g/j avant J20 à 40-50 g/j au sevrage (Gidenne et Fortun-Lamothe, 2002)), les lapereaux de la station de Tizirt croissent plus vite que ceux de Djebba avec une vitesse de croissance moyenne de 19g/j pour atteindre une vitesse de 25g/j à la cinquième semaine (Figure 36). Le gain moyen enregistré durant cette phase (21-35jours) est de 22g/j (Tableau 15).

3.1.2.4.3. Influence de la quantité de lait par lapine et par lapereau sur la croissance pondérale des jeunes lapereaux

Pour estimer la relation entre les paramètres de la production laitière et la croissance des lapereaux, des coefficients de corrélation ont été calculés entre la quantité de lait produite par les lapines ainsi que la quantité consommée par lapereau sur la croissance pondérale de ces derniers.

3.1.2.4.3.1. Influence de la quantité de lait produite par lapine sur le poids des portées

L'étude des corrélations entre la production laitière des lapines par semaine et le poids des portées, montre un effet très hautement significatif ($P=0,0001$). En effet, la corrélation entre la quantité de lait produite à la première semaine de lactation et le poids au 7^{ème} jour d'âge de la portée est de $R=0,58$. Ce degré de liaison augmente à $R=0,62$ entre la quantité de lait produite à la deuxième semaine et le poids des portée à 14 jours d'âge ainsi qu'entre la production de lait à la troisième semaine et les poids au 21^{ème} jour d'âge des portées.

Le modèle d'analyse montre également un effet très hautement significatif ($P=0,0001$) des coefficients de corrélations entre la production moyenne en 21jours et le poids des portées à la fin de chaque semaine d'allaitement jusqu'au sevrage des portées (Tableau 16).

Tableau 16 : Corrélation totale entre la production moyenne de lait des lapines en 21jours et le poids des portées (n=493).

Période	7 ^{ème} jour	14 ^{ème} jour	21 ^{ème} jour	28 ^{ème} jour	35 ^{ème} jour
Corrélation entre la production moyenne de lait en 21jours et le poids des portées	0,69***	0,73***	0,71***	0,71***	0,68***

*** très hautement significatif à ($P=0,0001$).

La relation entre la production laitière et le poids des portées, au cours de cette phase, est plus forte à la fin de la deuxième semaine ($R=0,73$).

3.1.2.4.3.2. Influence de la quantité de lait consommée par lapereau sur leur croissance pondérale

Le degré de liaison entre le lait consommé par le lapereau et le poids de celui-ci est présenté dans le Tableau 17.

Tableau 17 : Corrélation totale entre le lait consommé et le poids du lapereau en fin de semaine durant la phase d'allaitement (n=493).

Période	7 ^{ème} jour	14 ^{ème} jour	21 ^{ème} jour	28 ^{ème} jour	35 ^{ème} jour
Corrélation entre le lait consommé et le poids du lapereau en fin de semaine durant la phase d'allaitement	0,49***	0,58***	0,57***	0,55***	0,54***

*** très hautement significatif à ($P=0,0001$).

Pour la période considérée, les corrélations sont très hautement significatives ($P=0,0001$). La liaison est plus importante au 14^{ème} et 21^{ème} jour d'âge (Tableau 18), période dans laquelle le lapereau utilise exclusivement le lait maternel. Cependant, la valeur de la corrélation obtenue est en dessous de celle trouvée par Lebas (1969) qui est de $R=0,89$. Cette différence pourrait être attribuée au fait que nos mesures des poids n'ont pas été individuelles mais faites par portées.

L'évolution dans le temps du coefficient de corrélation du gain de poids moyen quotidien du lapereau est donnée dans la (Figure 37).

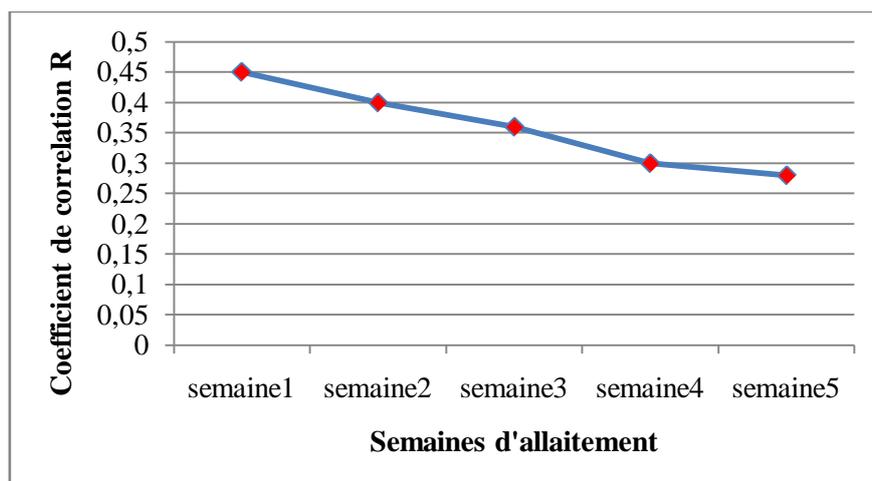


Figure 37 : Evolution de la liaison entre la quantité de lait consommée et le gain de poids du lapereau.

Le coefficient de corrélation diminue régulièrement au cours de la phase d'allaitement, avec une valeur de ($R=0,58$) durant la phase 0-21 jours et ($R=0,37$) au cours de la période (21-35 jours). Ainsi ce coefficient est de ($R=0,54$) pour toute la période péri-sevrage. Ce qui nous amène à dire que le lait reçu par le lapereau joue un rôle prépondérant sur sa vitesse de croissance avant le sevrage.

3.1.2.4.3.3. Influence de la quantité de lait par lapine et par lapereau sur la croissance pondérale des jeunes en fonction de la station d'élevage.

Le Tableau 18 indique le degré de liaison entre la production de lait par lapine et le poids des portées ainsi que la relation entre la quantité de lait consommée par lapereau et le poids moyen de ce dernier en fonction de la stations d'élevage (Djebbla et Tizirt).

Tableau 18: Corrélation totale entre la production moyenne de lait par lapine et par lapereau en 21jours, et la croissance pondérale des lapereaux en fonction de la station d'élevage (Djebbla=213 ; Tizirt ; n=280).

Période	Station	7 ^{ème} j	14 ^{ème} j	21 ^{ème} j	28 ^{ème} j	35 ^{ème} j
Corrélation entre la production moyenne de lait en 21jours et le poids des portées	Djebbla	0,73***	0,72***	0,77***	0,77***	0,74***
	Tizirt	0,54***	0,63***	0,55***	0,52***	0,48***
Corrélation entre le lait consommé et le poids du lapereau en fin de semaine durant la phase d'allaitement	Djebbla	0,54***	0,56***	0,62***	0,60***	0,57***
	Tizirt	0,36***	0,44***	0,26***	0,21***	0,25***

*** très hautement significatif à ($P=0,0001$).

Les coefficients de corrélation sont plus élevés à la station de Djebbla qu'à Tizirt. Ceci pourrait être du au fait que dans l'élevage de Djebbla, l'étude n'a été réalisé que sur un seul type génétique (la population blanche) et sans aucune expérimentation. Tandis que dans la station de Tizirt deux types génétique subsistent (population blanche et souche synthétique) et plusieurs expérimentation ont été conduites ce qui aurait pu provoquer des imprécisions dans l'estimation de la production laitière et la croissance des lapereaux.

3.1.2.4.3.4. Influence de la quantité de lait par lapine et par lapereau sur la croissance pondérale des jeunes en fonction du type génétique.

Le degré de liaison entre la production de lait par lapine et le poids des portées ainsi que la relation entre la consommation du lapereau et le poids de celui-ci est présenté dans le Tableau 19.

Tableau 19 : Corrélation totale entre la production moyenne de lait par lapine et par lapereau en 21jours, et la croissance pondérale des lapereaux en fonction du type génétique (Population blanche (PB)=114 ; Souche synthétique (SS) ; n=102).

Période	Type génétique	7 ^{ème} j	14 ^{ème} j	21 ^{ème} j	28 ^{ème} j	35 ^{ème} j
Corrélation entre la production moyenne de lait en 21jours et le poids des portées	PB	0,46***	0,54***	0,47***	0,51***	0,44***
	SS	0,46***	0,57***	0,52***	0,53***	0,47***
Corrélation entre le lait consommé et le poids du lapereau en fin de semaine durant la phase d'allaitement	PB	0,37***	0,54***	0,47***	0,49***	0,52***
	SS	0,37***	0,61***	0,64***	0,58***	0,54***

*** très hautement significatif à ($P=0,0001$)

Les coefficients de corrélation entre la production laitière des lapines des deux génotypes et le poids de leurs portées sont relativement comparables.

Tableau 20 : Corrélation totale entre la consommation moyenne du lapereau en 21jours et la vitesse de croissance en fonction du type génétique (Population blanche (PB)=114 ; Souche synthétique (SS) ; n=102).

Période	Type génétique	0-21 jours	21-35 jours
		0-35jours	
Corrélation entre le lait consommé et le gain moyen quotidien du lapereau avant le sevrage	PB	0,45***	0,41***
		0,51***	
	SS	0,63***	0,31***
		0,53***	

*** très hautement significatif à ($P=0,0001$)

En revanche le degré de la relation entre la quantité de lait consommée par le lapereau et son poids est plus fort chez la souche synthétique durant les trois premières semaines d'allaitement. Par ailleurs, cette forte liaison est aussi observée pour le gain moyen quotidien durant la même période ($R=0,63$) chez la souche synthétique (Tableau 20).

Nous pouvons retenir de cette partie que :

- La prolificité à la naissance des lapines de la souche synthétique est supérieure à celle de la population blanche (8,67 lapereaux vs. 9,38 lapereaux).

-Le nombre de lapereaux allaités est également supérieur chez la souche synthétique par rapport à la population blanche (8,18 lapereaux vs. 7,47 lapereaux)

-La quantité de lait produite en fonction du génotype des lapines est non significative avec une production moyenne journalière de 148,38g pour la souche synthétique et de 143,09g pour la population blanche, ce qui correspond respectivement à une production totale de 3116g vs. 3005g.

-La quantité de lait disponible par lapereau est la même dans les deux génotypes (19,02g/j vs. 19,94g/j)

-Le poids du lapereau à la naissance est supérieur chez la population blanche (57g vs. 52g). A l'inverse, au sevrage le poids des lapereaux de la souche synthétique est plus lourd (667g vs. 598g), avec une vitesse de croissance significativement plus importante chez la souche synthétique (17g/j vs. 15,5g/j).

-Le degré de relation entre la production laitière des lapines et le poids des portées est fort sur toute la période d'allaitement ($R=0,68$ à $0,73$) entre la production laitière des lapines et le poids des portées. Mais moins important entre la quantité consommée et le poids moyen du lapereau ($R=0,49$ à $0,55$ au sevrage).

3.2. Effet d'une supplémentation alimentaire sur la production laitière des lapines et la croissance des lapereaux

3.2. Effet d'une supplémentation alimentaire sur la production laitière des lapines et la croissance des lapereaux

La taille et le poids des lapereaux au sevrage dépendent à la fois du poids à la naissance et de la qualité de lait produit par les mères. Durant la période d'allaitement, la production de lait est conditionnée par la qualité de l'aliment distribué aux mères allaitantes. Ce dernier, doit être équilibré et répondre aux normes recommandées pour les lapines reproductrices. La majorité des références bibliographiques rapportent la contribution des fibres, de l'énergie ou de protéines et leurs effets sur la croissance (Lebas, 1980). En Algérie, les travaux publiés ces dernières années concernent principalement les apports en protéines et en fibres dans l'alimentation du lapin en engraissement (Berchiche *et al.*, 2000) et en supplémentation minérale (Zerrouki *et al.*, 2008). Cependant, la supplémentation alimentaire des lapines reproductrices n'a fait objet d'aucune d'étude.

La disponibilité d'un complément alimentaire (LAPETY STIMULANT), élaboré par le laboratoire INZO (France) destiné aux lapines allaitantes afin d'améliorer leur prolificité et leur production laitière, était une opportunité pour tester cet additif sur nos lapines dans les conditions de production algérienne. Le travail a été réalisé sur des lapines de deux types génétiques différents : la population blanche et la souche synthétique, suivies durant trois cycles de production au sein du clapier privé de Tizirt.

3.2.1. Protocole expérimental

Notre étude s'est étalée sur la période allant de décembre 2012 à mars 2013 dans l'élevage cunicole de Tizirt. Le travail a porté sur 60 femelles de souche synthétique et 50 femelles de population blanche de parités différentes (Figure 38).

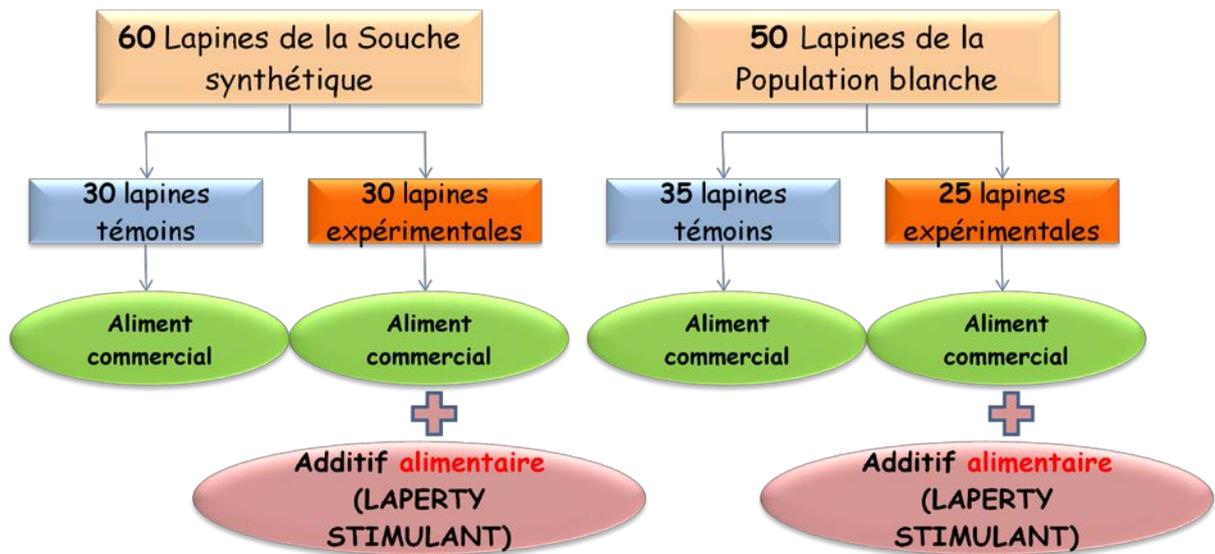


Figure 38 : Dispositif expérimental de l'essai de supplémentation alimentaire.

Dans chaque type génétique, les lapines ont été réparties en deux lots. Un lot recevant uniquement l'aliment commercial (Témoin) et un autre lot (Expérimental), en plus de l'aliment commercial, les lapines recevaient le complément alimentaire sur trois périodes comme le mode d'emploi l'indique sur l'emballage du produit: une dose de 70 g deux jours avant la saillie, une autre de 79g au 28^{ème} jour de gestation et en fin une dose de 70g à la mise bas (Figure 39).

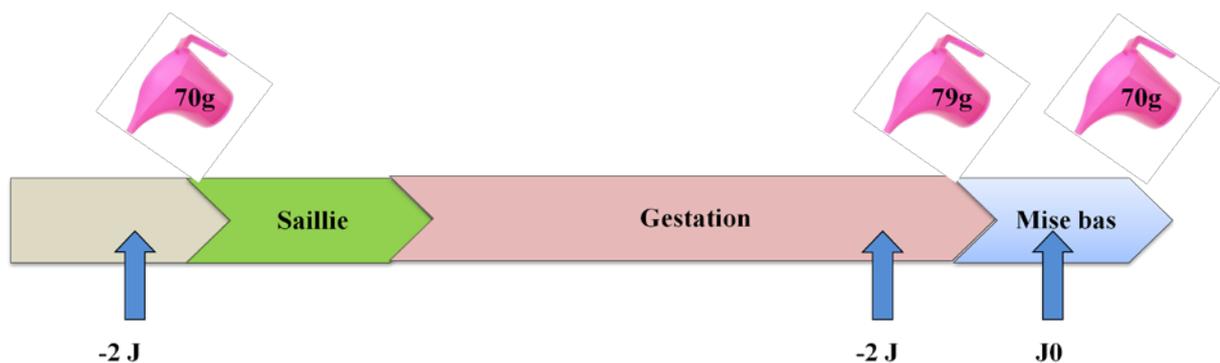


Figure 39: Périodes d'administration de l'additif alimentaire LAPETY STIMULANT.

Le complément alimentaire (LAPETY STIMULANT) destiné aux lapines allaitantes, est de type granulé et composé de: orge, tourteau de colza, drêches et solubles de distillerie de blé, drêches et solubles de distillerie de maïs, gluten de maïs, blé, lactosérum en poudre, phosphate monocalcique, maïs, mélange (graine de lin-blé) extrudé, dextrose, graines de colza, carbonate de calcium, son de blé, mélasse de canne, pré-mélange oligo-vitaminique, sel. Sa composition analytique est donnée dans le Tableau 21.

Grâce à son apport énergétique sous forme de protéines hautement digestibles et de matières grasses, il est sensé améliorer le démarrage et la persistance de la production laitière des lapines, permettre une optimisation de la fertilité par une meilleure reconstitution des réserves corporelles et limiter l'hétérogénéité des lapereaux au sevrage.

Tableau 21 : Composition analytique du complément alimentaire LAPETY STIMULANT utilisé dans l'expérimentation (INZO).

Les constituants analytiques	
Humidité (%)	14.00
Protéine brute (%)	22.00
Matière grasse brutes (%)	05.00
Cellulose brute (%)	05.40
Cendres brutes (%)	10.10
Calcium (%)	02.00
Phosphore (%)	01.50
Vit A (UI /Kg)	10000
Vit D3 (UI/Kg)	900
Vit E (mg/Kg)	18
Cuivre (mg/Kg)	11

3.2.1.1. Contrôles effectués

- A la mise bas : poids des femelles et leurs portées, ainsi que le nombre de nés totaux (NT) et nés vivants (NV).
- Pesées des femelles et de leurs portées avant et après tétée jusqu'au 21^{ème} jour d'âge, deux fois par semaine afin de déterminer la production laitière des femelles. Les pesées des portées ont été effectuées jusqu'au sevrage (35^{ème} jour) afin de suivre leur croissance. La même balance a été utilisée pour la pesée des animaux durant toute l'expérimentation ; elle possède une capacité de 6±0,002kg.

3.2.1.2. Variables calculées et analysées

3.2.1.2.1. Prolificité des lapines

- Nombre de nés totaux et nés vivants par mise bas.
- Le poids à la naissance : poids des portées / le nombre des nés vivants.
- Nombre de sevrés par mise bas.

3.2.1.2.2. Production laitière

- Quantité de lait produite par jour et par lapine (g), estimée par le poids des portées après et avant tétée.
- Quantité de lait produite par semaine.
- Quantité de lait totale produite en 21 jours : somme des quantités de lait produites par jour de mesure de la naissance jusqu'au 21^{ème} jour d'allaitement.
- Nombre moyen de lapereaux allaités durant la période d'allaitement (0 à 21 jours).
- Consommation moyenne de lait par jours, par portée et par lapereau en g/ jour.

3.2.1.2.3. Croissance des lapereaux sous la mère

- Poids total (g) de la portée à la naissance (PPN) et au sevrage (PPS).
- Poids moyen des lapereaux de la naissance jusqu'au sevrage (PMS).

Poids moyen (PM) : $P_{mi} = P_{Pi} / N_{Vi}$

- Gain moyen quotidien (GMQ) :

Gain moyen quotidien (GMQ) : $GMQ = P_m(i) - P_m(i-1)$

(i=semaine 1, semaine 2,.....semaine 5)

3.2.1.3. Effets considérés

Dans ce travail, sont présentés les résultats liés à l'effet génétique, à l'effet lot, à l'effet semaine d'allaitement, et enfin à l'effet parité.

3.2.1.3.1. Effet type génétique

Deux niveaux : la population blanche et la souche synthétique.

3.2.1.3.2. Effet lot

Deux niveaux : le lot témoin et le lot expérimental (recevant le complément alimentaire).

3.2.1.3.3. Effet semaine d'allaitement

Trois niveaux ont été définis pour la production laitière : semaine 1, semaine 2 et semaine3.

Cinq niveaux ont été choisis pour la croissance des lapereaux : semaine1, semaine2, semaine3, semaine 4 et semaine5.

3.2.1.3.4. Effet parité

L'ordre de portée est défini suivant quatre niveaux :

- Parité 1 (femelles ayant déjà fait une seule mise bas).
- Parité 2 (femelles ayant fait deux mises bas).
- Parité 3 et 4 (femelles ayant déjà fait trois et quatre mises bas).
- Parité 5&+ (femelles ayant fait cinq mises bas et plus).

3.2.1.3.5. Effet poids des lapines

Cinq niveaux ont été définis :

- Le poids des lapines à la mise bas.
- Le poids des lapines au 7^{ème} jour de lactation.
- Le poids moyen des lapines à la première semaine.
- Le poids moyen des lapines à la deuxième semaine.
- Le poids moyen des lapines à la troisième semaine.

3.2.1.4. Traitements statistiques

L'ensemble des variables a été analysé en utilisant des modèles d'analyse de variance à effets fixés avec la procédure GLM (General Linear Model, bibliothèque SAS /STAT, version 8, 2000).

Les résultats obtenus sont présentés sous forme de tableaux et de graphes. Les présentations graphiques sont réalisées à l'aide de Microsoft Excel 2010. Les significations statistiques sont notées :

- ns : non significatif;
- * : significatif au seuil de 5 p100;
- ** : significatif au seuil de 1 p 100 ;
- *** : significatif au seuil de 1 p mille.

Quand l'effet est globalement significatif, les moyennes sont comparées 2 à 2 par un test de Student. Les moyennes significativement différentes au seuil de 5% sont suivies de lettres différentes (^a, ^{ab}, ^b, ^c, ...).

3.2.2. Résultats et discussion

Dans cette section, nous présenterons en premier, les résultats concernant la production laitière des lapines ainsi que quelques facteurs de variation. Dans un deuxième temps, nous exposerons les données concernant la croissance des lapereaux et également les facteurs de variation.

3.2.2.1. Analyse de l'aliment commercial

En comparant les résultats des analyses de la composition chimique de l'aliment commercial distribué aux lapines avec les données de la bibliographie (Lebas, 2004), les résultats ont révélé un déséquilibre très important de la majorité des constituants (Tableau 22), traduit par une carence très importante en protéines et minéraux. En effet, la teneur de l'aliment en protéines brutes est de 14,75 %, valeur en-dessous de la norme recommandée pour les lapines reproductrices en élevage semi intensif qui est de 17 à 17,5% (Lebas, 2004). Notre aliment contient donc 3,3% de protéines en moins par rapport aux recommandations. La carence est également visible au niveau de la cellulose brute avec 6,3% de moins et des minéraux, calcium (carence de 0,39%) et phosphore (carence de 0,15%).

Tableau 22: Composition chimique de l'aliment commercial et de l'additif alimentaire.

Composition chimique (% MS)	Aliment commercial	Additif alimentaire
Matière sèche	88,83	90,21
Matière minérale	6,60	8,80
Matière organique	88,9	87,10
Protéine brute	14,75	19,80
Cellulose brute	8,61	5,80
Energie Brute Kcal/Kg	4010	4119
	0,81	2,00
	0,45	1,50

Laboratoire à l'INRA de Toulouse

L'additif alimentaire semble apporter un taux adéquat en protéines brutes et en énergie et une supplémentation optimale en minéraux (Tableaux 21 et 22). Mais comme le protocole expérimental l'indique, cet additif n'est administré que trois fois durant le cycle reproductif et à des doses précises (70g avant la saillie, 79g avant la mise bas et 70g à la mise bas).

3.2.2.2. Production laitière des lapines et consommation moyenne de lait des lapereaux

Comme l'effet « type génétique » a déjà été identifié dans la partie « caractérisation des performances, cette seconde partie sera consacrée aux effets significatifs liés aux lots, en l'occurrence : effet lot, effet interaction lot*type génétique et effet lot*parité).

3.2.2.2.1. Effet lot sur la production laitière de lapines

Les résultats de l'analyse obtenus, indépendamment du génotype des lapines, du nombre moyen de lapereaux allaités, de la quantité moyenne de lait produite et de la consommation moyenne de lait par jour durant la période d'allaitement (0 à 21 jours) sont présentés dans le (Tableau 23)

La production moyenne de lait par lapine tend à être réduite par le traitement expérimental ($P=0,0557$). La consommation de lait par lapereau est également réduite avec le traitement expérimental ($P=0,0394$). Le nombre de lapereaux allaités est en revanche similaire dans les deux lots.

Tableau 23: Nombre moyen de lapereaux nés vivants, production laitière moyenne en 21 jours des lapines et consommation moyenne de lait par les lapereaux en fonction du lot (Moyenne ajustée± erreur-type).

	Lots expérimentaux		Probabilité
	Expérimental	Témoin	
Nombre d'observation	68	78	-
Nombre moyen de lapereaux allaités	7,61±0,45	7,53±0,38	0,2110
Production journalière moyenne de lait (g/j)	136,22±4,91 ^a	149,28±4,57 ^b	0,0557
Consommation moyenne de lait par lapereau/jour (g/j)	17,90±0,66 ^a	19,80±0,62 ^b	0,0394

a,b,c: dans une ligne et pour une variable donnée, les moyennes affectées de lettres différentes sont significativement différentes ($P<0,05$).

La quantité de lait produite au cours des trois semaines d'allaitement s'accroît d'une semaine à la suivante (Figure 40) comme cela a été décrit dans notre précédente expérimentation ainsi que dans les travaux de Maertens *et al.* (2006b). Toutefois, aucun effet significatif n'a été observé entre les deux lots d'animaux. Cependant, pendant la première semaine, la production

de lait est plus élevée dans le lot témoin (149,28 vs. 136,22 g/jour), avec un seuil à la limite de la signification, ($P=0,07$) par rapport au lot expérimental.

La consommation de lait par lapereau et par jour augmente avec les semaines d'allaitement (Figure 41) dans les deux lots d'animaux, sans toutefois présenter de différence significative entre les groupes. Pendant la première semaine, la consommation des lapereaux du lot témoin montre une tendance à être plus élevée ($P=0,06$) par rapport à celle du lot expérimental ($13,95\pm 0,62$ vs. $12,25\pm 0,66$ g/jour, respectivement).

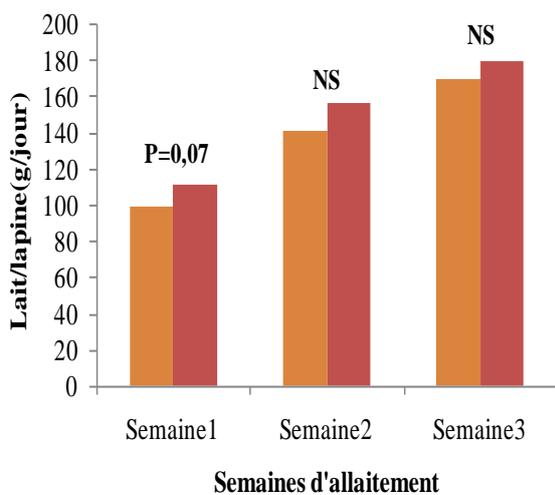


Figure 40 : Evolution de la production laitière des lapines au cours des trois semaines d'allaitement pour les deux lots. (Exp : expérimental, T : témoin).

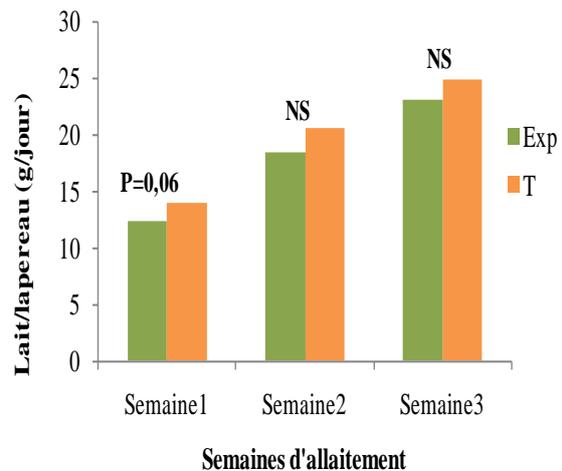


Figure 41 : Evolution de la consommation de lait par lapereau et par jour au cours des trois semaines d'allaitement pour les deux lots. (Exp : expérimental, T : témoin).

Du fait de la mortalité, le nombre de lapereaux allaités diminue au cours de la période observée. Aucune différence significative dans le nombre de lapereaux morts n'a pu, cependant, être enregistrée entre le lot témoin et le lot expérimental (Figure 42).

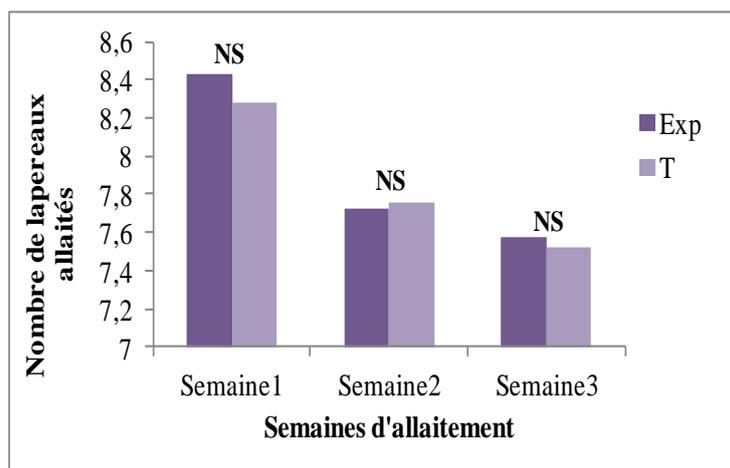


Figure 42 : Evolution du nombre de lapereaux allaités au cours des trois semaines d'allaitement en fonction du lot alimentaire. (Exp :expérimental, T :témoin).

3.2.2.2.3. Effet lot sur le poids des lapines

Sur l'ensemble des lapines, aucun effet significatif du lot n'apparaît sur le poids des lapines depuis la mise bas jusqu'à 21 jours d'allaitement (Tableau 24). À la première semaine d'allaitement, l'effet du lot est à la limite de la signification. En moyenne, les poids des lapines appartenant au lot témoin sont plus élevés que ceux des lapines ayant reçu le traitement expérimental.

Tableau 24 : Poids moyen des lapines en fonction du lot alimentaire.

Périodes	Lot	Poids des lapines	Prob. Stat.
Mise bas	Expérimental	3134,16± 40,00 (68)	0,1911
	Témoin	3247,29 ±37,20 (78)	
7 jours	Expérimental	3238,38± 41,37 (68)	0,2460
	Témoin	3304,23 ± 38,50 (78)	
Semaine 1	Expérimental	3158,88±42,57 (68)	0,0624
	Témoin	3268,14±39,61 (78)	
Semaine 2	Expérimental	3279,85±44,67 (68)	0,3218
	Témoin	3340,55±41,58 (78)	
Semaine 3	Expérimental	3291,67±49,78 (68)	0,6821
	Témoin	3319,59±46,34 (78)	

3.2.2.2.3. Effet de l'interaction type génétique et lot

L'analyse de l'interaction entre les lots alimentaires et le type génétique sur la production laitière, le nombre de lapereaux allaités et la consommation moyenne du lapereau sont présentés dans les figures ci-dessous (Figures 43, 44 et 45).

L'effet de l'interaction sur la production de lait n'est visible qu'à la première semaine d'allaitement. Les lapines de la population blanche semblent plus affectées par le traitement expérimental que les lapines de la souche synthétique. La quantité de lait est significativement réduite dans le lot expérimental par rapport au lot témoin ($92,15 \pm 6,80$ vs. $118,41 \pm 5,61$). Chez les lapines de la souche synthétique, les quantités de lait produites dans les deux lots ne sont pas différentes ($105,12 \pm 7,61$ vs. $104,65 \pm 7,61$) respectivement pour les lots expérimental et témoin.

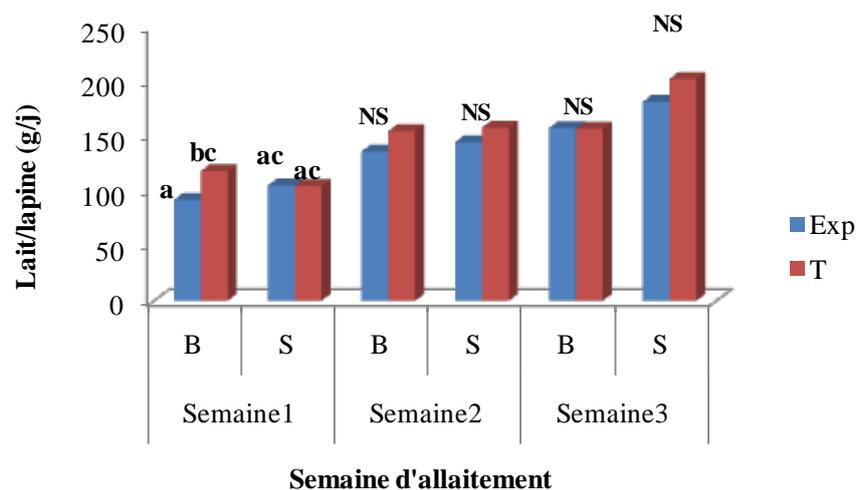


Figure 43 : Effet de l'interaction type génétique et lot alimentaire sur la production laitière des lapines. (B : Population blanche, S : Souche synthétique).

Cette analyse montre également une différence significative du nombre de lapereaux allaités ($P=0,0418$) et une différence hautement significative de la consommation des lapereaux ($P=0,0036$) en fonction de l'interaction du type génétique et du lot alimentaire. Ces différences ne concernent, toutefois, que la seule population blanche et la première semaine d'allaitement.

Le nombre de lapereaux allaités issus des lapines de la population blanche est supérieur dans le lot expérimental. La quantité de lait disponible pour chaque lapereau, quand à elle, est réduite comme cela a déjà été rapporté par la bibliographie. Dans la souche synthétique, les

moyennes du nombre de lapereaux allaités et de la consommation de lait ne sont pas différentes.

Nous pouvons ainsi conclure, qu'à la première semaine de lactation, les lapines de la population blanche supplémentées avec l'additif alimentaire, allaitent un nombre de lapereaux plus élevé mais la quantité de lait produite reste inférieure par rapport à celle produite par les lapines témoins.

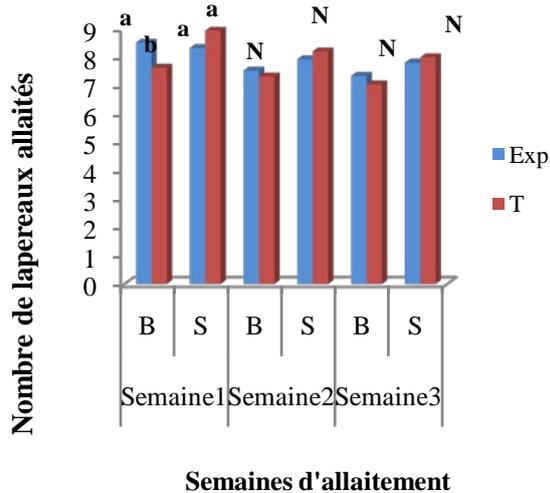


Figure 44 : Effet de l'interaction type génétique et lot alimentaire sur le nombre de lapereaux allaités. (B : Population blanche, S : Souche synthétique).

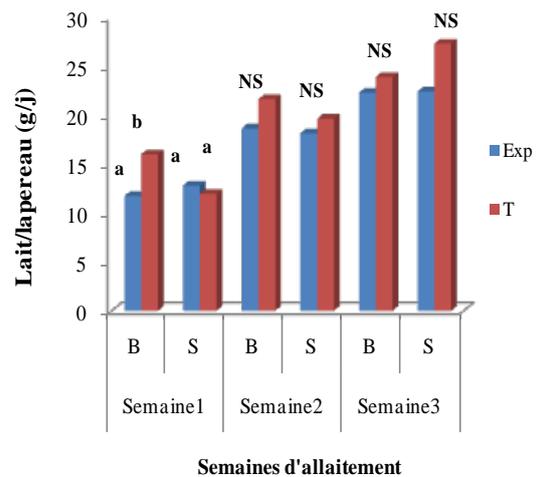


Figure 45 : Effet de l'interaction type génétique et lot alimentaire sur la consommation de lait par lapereau. (B : Population blanche, S : Souche synthétique).

3.2.2.2.4. Effet de l'interaction type génétique*lot sur le poids des lapines

Le poids des lapines est très significativement élevé au 7^{ème} jour de lactation ($P=0,0437$), à la deuxième semaine ($P=0,016$) ainsi qu'à la troisième semaine d'allaitement ($P=0,0107$), lorsque l'on considère le type génétique et le lot alimentaire.

A la première semaine, aucune différence significative n'a pu être mise en évidence entre le poids moyen des lapines appartenant aux deux génotypes et aux deux lots. En revanche, le poids des lapines de la population blanche au 7^{ème} jour de lactation est plus élevé chez les lapines recevant le traitement expérimental ($3359,90 \pm 53,76g$ vs $3317,10 \pm 44,37g$). Le poids des lapines de la souche synthétique n'est pas différent entre les deux lots. C'est également le cas pendant la deuxième semaine ($3427,16 \pm 58,06g$ vs. $3347,26 \pm 47,92 g$) (Tableau 25).

Lors de la troisième semaine d'allaitement, les lapines issues de la population blanche présentent des poids identiques qu'elles appartiennent ou pas aux lots expérimental et témoin. Cependant, seuls les poids des lapines de la souche synthétique sont significativement réduits avec le traitement expérimental (respectivement $3136,95 \pm 72,33\text{g}$ vs. $3331,12 \pm 72,32\text{g}$). Toutefois, il est à signaler que la mise en lot des animaux s'est faite aléatoirement sans tenir compte du poids des lapines au début de l'expérimentation (Tableau 25).

Tableau 25 : Poids des lapines en fonction du type génétique et du lot alimentaire durant la phase (0-21jour).

Stades	Lot	Génotypes	N.obs.	Poids des lapines	Prob. Stat.
Mise bas	EXP	B	34	$3226,48 \pm 51,94$	0,6622
		S	34	$3041,83 \pm 58,06$	
	T	B	47	$3275,63 \pm 42,87$	
		S	31	$3136,14 \pm 58,06$	
7jours	EXP	B	34	$3359,90^a \pm 53,76$	0,0437
		S	34	$3116,85^a \pm 60,10$	
	T	B	47	$3317,10^b \pm 44,37$	
		S	31	$3291,36^a \pm 60,10$	
Semaine1	EXP	B	34	$3246,96 \pm 55,32$	0,2578
		S	34	$3070,80 \pm 61,84$	
	T	B	47	$3293,82 \pm 45,65$	
		S	31	$3242,46 \pm 61,84$	
Semaine2	EXP	B	34	$3427,16^a \pm 58,06$	0,0160
		S	34	$3132,54^a \pm 64,91$	
	T	B	47	$3347,26^b \pm 47,92$	
		S	31	$3333,83^a \pm 64,91$	
Semaine3	EXP	B	34	$3446,39^a \pm 64,70$	0,0107
		S	34	$3136,95^b \pm 72,33$	
	T	B	47	$3308,05^a \pm 53,40$	
		S	31	$3331,12^a \pm 72,32$	

3.2.2.2.5. Effet de l'interaction lot*parité des lapines

Notre étude a montré un effet significatif ($P=0,0255$) de l'interaction du lot alimentaire et la parité des lapines sur la quantité de lait moyenne produite au cours de la phase d'allaitement (Figure 46).

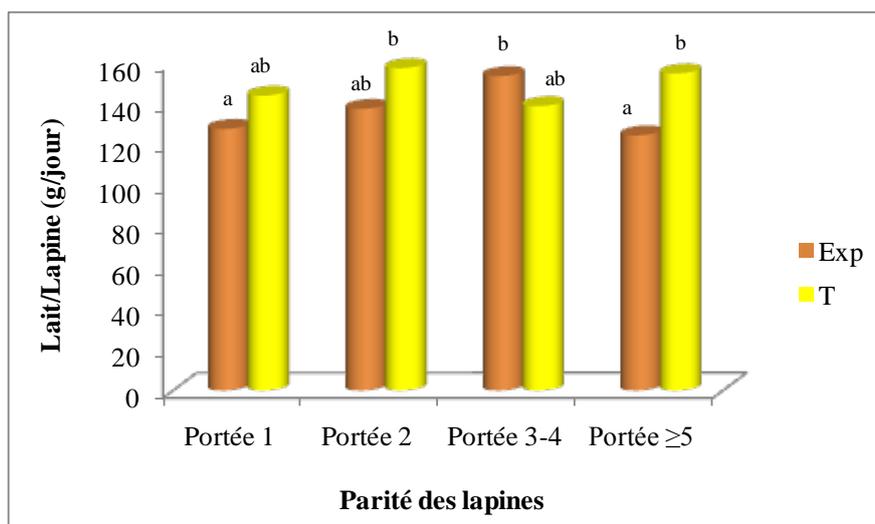


Figure 46 : Production laitière des lapines en fonction du lot alimentaire et de la parité des lapines.

Les moyennes de la production laitière obtenues entre les deux lots alimentaires ne sont pas différentes à la première, à la seconde, à la troisième ni à la quatrième parité. C'est à partir de la cinquième portée que la quantité de lait produite par les lapines appartenant au lot expérimental est significativement réduite par rapport aux lapines témoins. Ceci pourrait être la conséquence de l'état d'engraissement excessif de ces lapines avec l'âge, résultant de l'ingestion de l'aliment expérimental riche en énergie.

3.2.2.3. Croissance pré-sevrage des lapereaux

L'effet de l'additif alimentaire sur le poids moyen des portées, le poids moyen du lapereau ainsi que sur sa vitesse de croissance a porté sur 145 portées.

3.2.2.3.1. Effet lot sur le poids moyen de la portée et le poids moyen du lapereau

Une évolution croissante du poids moyen des portées est constatée en fonction de l'âge. Les portées passent de $473,12g \pm 14,45$ vs. $477,50g \pm 13,85$ à la naissance à un poids de $3947,63g \pm 126,84$ vs. $3913,57g \pm 121,52$ au sevrage (35 jours), respectivement pour les lapereaux issus de lapines expérimentales et témoins. Toutefois aucun effet significatif n'a pu être enregistré entre les deux lots (Figure 47).

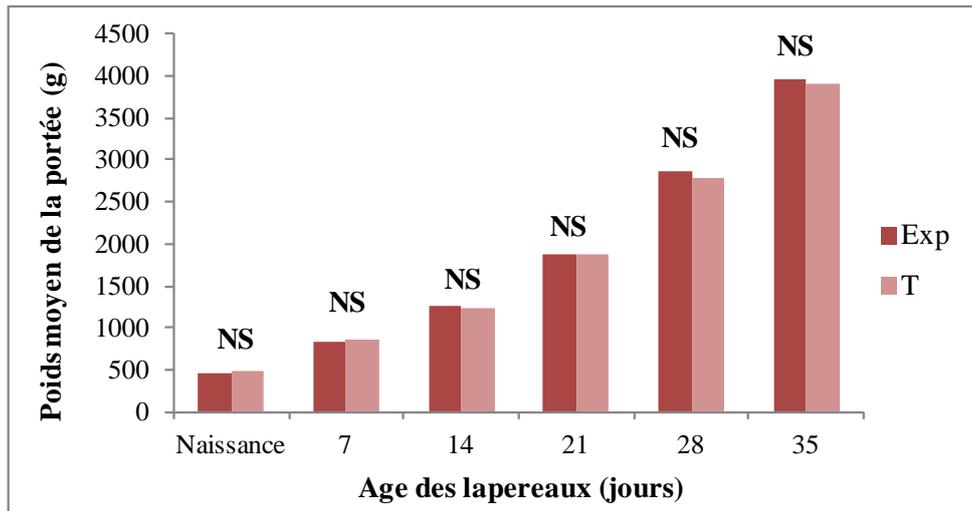


Figure 47 : Evolution du poids des portées en fonction du lot alimentaire.

C'est également le cas pour les poids moyens des lapereaux. A la naissance, un lapereau pèse en moyenne ($53,55\text{g} \pm 1,33$ vs. $53,09\text{g} \pm 1,27$) et ($546,71\text{g} \pm 14,58$ vs. $546,45\text{g} \pm 13,97$) au sevrage, respectivement pour les lapereaux issu de mères expérimentales et témoins. L'analyse n'a montré aucun effet significatif entre les deux lots (Figure 48).

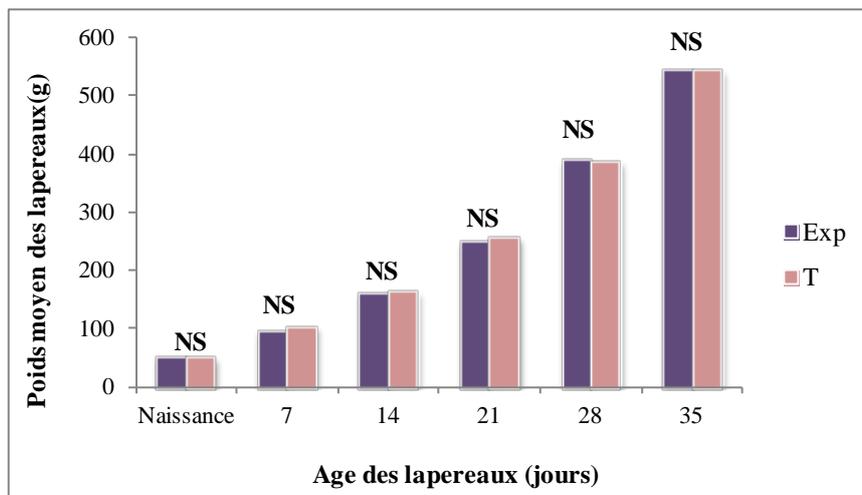


Figure 48 : Evolution du poids moyen du lapereau en fonction du lot alimentaire

3.2.2.3.2. Effet lot sur le gain moyen quotidien des lapereaux

De la naissance au sevrage, les lapereaux grandissent avec une vitesse moyenne de $14,11 \pm 0,39$ g/j pour les lapereaux expérimentaux et de $14,09 \pm 0,37$ g/j pour les témoins.

Le gain moyen quotidien des lapereaux au cours des trois premières semaines d'allaitement (0-21 jours) est de $9,48 \pm 0,31$ vs. $9,80 \pm 0,30$ g/jour, respectivement pour les lapereaux expérimentaux et témoins. Cette valeur est multipliée par 2 à partir de la quatrième semaine,

ce qui correspond au début de la prise alimentaire solide par les lapereaux, pour atteindre une valeur de $21,11 \pm 0,72$ vs. $20,54 \pm 0,69$ g/jour, respectivement pour les lapereaux expérimentaux et témoins.

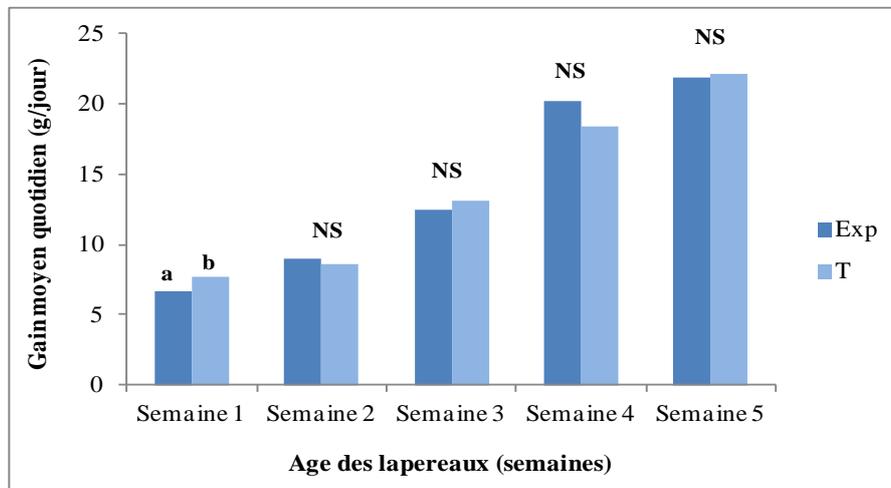


Figure 49 : Evolution du gain moyen quotidien par semaines en fonction du lot alimentaire.

L'évolution du gain moyen quotidien au cours des 5 semaines péri-sevrage est illustrée dans la Figure 49. Pendant la première semaine d'âge, un effet significatif ($P = 0,0304$) a été enregistré entre les deux lots avec toujours une supériorité de la croissance des lapereaux nés de mères témoins ($7,67 \pm 0,30$ g/jour) par rapport aux lapereaux expérimentaux ($6,70 \pm 0,32$ g/jour). Ceci pourrait être expliqué par la production laitière plus importante chez les mères témoins $111,53 \pm 4,87$ g par rapport aux mères expérimentales $98,64 \pm 5,24$ g à la première semaine ainsi que par une consommation moyenne de lait par lapereau plus importante dans le lot témoin par rapport au lot expérimental. Par la suite, aucun effet significatif n'a été noté car d'une part la production laitière des lapines est similaire dans les deux lots et, d'autre part, à partir du 17^{ème} jour d'âge les lapereaux commencent à ingérer de l'aliment solide donc deviennent indépendants du lait maternel.

Le modèle d'analyse ne révèle aucun effet significatif de l'interaction génotype * lot sur les poids des portées et les poids moyens des lapereaux, ni sur les gains moyens. Il en est de même pour les indices de consommation.

Au terme de cette étude, on peut retenir que :

Sur l'ensemble des paramètres étudiés, aucun effet significatif de l'additif alimentaire n'a été trouvé.

3.3. Effet de la taille de portée née et de la taille de portée allaitée sur les aptitudes laitières des lapines et sur la croissance des lapereaux durant la phase d'allaitement

3.3. Effet de la taille de portée née et de la taille de portée allaitée sur les aptitudes laitières des lapines et sur la croissance des lapereaux durant la phase d'allaitement

La croissance des lapereaux au cours des semaines suivant leur naissance dépend en majeure partie de la production laitière de leur mère (Szendrő, 2000). Cette production laitière dépend en particulier du potentiel de la souche considérée, des conditions d'alimentation ou d'élevage et surtout de la taille de la portée allaitée (Lebas, 1969; Lukefahr *et al.*, 1981; Garcia-Dalmán *et al.*, 2012). Des travaux déjà anciens, chez la chèvre ou la souris par exemple, ont montré que la production laitière des mères est également influencée par le nombre de fœtus portés pendant la gestation (Hayden *et al.*, 1979, Eisen *et al.*, 1980). Cet effet serait la conséquence du développement de la glande mammaire en fin de gestation sous l'influence des hormones placentaires. Toutefois, cette liaison positive entre le nombre de fœtus et le taux d'hormones lactogènes placentaires n'a pas été clairement établie dans le cas de la lapine (Khalil, 1994).

De manière à clarifier le rôle relatif du nombre de lapereaux en fin de gestation et de la taille de la portée allaitée, nous avons conduit une étude sur la production laitière des lapines et la croissance des lapereaux de deux souches différentes par leur prolificité et dont la taille de portée allaitée a été modifiée juste après la naissance par ajout ou retrait de lapereaux.

3.3.1. Protocole expérimental

Ces travaux ont été conduits dans un élevage commercial cunicole de Tizit, entre juin et décembre 2013. Au total l'étude a porté sur 85 portées appartenant à deux génotypes : 42 portées issues de population blanche (PB) et 43 portées de souche synthétique (SS), provenant de 38 et 35 femelles respectivement. Ces lapines ont été suivies durant 3 cycles de reproduction, de la saillie jusqu'au sevrage de leurs portées.

Au fur et à mesure des naissances, les portées ont été réparties en 3 classes : petites (P), moyennes (M) et grandes (G) en fonction du nombre de nés vivants: <6, 6-8 et >8, respectivement. Au sein de chaque classe trois jours après la mise bas, la taille de portée a été modifiée par adoption ou retrait de lapereaux de même génotype afin d'obtenir 3 autres classes de portées allaitées, avec les mêmes limites de classe. Cette répartition a permis d'obtenir un schéma factoriel 3 x 3 correspondant à 3 classes de taille de portées nés vivants et 3 classes de portées allaitées. Ce schéma a été appliqué à des lapines des deux génotypes PB,

à prolificité modérée et SS ayant en moyenne 1,5 à 2 lapereaux de plus à la naissance (Bolet *et al.*, 2012; Zerrouki *et al.*, 2012, 2014).

3.3.1.1. Contrôles effectués

L'ensemble des mesures ont été réalisées sur les lapines et les lapereaux durant la période allant de la mise-bas au sevrage.

- A la mise bas : poids des femelles et leurs portées, ainsi que le nombre de nés totaux (NT) et nés vivants (NV).
- De la naissance à 21 jours : pesée des femelles et leurs portées avant et après allaitement, deux à trois fois par semaine afin de déterminer la production laitière des femelles.
- Après l'âge de 21 jours : une seule pesée des portées deux fois par semaine jusqu'au sevrage (35^{ème} jour) afin de suivre la croissance des lapereaux.

La balance utilisée pour la pesée des animaux durant toute l'expérimentation a une capacité de $6 \pm 0,002$ kg.

3.3.1.2. Variables calculées et analysées

3.3.1.2.1. Effectifs des lapereaux

- Nombre moyen de lapereaux à la naissance.
- Nombre moyen de lapereaux allaités.
- Nombre moyen de lapereaux sevrés.

3.3.1.2.2. Production laitière

- Quantités de lait produites par jour et par lapine (g) : sont estimées par le poids des portées avant et après tétées.
- Quantité de lait produite par semaine.
- Quantités de lait totales produites en 21 jours : somme des quantités de lait produit par jour de la naissance jusqu'au 2^{ème} jour d'allaitement.

3.3.1.2.3. Croissance des lapereaux

- Poids total (g) de la portée à la naissance (PPN) et au sevrage (PPS).
- Poids moyen des lapereaux de la naissance jusqu'au sevrage (PMS).

$$\text{Poids moyen (PM)} : P_{mi} = PP_i / NV_i$$

- Gain moyen quotidien de (0 -35 jours) (g/jour).

$$\text{Gain moyen quotidien (GMQ)} : GMQ = P_m(i) - P_m(i-1)$$

$$(i = \text{semaine 1, semaine 2,semaine 5})$$

3.3.1.3. Effets considérés

Dans notre modèle d'analyse, nous avons retenu les effets suivants : taille de portée à la naissance, taille de portée allaitée, type génétique, semaine d'allaitement, état physiologique et enfin parité.

3.3.1.3.1. Effet taille de portée à la naissance

Trois niveaux ont été sélectionnés : petites portées (P) ayant un nombre de lapereaux (<6), moyennes portées (M) ayant un nombre de lapereaux entre (6-8) et grandes portées (G) ayant un nombre de lapereaux nés (>8).

3.3.1.3.2. Effet taille de portée allaitée

Trois niveaux ont été choisis : petites portées (P), moyennes portées (M) et grandes portées (G).

3.3.1.3.3. Effet type génétique

Deux niveaux ont été définis : population blanche et souche synthétique.

3.3.1.3.4. Effet semaine d'allaitement

Pour la production laitière trois niveaux ont été définis : semaine 1, semaine 2 et semaine 3.

3.3.1.3.5. Effet parité

Trois niveaux ont été définis : les lapines primipares, secondipares et multipares.

3.3.1.4. Analyses statistiques

Les données ont été analysées avec le logiciel SAS, avec les différentes interactions prises 2 à 2. Compte tenu des différences d'effectif entre les différentes cellules du schéma factoriel, les résultats sont exprimés sous forme de moyennes ajustées par la méthode des moindres carrés (Lsmeans de la procédure GLM de SAS). Lorsque les moyennes sont affectées d'une lettre différente, elles diffèrent entre elles au seuil $P=0,05$.

Les significations statistiques sont notées comme suit :

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

a, b, c : indique des différences significatives entre les moyennes deux à deux au seuil de 5%. La présentation graphique des résultats obtenus a été réalisée en utilisant Microsoft Excel 2010.

3.3.2. Résultats et discussion

Aucune des interactions calculées n'a atteint le seuil de signification ($P > 0,10$). Aussi, les facteurs unitaires sont-ils présentés séparément.

3.3.2.1. Influence de la taille de portée à la naissance (nés vivants)

3.3.2.1.1. Production laitière des lapines

La production moyenne de lait des lapines au cours des 3 semaines d'allaitement contrôlé (Figure 50) s'accroît d'une semaine à la suivante comme cela est classiquement observé chez la lapine (Maertens *et al.*, 2006).

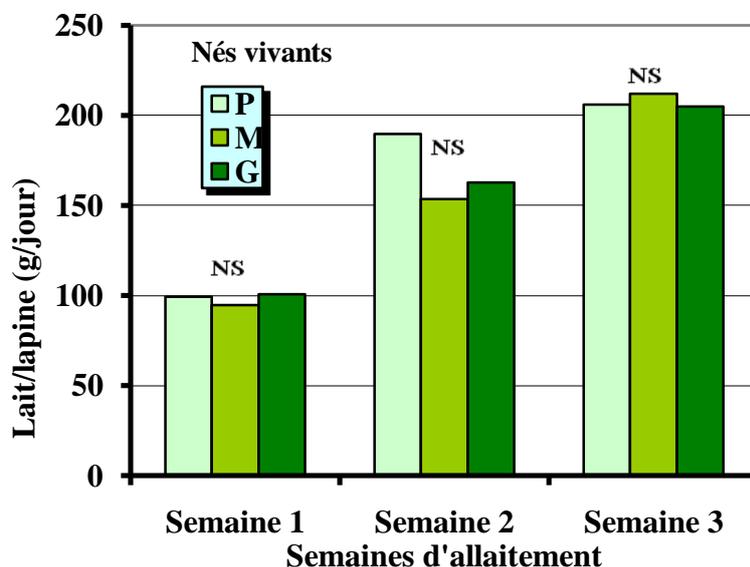


Figure 50: Evolution de la production laitière des lapines au cours des 3 semaines d'allaitement pour les 3 classes de lapereaux à la naissance (nés vivants).

Par contre, pour aucune des semaines considérées on n'observe d'effet significatif quant au nombre de lapereaux nés vivants. Cette absence de différence significative est aussi constatée sur la production moyenne des 21 jours de contrôle (Tableau 26). Ainsi, la production laitière des lapines semble indépendante de la taille de la portée à la naissance, contrairement à ce qui a été décrit par exemple chez la souris pour laquelle une corrélation positive de 0,17 (0,6 à 0,30) a été observée en moyenne sur un ensemble de 17 lignées génétiques (Eisen *et al.*, 1980).

3.3.2.1.2. Consommation des lapereaux

Les lapereaux dont la mère nourricière a eu une petite portée (5 lapereaux nés vivants ou moins) ont disposé de plus de lait par tête au cours de la première semaine (Figure 51). Cet avantage est encore en partie observé au cours de la 2^{ème} semaine, mais disparaît totalement au cours de la 3^{ème} semaine d'allaitement.

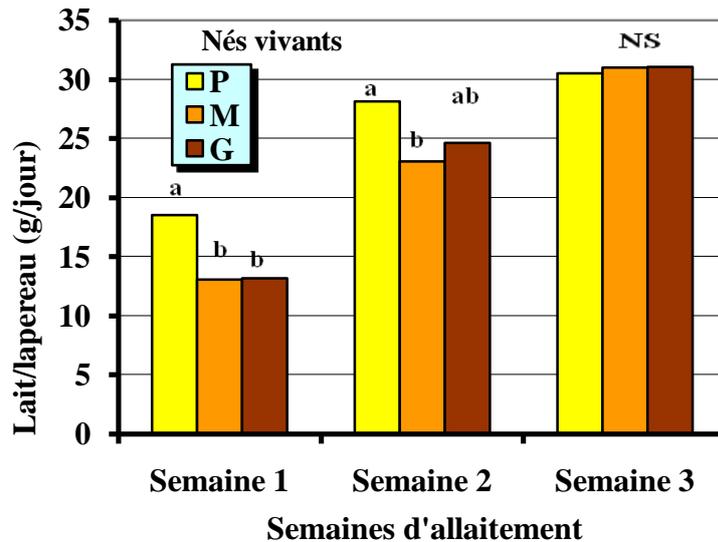


Figure 51 : Evolution de la consommation moyenne de lait par lapereau et par jour au cours des 3 semaines d'allaitement pour les 3 classes d'effectif de lapereaux à la naissance (nés vivants).

En moyenne, sur les 21 jours d'allaitement contrôlé, les lapereaux nourris par des mères ayant donné peu de lapereaux ont disposé de plus de lait que ceux nourris par des lapines plus prolifiques, mais l'écart n'est pas significatif (Tableau 26). Il convient de souligner que cette classe de taille de portées à la naissance ne comporte que 16 portées, ce qui rend la moyenne très sensible à l'effet du potentiel laitier d'une ou deux lapines.

Tableau 26 : Production laitière moyenne en 21 jours des lapines et consommation moyenne de lait par les lapereaux en fonction de la taille de la portée à la naissance (nés vivants) puis mis à allaiter (après adoption ou retrait de lapereaux) - Moyenne ajustées.

	Classes de taille de portée née vivants			Coef. variation résiduelle.%	Probabilité
	Petite	Moyenne	Grande		
Nombre de portées	16	26	46	-	-
Nés vivants / portée	3,05 ^a	7,44 ^b	10,69 ^c	15,1	< 0,001
Effectif /portée après équilibre	6,80	7,38	7,29	10,9	0,115
Lait / lapine g/jour	165,0	153,5	156,2	25,6	0,796
Lait / lapereau g/jour	25,7	22,4	23,0	22,5	0,311
	Classes de taille de portée mise à allaiter			Coef. variation résiduelle.%	Probabilité
	Petite	Moyenne	Grande		
Nombre de portées	28	23	34	-	-
Nés vivants / portée	7,26	6,94	6,98	15,1	0,141
Effectif /portée après équilibre	4,85 ^a	7,06 ^b	9,40 ^c	10,9	< 0,001
Lait / lapine g/jour	120,8 ^a	160,4 ^b	193,5 ^c	25,5	< 0,001
Lait / lapereau g/jour	24,8	24,3	22,0	22,5	0,356

3.3.2.1.3. Poids de la portée et le poids moyen du lapereau

Les poids moyens des portées sont de même niveau au cours de la première semaine, dans les trois groupes. Les écarts apparaissent à partir de la semaine 2, et augmentent au cours des trois autres semaines jusqu'à la semaine 5 (Figure 52). A 35 jours, l'écart est de l'ordre de 937g entre les deux classes extrêmes (P et G) et de 530g entre les portées moyennes et les grandes ($P < 0,001$).

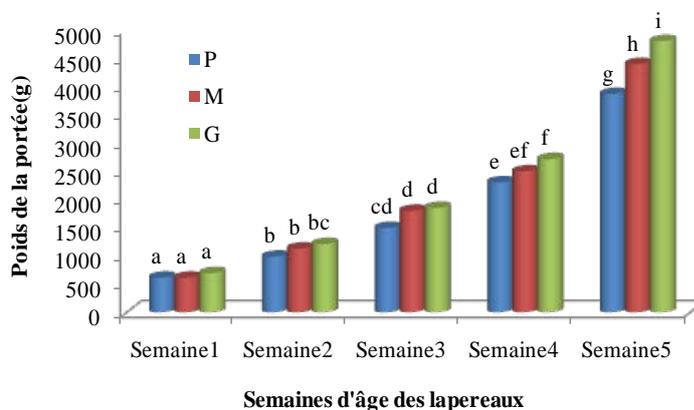


Figure 52: Evolution du poids de la portée en fonction de l'âge pour les trois tailles de portées à la naissance.

Le modèle d'analyse ne montre aucune différence significative de taille de portée née sur le poids moyen des lapereaux au cours des deux premières semaines d'allaitement. En revanche, à partir de la troisième semaine, l'effet est très hautement significatif ($P < 0,0001$) (Figure 53). Ainsi, les lapereaux sont plus légers (respectivement 629g et 603g) pour les portées moyennes et grandes par rapport aux plus petites (780g). Ceci est en relation directe avec la plus faible consommation de lait dans les grandes portées.

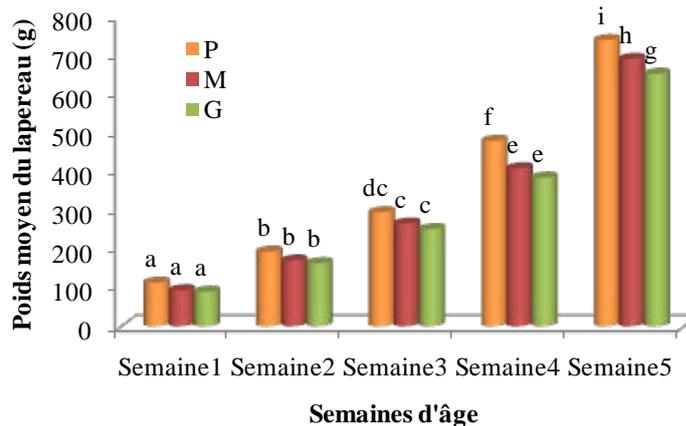


Figure 53 : Evolution du poids moyen du lapereau en fonction de l'âge pour les trois tailles de portées à la naissance.

3.3.2.2. Influence de la taille de la portée allaitée

3.3.2.2.1. Production laitière des lapines

Comme cela est généralement décrit chez la lapine (Lebas, 1969; Maertens *et al.*, 2006b), la production laitière des lapines augmente avec la taille de la portée allaitée (Tableau 21). L'augmentation de la production pour le groupe des grandes portées par rapport à celui des petites portées allaitées s'accroît même entre la première et la troisième semaine et passe de +48% à +81% (Figure 54).

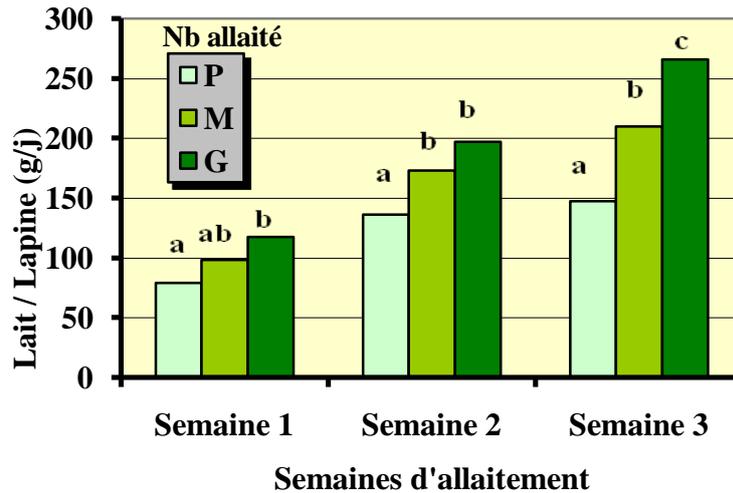


Figure 54 : Evolution de la production laitière des lapines au cours des 3 semaines d'allaitement pour les trois classes de taille de portée allaitée.

3.3.2.2.2. Consommation des lapereaux

Contrairement à ce qui a été décrit dans d'autres conditions (Lebas, 1969, Maertens *et al.*, 2006b), la quantité de lait disponible par lapereau allaité ne varie pas de manière significative en fonction de la taille de la portée allaitée (Tableau 26). L'effet classique de réduction de la quantité de lait disponible par lapereau avec l'augmentation de la taille de portée est bien observé au cours de la seconde semaine d'allaitement ($P=0,029$), mais disparaît totalement en troisième semaine ($P=0,975$) (Figure 55).

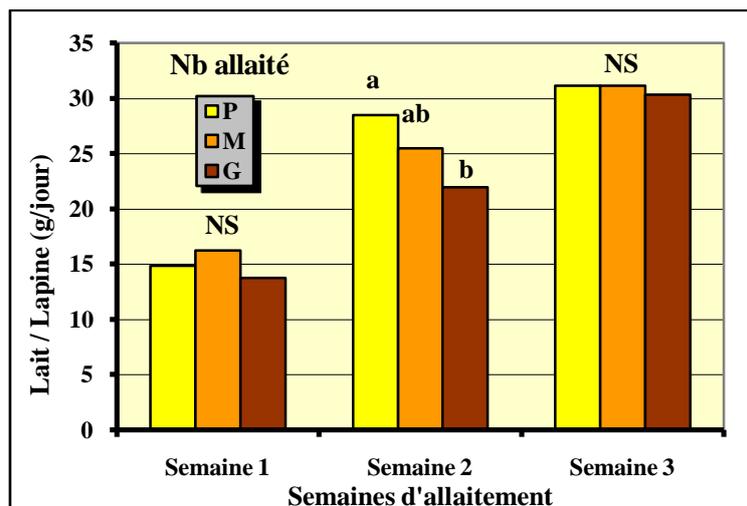


Figure 55 : Evolution de la consommation moyenne de lait par lapereau et par jour au cours des 3 semaines d'allaitement pour les trois classes de taille de portée allaitée.

3.3.2.2.3. Poids moyen du lapereau allaité

L'effectif des lapereaux allaités par la mère affecte significativement le poids moyen des lapereaux ($P < 0,001$) quel que soit leur âge (Figure 56). Les petites portées pèsent en moyenne 18 g de plus à la première semaine que les grandes portées, l'écart augmente pour atteindre la valeur de 176 g à la cinquième semaine (Figure 56).

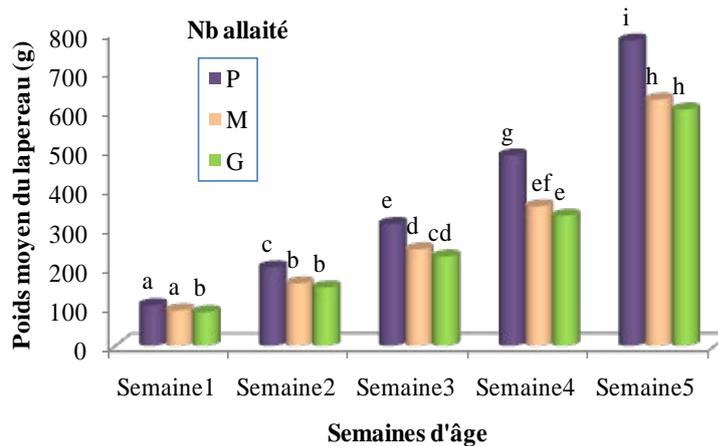


Figure 56 : Evolution du poids moyen du lapereau en fonction des semaines d'âge pour les trois classes de taille de portée allaitée.

La faible croissance des lapereaux issus des grandes portées est en relation directe avec la plus faible consommation de lait car, même si les quantités de lait produites augmentent avec le nombre de lapereaux allaités, la consommation par lapereau diminue, ce qui confirme les données de la littérature (Lebas, 1969; Szendrö 2000 ; Perrier *et al.*, 2003).

3.3.2.3. Effet du type génétique

3.3.2.3.1. Production laitière des lapines et consommation des lapereaux

La quantité de lait produite par lapine et par lapereau en fonction du type génétique est illustrée dans le Tableau 27.

Tableau 27 : Production laitière moyenne en 21 jours des lapines et consommation moyenne de lait par les lapereaux en fonction du génotype - Moyenne ajustée -

	Génotype		CV %	Proba.
	PB	SA		
Nb portées	42	43		
Nés viv./ MB	7,04	7,08	15,6	0,908
Nb Allaité / portée	7,10	7,10	10,9	0,976
Lait / lapine (g/jour)	148,3	168,2	25,6	0,050
Lait / laper. (g/j.)	23,1	24,3	22,5	0,347

La répartition en classes de tailles des portées des deux génotypes a conduit, dans l'échantillon étudié, à des tailles de portées identiques pour les deux génotypes tant pour les lapereaux nés vivants que pour les portées allaitées.

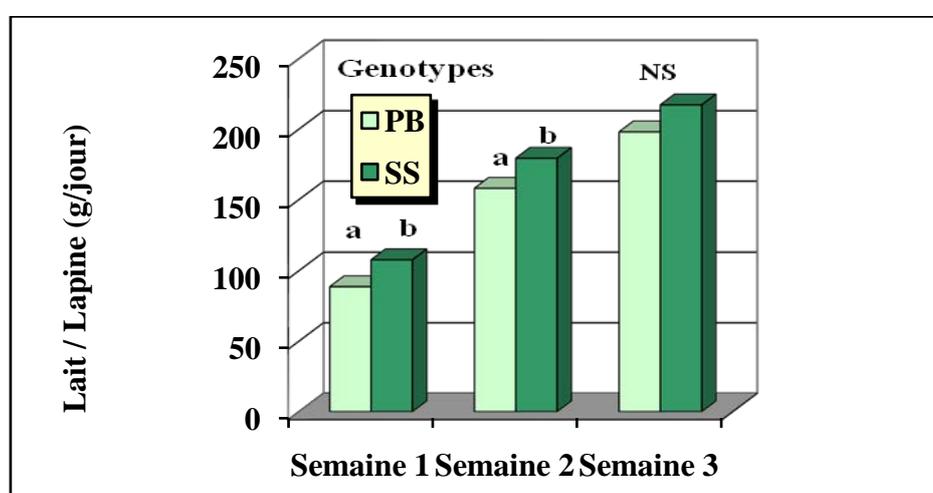


Figure 57 : Evolution de la production laitière des lapines au cours des 3 semaines d'allaitement pour les 2 génotypes.

La production laitière en 21 jours est plus élevée chez les lapines de souche améliorée SA (+13%). Cette supériorité est nette au cours de la première semaine d'allaitement (+21%; $P=0,046$) mais s'estompe par la suite (Figure 57).

Les écarts entre les deux génotypes concernant la quantité de lait disponible par lapereau allaité ne sont pas significatifs, y compris pendant la première semaine d'allaitement ($P=0,092$) (Figure 58).

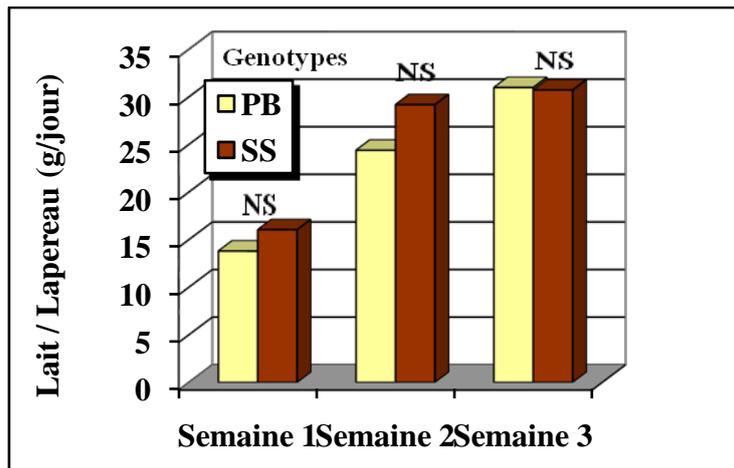


Figure 58 : Evolution de la consommation moyenne de lait par lapereau et par jour au cours des 3 semaines d'allaitement pour les 2 génotypes.

3.3.2.3.2. Croissance des lapereaux

Les caractéristiques pondérales des lapereaux appartenant aux deux types génétiques sont illustrées dans le Tableau 28.

Tableau 28 : Effet du type génétique sur le poids moyen du lapereau

Caractéristiques	Types génétiques		Prob.
	Souche synthétique	Population blanche	
Poids moyen du lapereau (21j) (g)	348 ^b (302)	316 ^a (300)	0,02
Poids moyen du lapereau au sevrage (35) (g)	787 ^b (61)	716 ^a (57)	0,00
Gain moyen quotidien (0-35j) (g/jour)	20 (412)	19 (523)	0,42
Mortalité naissance-sevrage (%)	21(61)	20 (57)	0,85

Le poids moyen des lapereaux de la souche synthétique est significativement plus élevé que celui des lapereaux de la population blanche en fin de lactation (+32g, $P < 0,02$) (Tableau 23). Cet écart très significatif persiste même au sevrage (+ 71 en faveur de la souche synthétique, $P < 0,001$), malgré des vitesses de croissance des lapereaux similaires chez les deux types génétiques (19-20g/jour).

On signalera que l'interaction type génétique x nombre de lapereaux laissés sous la mère sur la quantité de lait produite est très significative ($P < 0,01$) et en faveur de la souche synthétique.

Nous retiendrons que dans nos conditions expérimentales :

- en moyenne pour les 21 jours de lactation, ni la production laitière des lapines, ni la quantité de lait disponible par lapereau n'ont été influencées significativement par la taille de la portée à la mise bas (nés vivants) lorsque la taille des portées a été ensuite équilibrée.
- en moyenne pour les 21 jours de lactation, la production laitière des lapines s'accroît classiquement avec le nombre de lapereaux allaités, mais que dans notre cas sur l'ensemble de la période considérée, cela ne se fait pas au détriment de la quantité de lait disponible pour chaque lapereau.
- les lapines de la souche améliorée décrite par Bolet *et al.* (2012), mises en situation de terrain, ont bien une meilleure capacité de production laitière que les lapines de la population blanche.
- la croissance des lapereaux dépend à la fois de la taille de portée née et du nombre de lapereaux allaités, sans effet avec la production laitière.

4. Discussion Générale

4. Discussion générale

L'objectif principal de cette thèse a été d'évaluer les performances laitières des femelles et la croissance péri sevrage de leurs lapereaux chez deux génotypes de lapins existants en Algérie: la population blanche (PB) et la souche synthétique (SS).

Globalement, l'analyse des résultats enregistrés sur deux sites d'élevage différents (Coopérative de Djebba et élevage privé de Tigzirt) sur des lapines conduites en rythme semi intensif avec un mode d'accouplement en saillie naturelle a permis de mettre en évidence une production laitière totale pour la période d'allaitement (0-21jours) de (3116g) chez la souche synthétique et de (3005g) pour la population blanche, sans effet significatif sur la production journalière moyenne par lapine (148,38g vs. 143,09g) et par lapereau (19,02g/j vs. 19,94g/j) respectivement pour la SS et la PB, et ce, en dépit d'un nombre de lapereaux allaités significativement plus élevé ($P=0,0124$) chez la souche synthétique (8,18 lapereaux) par rapport à la population blanche (7,47 lapereaux).

Les caractéristiques pondérales des lapereaux à la naissance et au sevrage sont significativement influencées par le type génétique. A la naissance, le lapereau de la population blanche est plus lourd que le lapereau de la souche synthétique (57g vs. 52g) respectivement, ce qui est cohérent avec la faible taille de portée à la naissance enregistrée chez les lapines de la population blanche (8,67 vs. 9,38 lapereaux). En revanche, au sevrage la situation est complètement inversée : le poids du lapereau de la souche synthétique est supérieur à celui de la population blanche (667g vs. 598g). La vitesse de croissance est supérieure chez la souche synthétique (17g/j vs. 15,5g/j, $P= 0,0029$) pendant toute la période péri-sevrage (0-35jours). Il faut toutefois préciser qu'aucune influence du génotype sur le gain moyen quotidien n'a été mise en évidence sur la phase d'allaitement strict (0-21jours). En revanche, au cours des deux dernières semaines d'allaitement (21-35jours), l'influence du génotype est très significative ($P= 0,0032$) avec une prédominance de la souche synthétique (25,7g/j vs. 22,6g/j). Compte tenu de ces résultats et des données obtenues sur la quantité de lait produite par lapine et par lapereau durant les trois premières semaines d'allaitement exclusif qui s'avèrent non significatifs quel que soit le type génétique, nous pouvons supposer que la vitesse de croissance élevée chez les lapereaux de la souche synthétique constitue l'une des particularités de cette souche.

Cependant, ces caractéristiques pondérales sont faibles comparées à celles observées dans les élevages européens. Le calcul des corrélations entre la production laitière des lapines et les caractéristiques de croissance des lapereaux a révélé des coefficients relativement importants durant les trois premières semaines d'allaitement. En effet, la relation entre la production laitière et le poids des portées, au cours de cette phase, est plus forte à la fin de la deuxième semaine ($R=0,73$). La corrélation entre la production moyenne de lait en 21 jours et le poids des portées au sevrage est de ($R=0,68$). Le degré de liaison entre le lait consommé par le lapereau et son poids au sevrage est de ($R=0,54$) et de ($R=0,58$) avec sa vitesse de croissance.

Le faible poids obtenu au sevrage est lié au faible poids de naissance, mais surtout à la faible capacité laitière des mères (3116g pour la souche synthétique et 3005g de lait pour la population blanche produits en 21 jours). Ceci pourrait être dû d'une part, à la déficience importante en protéines et en calcium de l'aliment commercial distribué, et, d'autre part, au faible poids adulte de ces lapines (qui est en moyenne de 3,4 kg pour la population blanche et 3,3 kg pour la souche synthétique) ainsi qu'au potentiel laitier relativement limité de ces populations. En effet, la production laitière est conditionnée par le niveau alimentaire pendant la période d'allaitement (Fortun, 1994). Or, les protéines et les minéraux, essentiellement le calcium, sont indispensables à l'augmentation de la production laitière et une carence pourrait diminuer l'aptitude laitière de ces femelles. Une carence de 13 à 16 % de protéines réduit en effet, la production laitière des lapines et le poids au sevrage des lapereaux (Lebas, 1989). Le déficit en calcium peut engendrer également une décalcification et une fragilité osseuse surtout chez les lapines allaitantes. Ce point relatif à l'alimentation, sera traité dans la seconde partie de notre travail, où nous avons pour objectif d'améliorer les aptitudes lactières des lapines via une complémentation minérale et alimentaire.

Parmi les facteurs de variation analysés dans cette étude, l'effet de la parité nous semble le plus marquant. En effet, le nombre de nés vivants par mise bas est affecté par l'effet de la parité. Il est réduit chez les primipares par rapport aux multipares mais à partir de la cinquième parité, le nombre de lapereaux commence à diminuer. Au sevrage, le nombre de lapereaux sevrés n'est pas significativement affecté par la parité.

Le nombre de lapereaux allaités n'est significativement différent en fonction de l'ordre de mise bas qu'à la première semaine d'allaitement. C'est également le cas pour la production laitière des lapines qui augmente de manière curvilinéaire avec la parité et confirme les

données de la bibliographie (McNitt et Lukefahr, 1990; Pascual *et al.*, 1999; Xiccato *et al.*, 2004 et Maertens *et al.*, 2006a)

Les lapines primipares donnent naissance à des portées significativement moins lourdes que celles des parités suivantes. Cette tendance persiste jusqu'au sevrage des portées. Aucun effet n'est enregistré pour le poids moyen du lapereau à la naissance. A partir du 21^{ème} jour d'âge jusqu'au 35^{ème} le poids des lapereaux issus de femelles multipares est plus élevé que chez les animaux primipares.

Les tailles et poids des portées à la naissance sont plus élevés chez les lapines multipares par rapport aux lapines primipares. Ces observations confirment les résultats cités par la littérature. L'accroissement de la prolificité avec le nombre de lapereaux par portée est lié à une augmentation du potentiel ovulatoire des femelles multipares. Le nombre plus élevé de petits sevrés par mise bas chez les femelles multipares est aussi lié à une augmentation de la production laitière des femelles avec la parité, aboutissant ainsi à de meilleurs poids au sevrage chez ces lapines.

Une taille élevée pour la portée allaitée influence positivement la quantité totale de lait produite par semaine et en 21 jours. Par contre, l'effet est négatif sur la croissance des lapereaux et sur la consommation moyenne de lait par lapereau et par jour. Ainsi, les femelles produisent plus de lait lorsque la portée est grande, mais la quantité de lait disponible par lapereau est plus faible. Ainsi les poids individuels des lapereaux à la naissance et au cours de la période naissance-sevrage diminuent lorsque la taille de portée s'accroît. La vitesse de croissance est plus faible engendrant ainsi des poids au sevrage plus faibles dans ces grandes portées. Nos résultats confirment ceux rapportés par la bibliographie.

L'essai d'amélioration de la prolificité et de la production laitière des lapines chez les deux types génétiques suivies a été mis en œuvre avec l'utilisation d'un complément alimentaire LAPETY STIMULANT. Cet additif alimentaire apporte un taux adéquat en protéines brutes et en minéraux.

Les résultats obtenus pendant la période d'allaitement strict (0-21jours) révèlent que la production moyenne de lait par lapine tend à être réduite par le traitement expérimental ($P=0,0557$). La consommation de lait par lapereau est également réduite avec le traitement

expérimental ($P=0,0394$). Le nombre de lapereaux allaités est en revanche similaire dans les deux lots.

L'effet de l'interaction entre les lots alimentaires et le type génétique sur la production de lait n'est visible qu'à la première semaine d'allaitement et uniquement sur les lapines de la population blanche. En effet ces lapines supplémentées avec l'additif alimentaire, allaitent un nombre de lapereaux plus élevé sans augmentation de la quantité de lait produite par rapport aux lapines témoins. Ces résultats pourraient être dus soit à un dosage insuffisant de la supplémentation en complément « LAPETY STIMULANT » compte tenu de la carence importante en éléments nutritifs qu'à révélé l'analyse de l'aliment commercial, ou bien au potentiel génétique limité des lapines qui, malgré ce rajout en complément alimentaire, ne produisent pas davantage de lait. L'absence d'influence sur la production laitière se reflète sur la croissance des lapereaux. En effet, durant toute la période péri-sevrage, les poids des portées et également le poids moyen des lapereaux sont semblables dans les deux lots d'animaux.

La troisième partie de cette thèse a été essentiellement consacrée à la mise en évidence d'un effet relatif de la taille de portée née et allaitée sur la production laitière des lapines et sur la croissance des lapereaux durant la phase d'allaitement.

Dans nos conditions expérimentales, durant les 21 jours de lactation, ni la production laitière des lapines, ni la quantité de lait disponible par lapereau n'ont été influencées significativement par la taille de la portée à la mise bas (nés vivants) lorsque la taille des portées a été équilibrée. En moyenne, au cours des 21 jours de lactation, la production laitière des lapines a augmenté classiquement avec le nombre de lapereaux allaités, mais dans notre expérimentation et sur la totalité de la période considérée, cette augmentation n'a pas eu lieu au détriment de la quantité de lait disponible pour chaque lapereau,

L'effet de la taille de portée née sur la croissance n'est visible qu'à partir de la troisième semaine d'allaitement. Tandis qu'en fonction de la taille de portée allaitée la différence est significative sur toute la période d'allaitement. La faible croissance des lapereaux issus des grandes portées est en relation directe avec la plus faible consommation de lait, car même si les quantités de lait produites augmentent avec le nombre de lapereaux allaités, la consommation par lapereau diminue, ce qui confirme les données de la littérature (Lebas, 1969; Szendrő 2000 ; Perrier *et al.*, 2003).

5. Conclusion générale

5. Conclusion générale

Nos investigations ont été mises en œuvre dans deux élevages professionnels où nous avons aménagé un espace pour le déroulement de nos essais. Cette situation a favorisé, certes, la réalisation de nos expérimentations, mais quelques difficultés ont, cependant, été rencontrées, notamment pour mesurer la consommation alimentaire des lapines (trémies utilisées par deux lapines).

Les résultats obtenus au cours de ce travail de thèse qui, du point de vue méthodologique, est inspiré d'une méthode d'usage à l'INRA (nombre de répétitions : trois cycles pour chaque expérimentation) ont permis d'améliorer nos connaissances sur les aptitudes lactières des lapines élevées actuellement en Algérie, en l'occurrence la population blanche et la souche synthétique. Nous avons ainsi abouti aux conclusions suivantes :

- La production lactière totale (0-21 jours) est de **(3116g)** chez des lapines de la souche synthétique est de **(3005g)** chez la population blanche, un écart de **+13%** est enregistré lorsque les tailles de portées ont été équilibrées.
- Aucun effet significatif du génotype n'a été révélé sur les poids des lapines. Les lapines de la population blanche pèsent tout autant que les lapines de la souche synthétique (**3,4 kg vs. 3,3 kg**) respectivement.
- La prolificité des lapines à la naissance est supérieure chez la souche synthétique par rapport à la population blanche (**8,67 vs. 9,38** lapereaux nés vivants).
- Le nombre de lapereaux allaités est également significativement plus élevé ($P=0,0124$) chez la souche synthétique avec **8,18** lapereaux vs. **7,47** lapereaux pour la population blanche.
- Le gain moyen quotidien pour la période 0-35 jours est de **17g/j** chez les lapereaux de la SS et **15,5g/j** chez la PB, ce qui limite relativement le potentiel de croissance des lapereaux en phase naissance-sevrage.
- Indépendamment du type génétique, les degrés de corrélation entre la production de lait de la lapine et la consommation du lapereau sur le poids de celui-ci au sevrage (35 jours) ont été estimés respectivement **R=0,68** et **R=0,54**. Le lait reçu par le lapereau joue un rôle prépondérant sur sa vitesse de croissance avant le sevrage (**R=0,54**).

- Dans nos conditions, l'effet escompté de l'additif alimentaire sur les performances lactières des lapines des deux génotypes n'a pas été atteint. Aucune influence significative n'a été enregistrée ni sur la production de lait ni sur la croissance des lapereaux.

- L'augmentation de la production lactière des lapines avec le nombre de lapereaux allaités a été confirmée indépendamment de la taille de portée initiale. En revanche, cette dernière ne semble pas avoir de conséquence sur la capacité de production lactière des lapines au cours des 21 jours suivant la mise bas.

- Au plan pratique cela implique, lors d'adoption ou de retraits de lapereaux pour l'égalisation des portées, que seule la taille de la portée mise à allaiter aura une incidence significative sur la production lactière des femelles allaitantes et donc sur la croissance des lapereaux. Il faut toutefois souligner que ce travail a été effectué sur un nombre limité de portées et mériterait donc confirmation sur un plus grand nombre de portées et surtout sur d'autres génotypes.

A la lumière de ces résultats, il apparaît que dans les conditions d'exploitation de l'élevage algérien, les potentialités productives de la souche synthétique issue d'un croisement entre la population locale et la souche INRA 2666, réputée pour sa prolificité et son poids adulte meilleur, ne sont pas encore acquises. La cause majeure de cette faible productivité est l'alimentation inadaptée pour les femelles reproductrices. La définition des besoins nutritionnels de ces dernières et la correction de la composition de l'aliment semblent constituer la meilleure alternative pour optimiser les potentialités réelles de l'animal.

Nous préconisons donc d'identifier les facteurs qui peuvent expliquer la variabilité des performances dans des conditions différentes pour une même population:

- ✓ En Effectuant des homogénéisations des portées à la naissance afin d'améliorer la production lactière et la croissance des lapereaux.
- ✓ En proposant des aliments équilibrés voire éventuellement des compléments alimentaires plus adaptés à nos conditions.
- ✓ En adaptant un aliment spécifique pour les lapines qui tient compte de leurs besoins nutritionnels en fonction des stades physiologiques
- ✓ En étudiant les aspects qualitatifs du lait, ce qui permettrait de compléter avantageusement les résultats obtenus.

Références

Bibliographiques

- Abdelli-Larbi O., Mazouzi-Hadid F., Berchiche M., Bolet G., Garreau H., Lebas F. 2014.** Pre-weaning growth performance of kits of local Algerian rabbit population: Influence of dam coat color ,parity and kindling season. *World Rabbit Sci.* Vol 22: 231-240.
- Affi E. A., Emara M. E., Kadry A. E. H. 1987.** Birth weight in purebred and crossbred rabbits. *Journal of Applied Rabbit Research*, Vol. 10, 133-137.
- Affi E.A., Khalil,M.H., Emara, M.E. 1989.** Effect of maternal performance and litter pre-weaning traits in doe rabbits. *Journal Animal Breeding and Genetics*, 106, 358-362.
- Alus G., Edwards N.A. 1977.** Development of the digestive tract of the rabbit from birth to weaning.*Proc. Nutr. Soc.*, 36, 3A.
- Arveux P. 1988.** Production cunicole en période estivale. *Cuniculture*, 82, 197-199.
- Assane M., Gongnet G., Coulibaly A., Sere A., Gaye O. 1994.** Effect of the calciumphosphorus ratio in the diet on phosphorus and calcium metabolism and reproductive performance in rabbits under Saheian conditions.*Nutr. Abstr. Rev. Series B*, 1995, 65(2), no. 805.
- Barge M., Masoero G., Reviglio L. 1984.** fabbisogno lipidico per coniglio riproduttrici.*3^{ème} Congrès mond. Cnicult.*, Rome avril 1984, vol. 1, 453-460.
- Barge M.T., MasoeroG., Bergoglio G. 1991.** Disponibilità energetica e proteica nella dieta di conigli Bianchi di Nuova Zelanda.1. Effetti ruile performance delle fattrici. *Proc. IX Congresso Nazionale A.S.P.A., Rama*, Vol.1, 489-499.
- Barkok, A., Jaouzi, T. 2002.** The Zemmouri Rabbits (Morocco), Rabbit genetic resources in Mediterranean contries, Zaragoza, CIHEAM-IAMZ, 2002. *Options Méditerranéennes, Série B, Etudes et Recherches*, n°38, 175-185.
- Barreto G., Blas J. C. 1993.** Effect of dietary fibre and fat content on the reproductive performance of rabbit does bred at two remating time during two seasons, *World rabbit Science*. Vol 1:77-81.
- Beaudoin S, Barbet P, Bargy F. 2003.** Developmental stages in the rabbit embryo: guidelines to choose an appropriate experimental model. *Fetal Diagn Ther.*, 18, 422-427.
- Berchiche M., Lebas F. 1990.** Essai chez le lapin de complémentation d'un aliment pauvre en cellulose par un fourrage distribué en quantité limitée: digestibilité et croissance. *5^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole en France INRA-ITAVI*, ITAVI éd. Paris, communication 61.

- Berchiche M., Kadi S.A., Lebas F. 2000.** Valorisation of wheat by-products by growing rabbits of local Algerian population. *7th World Rabbit Congress, Valencia (Spain) 4-7 July 2000*, vol. C, 119-124
- Bio Protein Technologies. 2006.** Science-about rabbit. www.bioprotein.com/gb/science.htm
- Biro-Nemeth E., Poigner J., Szendro Zs., Radnai I., Milisits G., Levai A. 1999.** Einfluss des Geburtsgewichts and der sagen der wunfzahl von Mutterkaninchen auf deren spatere Fruchtbarkeintsparameter *In: Proc. 11th symposium of housing and diseases of rabbits, Furbearing Animals and Pet Animals. Celle. Germany. pp 1-9.*
- Bolet G. 1996.** Reproduction. « A grandes portées, gros besoins ». *Cuniculture n°128-23(2)- Mars- Avril 1996.*
- Bolet, G., Brun, J.M., Lechevestrier, S., Lopez, M., Boucher, S. 2001.** Evaluation des performances de reproduction de 8 races de lapins dans 3 élevages expérimentaux. *9^{èmes} journées de la Recherche Cunicole, Paris, France, 28-29 Novembre 2001*, 213-216.
- 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. M., Lechevestrier, S., Lopez, M., Boucher, S. 2004.** Evaluation of the reproductive performance of eight rabbit breeds on experimental farms. *Animal Research*, **53** (1) 59-65.
- Bolet G., Zerrouki N., Gacem M., Brun J.M., Lebas F. 2012.** Genetic parameters and trends for litter and growth traits in a synthetic line of rabbits created in Algeria. [Paramètres génétiques et évolution des performances des portées et les caractères de croissance dans une lignée synthétique de lapins créée en Algérie]. *Proceedings 10th World Rabbit Congress - September 3 - 6, 2012- Sharm El-Sheikh - Egypt*, 195 - 19
- Bonanno A., Mazza F., Di Grigoli A., Alicata M.L. 2004.** Effect of restricted feeding during rearing, combined with a delayed first insemination, on reproductive activity of rabbit does. *8Th Wold Rabbit Congress. Puebla Mexico* 224
- Boucher S., Martin K., Le Bourhis C., Simonneau V., Ripoll P.J. 2007.** Evolution de la composition chimique du lait d'une souche de lapines de laboratoire au cours d'une lactation.
- Briskin C., O'Malley B. 2010.** Hormone action in the mammary gland. *Cold Spring Harb Perspect Biol* **2**, a003178.

- Brun J.M., Ouhayoun J.1990.** Variabilité génétique et effet de la sélection dans le croisement de trois souches de lapin. Caractères de croissance et qualité bouchère. 5^{ème} *Journées de la Recherche Cunicole*, Paris, communication n°4.
- Brun, J.M. 1992.** Les bases de la génétique quantitative : Définition et mesure des paramètres du croisement. *INRA Productions Animales, Hors série, Génétique Quantitative*, 101-105.
- Brun J.M., Lebas F. 1994.** Etude préliminaire des interactions entre l'origine paternelle et le régime alimentaire des lapines sur leurs performances de reproduction. *5ème Journées de la Recherche Cunicole*. La Rochelle. 6-7 Dec.1994.Vol.1, 104-195.
- Brun, J.M., Bolet, G., Theau-Clément, M., Esparbié, J., Falières, J. 1999.** Constitution d'une souche synthétique de lapins INRA : 1. Evolution des caractères de reproduction et du poids des lapines dans les premières générations. 8^{èmes} *Journées de la Recherche Cunicole, Paris, France, 9-10 Juin 1999*, 123-126.
- Calvert D. T., Knight, C. H. 1982.** Rate of milk secretion during the long suckling interval in the rabbit. *J. Physiol.*, 334, 65-66.
- Calvert D.T., Knight C.H. Peaker M. 1985.** Milk accumulation and secretion in the rabbit. *Q J Exp Physiol* 70, 357-63.
- Casado C., Piquer O., Cervera C., Pascual J.J. 2006.** Modelling the lactation curve of rabbit does: Towards a model including fit suitability and biological interpretation. *Livestock Prod. Sci.*,99, 39-49.
- Cervera C., Juncos A., Martínez E., Ródenas L., Blas E., Pascual J.J. 2008.** Effect of different feeding systems for young rabbit does on their development and performance until first weaning: preliminary results. *Nutrition and Digestive Physiology. 9 th World Rabbit Congress – June 10-13, 2008 – Verona – Italy.*579-582.
- Chavatte-Palmer P., Laigre P., Simonoff E., Challah M., Chesné P., Renard J.P. 2005.** Caractérisation de la croissance fœtale in utéro par échographie chez la lapine. 11^{èmes} *journées de la Recherche Cunicole*, Paris, France, 29-30 Novembre 2005, 83-86.
- Cheeke P.R.,Patton N.M.,Diwyanto K.,Lasmimni A.,Nurhadi A.,Prawirodigdo S. Sudaryanto B. 1984.** The effect of high vitamin A levels on reproductive performance of female rabbits.*J. Appl. Rabbit Res.*,7, 135-140.
- Cheeke P.R. 1987.** Rabbit feeding and nutrition. *Academic Press Inc.ed.,Orlando USA*, 376 pp.
- Coureaud G., Schaal B., Coudert P., Rideaud P., Fortun-Lamothe L., Hudson R., Orgeur P. 2000.** Immediate postnatal sucking in the rabbit: Its influence on pup

- survival and growth. *Reproduction Nutrition Development*. 7 *Th World Rabbit Congress*. Spain. 40. 19–32.
- Coureaud G., Fortun-Lamothe L., Rödel H.-G., Monclús R., Schaal B. 2008.** Le lapereau en développement : données comportementales, alimentaires et sensorielles sur la période naissance-sevrage. *INRA Prod. Anim.*, 2008, 21 (3), 231-238.
- Dalle Zotte, A., Princz, Z., Metzger, Sz., Szabó, A., Radnai, I., Biró-Németh, E., Orova, Z. and Szendro, Zs. 2009.** Response of fattening rabbits reared under different housing conditions. 2. Carcass and meat quality. *Livestock Science* 122, 39–47.
- Delaveau A. 1982.** Croissance du lapereau entre la naissance et le sevrage. Premier résultats provenant de l'analyse de 300 courbes de croissance. *3ème Journ.Rech.Cunicole*, 8-9 Dec. 1982. Paris, communication n° 20.
- Delouis C., Houdebine L.M. & Richard P. 2001.** La lactation. *La Reproduction chez les Mammifères et l'Homme*. Thibault C, Levasseur MC, Ellipses-INRA Editions. 580-610.
- De Rechambeau H. 1989.** Génétique du lapin domestique pour la production de viande. *INRA. Prod. Anim.*, (4), 287-295.
- Eisen E.J., Nagai J., Bakker H., Hayes J.F. 1980.** Effect of litter size at birth on lactation in mice. *Journal of animal science*, 50, 680-688.
- 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.
- Fernandez-Carmona J., Cervera C., Blas E. 1995.** Effect of diet composition on the production of rabbit breeding does housed in a traditional building and at 30C°. *Animal Feed Science and Technology* 52:289-297.
- Fleischhauer H., Schlolaut W., Lange K. 1985.** Influence of number of teats on rearing performance of rabbits. *J. Appl. Rabbit Res.*, 8, 174-176.
- Fortun L. 1994.** Effets de la lactation sur la mortalité et la croissance fœtale chez la lapine primipare. Thèse de doct. Ing. Univ de Rennes 1. *Scien Biolog*. 1994.
- Fortun-Lamothe L. 1998.** Effets de la lactation, du bilan énergétique et du rythme de reproduction sur les performances de reproduction chez la lapine primipare. *7èmes Journées de la Recherche Cunicole*, Lyon, 257-260.
- Fortun-Lamothe L., Bolet G. 1995.** Les effets de la lactation sur les performances de reproduction chez la lapine. *INRA Productions Animales*, 1995, 8(1), 49 – 56.

- Fortun-Lamothe L., Gidenne T. 2000.** Effects of the suckled litter size on intake behaviour, performance and health status of young and reproducing rabbits. *Ann. Zootech.*, 49, 517-529.
- Fortun-Lamothe, L., Gidenne, T. 2001.** Stratégies d'alimentation autour du sevrage : Relations avec la digestion et les besoins nutritionnels du lapereau. *9^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole, Paris, France, 28- 29 Novembre 2003*, 173-193.
- Fortun-Lamothe L., Lebas F. 1994.** Influence of the number of the suckling young and the feed level on foetal survival and growth in rabbit does. *Annales de Zootechnie*, 43,163-171.
- Fortun L., Prunier A., Lebas F. 1993.** Effects of lactation on foetal survival and development in rabbit does mated shortly after parturition. *Journal of Animal Science*,71, 1982-1986.
- Fortun-Lamothe L, Sabater F. 2003.** Estimation de la production laitière des lapines à partir de la croissance des lapereaux. *10^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole, INRA-ITAVI, Paris, France, 19-20 novembre 2003*,69-72.
- 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.
- Gachev E.P. 1971.** Diurnal change in the rate of milk formation. *C.R. Acad. Bulgare Sci.*, 24, 1567-1570.
- Gacem, M., Bolet, G. 2005.** Création d'une lignée issue du croisement entre une population locale et une souche européenne pour améliorer la production cunicole en Algérie. *11^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole, Paris, France,29-30 Novembre 2005*, 11-14.
- Gacem M., Zerrouki N., Lebas F., Bolet G. 2008.** Strategy for developing rabbit meat production in Algeria: creation and selection of a synthetic strain. *9th World Rabbit Congress - June 10-13, 2008 - Verona - Italy*, 85- 89
- Gacem M., Zerrouki N., Lebas F., Bolet G., 2009.** Comparaison des performances de production d'une souche synthétique de lapin avec deux populations locales disponibles en Algérie. *13^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole*, 17-18 novembre 2009, Le Mans, 149-152
- Gallois M., Gidenne T., fortun-Lamothe L. 2003.** Sevrage précoce des lapereaux : conséquences sur le développement de l'appareil digestif en relation avec les

- performances zootechniques. In : *10èmes Journées de la Recherche Cunicole*, 19-20 novembre, Paris, France, 1 : 127-130.
- Garcia-Dalmán C., Gonzalez-Mariscal G. 2012.** Major role of suckling stimulation for inhibition of estrous behaviors in lactating rabbits: Acute and chronic effects. *Hormones and behaviour* 61, 108-113.
- Garreau H., Piles M., Larzul C., Baselga M., Rochambeau H. De. 2004.** Selection of maternal lines: last results and prospects. *Proc. 8th World Rabbit Congress, Puebla, Mexico*, 14-25.
- Gidenne T. 1997.** Caeco-colic digestion in the growing rabbit: impact of nutritional factors and related disturbances. *Livest. Prod. Sci.*, 51, 73-88.
- Gidenne T. 2000.** Recent advances and perspectives in rabbit nutrition: Emphasis on fibre requirements. *World Rabbit Sci.*, 8, 23-32.
- Gidenne T., Fortun-Lamothe L. 2002.** Feeding strategy for young rabbits around weaning: a review of digestive capacity and nutritional needs. *Animal Science* 2002, 75: 169-184.
- Gidenne T., Fortun-Lamothe L., Lapanouse A. 2003.** Comportement alimentaire du lapereau sevré précocement : Effet du diamètre du granulé. *10èmes Journ. Rech. Cunicole*, 19-20 Nov. 2003, Paris.
- Gidenne T. 2015.** Le lapin de la biologie à l'élevage. Edition Quæ, 2015. ISSN : 1952-1251 ISBN : 978-2-7592-2418-0.
- Goliomytis M., Skoupa E.-P., Konga A., Symeon G. K., Charismiadou M. A. Deligeorgis S. G. 2016.** Influence of gestational maternal feed restriction on growth performance and meat quality of rabbit offsprings. *Animal* (2016), 10:1, pp 157–162 © The Animal Consortium 2015 doi: 10.1017/S1751731115001871.
- Gutierrez H. E. & Zamora F. M. M. 2004.** Ultrasonography study of rabbits pregnancy. *8th World Rabbit Congress. Puebla - Mexico*. 276-280.
- Gyovai M., Szendrő Z., Biró-Németh E., Radnai I., Matics Z. 2004.** Effect of nursing method and feeding scheme on the performance of growing rabbits till first mating. Original scientific article. *Acta agriculturae slovenica*, supplement 1 (avgust 2004), 221–225. <http://www.bfro.uni-lj.si/zoo/publikacije/zbornik/suplementi/index.htm>
- 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, Egypt 24-27 February 2005, 55-64.

- Hayden T.J., Thomas C.R., Forsyth I. A. 1979.** Effect of number of young born (litter size) on milk yield of goats: role for placental lactogen. *Journal of dairy science*, 62, 53-57.
- Houdebine L.M. 2007.** Biologie de lactation. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Gynécologie/Obstétrique, 5-008-A-30,2007.
- Hudson R., Schaal B., Martínez-Gómez M., Distel H. 2000.** Mother-young relations in the European rabbit: physiological and behavioural locks and keys. *World Rabbit Sci.*, 8, 85-90.
- Inra. 1989.** L'alimentation des animaux monogastriques : porc, lapin, volailles. INRA Edition 2^{ème}.pp 282.
- Ismail A., Shalash S., Kotby E., Cheeke P. 1992.** Effects of vitamins A, C and E on the reproductive performance of heat-stressed female rabbits in Egypt. *Froc. 5th World Rabbit Congress, Corvallis, Oregon, J Applied Rabbit Reg.*, 15, 1291-1300.
- Johnson M.H., Everitt B.J. 2002.** Reproduction De Broeck University. pp 297.
- Kadi S.A. 2012.** Alimentation du lapin de chair : Valorisation de sources de fibre disponible en Algérie. Thèse de Doctorat. Univ Mouloud Mammeri T.O., 143 pp.
- Kenfack A., Vemo B. N., Ngoula F., Fonteh A. F., Kegne C. J., Astride-Magnimeza T. M., Tchoumboué J. 2015.** Caractéristiques de la production laitière chez la lapine locale camerounaise (*Oryctolagus cuniculus*). *Livestock Research for Rural Development*.27 (7), article #121.
- Khalil M.H. 1994.** Lactational performance of Giza White rabbits and its relation with pre-weaning litter traits. *Anim. Prod.*, 59,141-145.
- Khalil M.H. 1998.** Model for the description of rabbit genetic resources in Mediterranean countries. Application to the Egyptian breeds Giza White and Baladi. *Mediterranean Rabbit Working group*. 41p.
- Khalil, M.H. 2002.** The Giza White Rabbits (Egypt).*Rabbit genetic resources in Mediterranean countries*. Zaragoza, CIHEAM-IAMZ, 2002. *Options Méditerranéennes, Série B, Etudes et Recherches*, n°38, 27-50.
- Khalil M.H., Khalil H.H. 1991.** Genetic and phenotypic parameters for weaning and preweaning body weights and gain in Bouscat and Giza White rabbits. *Journal of Applied Rabbit Research*, 14, 44-51.
- 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.*WorldRabbit Sci.*, 13, 52-53.

- Kovács M., Szendrő Z., Milisits G., Biro-Nemeth E., Radnai I., Posa R., Bónai A., Kovács F., Horn P. 2006.** Effect of nursing method and faeces consumption on the development of bacteroides, lactobacillus and coliform flora in the caecum of the newborn rabbits. *Reprod Nutr Dev*, 46, 205-210.
- Lebas F. 1968.** Mesure quantitative de la production laitière chez la lapine. *Ann. Zootech.*, 17, 169-182
- Lebas F. 1969.** Alimentation lactée et croissance pondérale du lapin avant sevrage. *Annales de Zootechnie*, 18, 197-208.
- Lebas F. 1970.** Description d'une machine à traire les lapines. *Ann. Zootech.*, 19, 223-228.
- Lebas F., 1975.** Étude chez la lapine de l'influence du niveau d'alimentation durant la gestation sur les performances de reproduction. *Ann. Zootech.*, 24, 267-279.
- Lebas F. 1977.** Alimentazione delle riproduttrici. *Coniglicoltura*, 14(12), 11-16.
- Lebas F. 1980.** Les recherches sur l'Alimentation du lapin: Evolution au cours des 20 dernières années et perspectives d'avenir. *Mémoire 2ème Congrès Mondial de Cuniculture Barcelone Avril 1980*. Volume II, 1-17.
- Lebas F. 1983.** Base physiologiques du besoin protéique des lapins. Analyse critique des recommandations. *Cuni Sciences*, Vol 1, Fasc.1, page 16 à 27.
- Lebas F. 1989.** Besoins nutritionnels des lapins. Revue bibliographique et perspectives. *Cuni-Sciences*. Vol .5 fasc.2.
- Lebas F. 1991.** Alimentation pratique du lapin en engraissement. *Cuniculture* n°102,18 (6), 273-281.
- Lebas F. 2000.** Capítulo I Biología. In *Enfermedades del Conejo. Tomo I Generalidades (Edit Rosell, J.M.) Mundi Prensa Ed. Madrid*, 55-126.
- Lebas F. 2002.** Biologie du lapin. <http://www.cuniculture.info>.
- Lebas, F. 2004.** Recommandations pour la composition d'aliments destinés à des lapins en production intensive. *Cuniculture Magazine*, Vol 31,2.
- Lebas F., Coudert P., Rouvier R., de Rochambeau H. 1984.** Le lapin: élevage et pathologie. *Collection F.A.O.: Production et santé animales*, Roma.
- Lebas F., Coudert P., Rouvier R., De Rechambeau H. 1986.** The rabbit husbandry, health and production. *FAO. Animal Production and Health series*, Rome.
- 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., Jouglar J.Y. 1984.** Apport alimentaire de calcium et de phosphore chez la lapine reproductrice. *3rd World Rabbit Congress*. ROMA 1984.

- Lebas F., Marrionet D., & Henaff R. 1991.** La production du lapin. AFC Editions, Paris, 206p.
- Lebas F., Zerrouki N. 2011.** Méthodes de mesure de la production laitière chez la lapine. *14èmes Journées de la Recherche Cunicole*, 22-23 novembre 2011, Le Mans, 53-55.
- Lefevre, B., Moret, B. 1978.** Influence d'une modification brutale de l'environnement sur l'apparition de l'oestrus chez les lapines nullipares. *Annales de Biologie Animale biophysique Biochimie*, 18(3), 695-698.
- Lukefahr S., Hohenboken W.D Cheeke P.R., Patton N.M.1981.** Milk production and litter growth traits in straightbred and crossbred rabbits. *Journal of Applied Rabbit Research* 4, 35-40.
- Lukefahr S., Hohenboken W.D., Cheeke P.R., Patton N.M. 1983.** Characterization of straightbred and crossbred rabbits for milk production and associative traits. *J. Anim. Sci.*, 57, 1100-1107.
- Luzi F., Barbieri S., Lazzaroui C., Cavani C., Zecchini M., Crimella C. 2001.** Effets de l'addition de propylène glycol dans l'eau de boisson sur les performances de reproduction des lapines. *World Rabbit Science*, Vol1 (9) ,15-18.
- Maertens, L., Okerman, F. 1987.** Elevage: Reproduction, croissance et qualité de carcasse. Influence de la méthode d'élevage sur les performances des jeunes lapines. *Revue de l'Agriculture n°5, Septembre-Octobre 1987*, Vol 40,1171-1183.
- Maertens L., De Groote G. 1988.** The influence of dietary energy content on the performances of post partum breeding does. *Prod. 4th World Rabbit Congress, Budapest, Hungary*, 10-14Oct 1988.Vol.c.42-52.
- Maertens L., De Groote G. 1990.** Feed intake of rabbit kits before weaning and attempts it. *Journal of Applied Rabbit Research*, 13, 151-15.
- Maertens, L. 1998.** Effect of flushing, mother litter separation and PMSG on the fertility of lactating does and the performances of their litter. *World Rabbit Science*, Vol 6 (1),185-190.8.
- Maertens L., Piattoni F. 2001.** Effect of weaning age and solid feed distribution before weaning on performances, caecal traits and caecal fermentation pattern of young rabbits. *2nd meeting of workgroups 3 and 4. COST Action 848.29-30 June 2001, Godollo, Hungary*, 45-46.
- 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 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.
- Marai I.F.M., Habeeb A.A.M. & Gad A.E. 2004.** Reproductive Trans of female rabbits as affected by heat stress and lifting regime under subtropical conditions of Egypt. *Animal Science*, 78, 119–127.
- 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. 2006.** Glande mammaire, mammogenèse, facteurs de croissance, lactogenèse. In: Martinet J, Houdebine LM (Eds), *Biologie de la lactation*, INRA-INSERM, Paris, 1993, p 3–29.
- Matheron, G., Rouvier, R. 1978.** Etude de la variation génétique sur la prolificité chez le lapin. *Annales de Génétique et Sélection Animale*, 9(3), 393-405.
- Matheron, G., Poujardieu, B. 1982.** Ovulation induite de lapines soumises a des conditions d’ambiance différentes après le sevrage. *3èmes Journées de la Recherche Cunicole, Paris, France, 8-9 Décembre 1982*, Com.31, 1-13.
- MaticsZs., SzendröZs., Hoy St., Nagy I., Radnai I., Biró-Németh E., Gyovai M. 2004.** Effect of different management methods on the nursing behaviour of rabbits. *World Rabbit Sci.*, 12, 95-108.
- Mc Nitt, J. I., Lukefahr, S. D. 1990.** Effects of breed, parity, day of lactation and number of kits on milk production of rabbits. *Journal of Animal Science*, **68**, 1505-1512.
- Mohamed M.M.A., Szendrö Zs. 1992.** Studies on nursing and milk production of does and milk intake and suckling behaviour of their kits. *J. Appl. Rabbit Res.*, 15, 708-716.
- Montessuy S., Mousset J. L., Ferchaud N. 2004.** Effect of a specific feeding program based on high energy lactation and pregnancy diets on rabbit does and young rabbits performances. *8th Wold Rabbit Congress*. Puebla- Mexico. 909-914.
- Montessuy S., Ferchaud N., Mousset J-L., Reys S. 2005.** Effets d’une stratégie alimentaire associant deux aliments énergétiques sur les performances des lapines et de leurs portées. *11èmes Journées de la Recherche Cunicole*, 29-30 novembre 2005, Paris
- Moumen S., Ain Baziz H., Temim S. 2009.** Effet du rythme de reproduction sur les performances zootechniques des lapines de population locale Algérienne (*Oryctolagus cuniculus*). *Livestock Reserche for Rural Developement* 21(8)2009.
- Nizza A., Di Meo C., Esposito L. 1997.** Influence of the diet used before and after the first mating on reproductive performance of rabbit does. *World Rabbit Sci.*, 5, 107-110.

- Ouhayoun J., Vigneron P. 1975.** La qualité des carcasses et de la viande: une préoccupation constante des sélectionneurs. L'élevage, N° Hors série, P111-117.
- Padilha M.T.S., Licois D., Gidenne T., Carre B. 1999.** Caecal microflora and fermentation pattern in exclusively milk-fed young rabbits. *Repr. Nutr. Dev.*, **39**, 223-230.
- Papp Z., Rafai P., Emma Kósa, Jakab L., Fekete S. 2000.** Effect of dietary energy level on performance in female rabbits. *Proceedings of the 7th World Rabbit Congress*, Valencia, Spain.
- Parigi-Bini R., Xiccato G., Cinetto M. 1989.** Influenza dell' intervallo partoaccoppiamento sulle prestazioni riproduttive delle coniglie fattrici. *Coniglicoltura*, **7**, 51-57.
- Parigi-Bini, R., Xiccato G., & Cinetto M. 1990.** Energy and protein retention and partition in rabbit does during the first pregnancy. *Cuni-Sci.* **6**:19–29.
- Parigi-Bini, R., Xiccato, G., Cinetto, M., Dalle-Zotte, A. 1991.** Efficienza digestiva e ritenzione energetica e proteica dei coniglietti durante l'allattamento e lo svezzamento. *Zootec. Nutr. Anim.*, **17**, 167-180.
- Parigi-Bini R., Xiccato G., Cinetto M., Dale-Zotte A., 1992.** Energy and protein utilization and partition in rabbit does concurrently pregnant and lactating. *Anim. Prod.* **55**, 153-162.
- Parigi Bini R., Xiccato G. 1998.** Energy metabolism and requirements. *In: De Blas and Wiseman (Eds.), the nutrition of the Rabbit*, CABI Publishing, Wallingford, UK, pp.103-131
- Partridge G.G., Allan S.J. 1982.** The effects of different intakes of crude protein on nitrogen utilization in the pregnant and lactating rabbit. *Anim Prod.*, **35**, 145-155.
- Partridge G.G., Daniels Y., Fordyce R.A. 1986.** The effect of energy intake during pregnancy in doe rabbits on pup birth weight, milk output and maternal body composition change in the ensuing lactation. *J. Agric. Sci.* **107**, 697-708.
- Pascual J.J., Sebastian A., I., Cervera C., Blas E., Fernández-Carmona J. 1998.** Effets de la substitution de l'orge par de l'huile de soja sur les performances des lapines allaitantes : premiers résultats *Proc. 7èmes Journ. Rech. Cunicole, Lyon, France, ITAVIEd., Paris, 167-174*
- Pascual J.J., Tolosa C., Cervera C., Blas E., Fernández-Carmona J., 1999.** Effect of diets with different digestible energy content on the performance of rabbit does. *Anim. Feed Sci. Technol.*, **81**, 105-117.

- 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. *10ème Journ. Rech. Cunicole, INRA-ITAVI*, 19-20/nov/2003, Paris, ITAVI éd. Paris, 115-118.
- Prud'hon M., Vizinhet A., Cantier J. 1970.** Croissance, qualités bouchères et coût de production des lapins de chair. *B.T.I*, 203-221.
- Prud'hon M., Selme M. 1973.** Croissance pondérale des fœtus et des placentas maternels et fœtaux au cours de la gestation chez les lapines saillies post-partum et chez des lapines témoins. *Journ. Rech. Avicoles et Cunicoles*, Décembre 1973.
- Rochambeau de H. 1998.** La femelle parentale issue des souches expérimentales de l'INRA: évolutions génétiques et perspectives. *Proc. 7èmes Journ. Rech. Cunicole, Lyon, France, ITAVI Ed.*, 3-14.
- Rödel H.G., Prager G., Stefanski V., von Holst D., Hudson R., 2008.** Separating maternal and litter size effects on early postnatal growth in two species of altricial mammals. *Physiol. Behav.*, doi:10.1016/j.physbeh.2007.11.047.
- Rommers J. M., Kemp B., Meijerhof R., Noordhuizen J. P. T. M. 2001.** The effect of litter size before weaning on subsequent body development, feed intake, and reproductive performance of young rabbit does. *J. Anim. Sci.* **79**:1973-1982.
- Rommers J. M., Meijerhof R., Noordhuizen J. P. T. M., Kemp B. 2002.** Relationships between body weight at first mating and subsequent body development, feed intake, and reproductive performance of rabbit does. *J. Anim. Sci.* **80**:2036-2042.
- Rommers J.M. 2004.** Breeding of young females does. *8th World Rabbit Congress*. Puebla-Mexico.1518-1531
- Rouvier R. 1990.** Le lapin dans les pays de la Méditerranée et objectifs du groupe de recherches coopérative en réseau de l'institut Agronomique Méditerranéen de Zaragoza. *Option Méditerranéennes. Série A. Séminaires Méditerranéens n°A-8*,13-15.
- Sabatakou O., Xylouri-Frangiadaki E., Paraskevakou E., Papantonakis K. 1999a.** Scanning electron microscopy of large intestine (ceacum and colon) of rabbit during foetal and post-natal life. *J. Submicroscopic .Cytol. Pathol.*, **31**, 231-236.
- Sabatakou O., Xylouri-Frangiadaki E., Paraskevakou E., Papantonakis K.1999b.** .Electron microscopy of stomacal and small intestine of rabbit during foetal and post-natal life. *J. Submicroscopic .Cytol. Pathol.*, **31**, 107-114.

- Saleil G., Goby J. P., Richard F., Bohec V. 1998.** Influence des conditions climatiques sur la reproduction du lapin élevé en plein-air. *7^{èmes} journées de la Recherche Cunicole, France, Lyon.*
- Statistical analysis System, 2000.** SAS User's, version 8.0. SAS Institute., Inc., Cary, NC.
- Schuh D., Hoy S.T ., Selzer D. 2004.** Vocalization of rabbit pups in the mother-young Relationship. 8 th World Rabbit Congress. Puebla-Mexico. 1266-1270.
- Szendró, Zs ., Barna, J. 1984.** Some factors affecting mortality of suckling and growing rabbits. *3rd World Rabbit Congress, Rome, Italy, Vol 2, 166-173.*
- Szendró Zs., Holdas S., 1984.** Relationship between the number of mammary glands and the production of female rabbits. In Proc.: *3th World Rabbit Congr., Rome, Vol. II, 141-148.*
- Szendró Zs., Papp Z., Kustos K., 1999.** Effect of environmental temperature and restricted feeding on production of rabbit does. In Proc.: *2nd Int. Conf. on Rabbit Production in Hot Climates. In: Cahiers Options Méditerranéennes, 41, 11-17.*
- Szendró, 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.*
- Szendró Zs., Gyarmati T., Maertens L., Biró-Németh E., Radnai I., Milisits G., Matics Zs. 2002.** Effect of nursing by two does on the performance of sucking and growing rabbits. *Anim. Sci., 74, 117-125.*
- Szendró Zs., Matics Zs., Brecchia G., Theau-Clément M., Nagy Z., Princz Z., Biró-németh E., Radnai I., Nagy I. 2010.** Milk Production of Pseudo-Parous Multi-Parous does. *World Rabbit Sci. 2010, 18: 77 – 82.*
- Theau-Clément, M., Poujardieu, B., Bellereaud, J. 1990.** Influence des traitements lumineux, mode de reproduction et états physiologiques sur la productivité de lapines multipares. *5^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole, Paris, France, 12-13 Décembre 1990, Tome 1, Com.7, 1-9.*
- Theau-Clément, M., Roustan, A. 1992.** A study on relationships between receptivity and lactation in the does and their influence on reproductive performance. *5th World Rabbit Congress, Corvallis, U. S. A, July 25-30, 1992, Vol A, 412-421.*
- Theau-Clément, M. 1994.** Rôle de l'état physiologique de la lapine au moment de la mise à la reproduction, sur la fécondité. In *la reproduction chez le lapin. Journée AERA-ASFC, Maison Alfort, 20 Janvier, 38-49.*

- 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.
- Toms. A., Fraga M.J., de Blas C. 1979.** Produccion de leche y mortalidad de los gazapos en la raza Neozelandesa. *An. Inst. Nac. Invest. Agrar. Ser. Prod. Anim.* 1025.
- Tůma J., Tůmová E., & Valášek V. 2010.** The effect of season and parity order on fertility of rabbit does and kit growth. *Czech J. Anim. Sci.*, 55, 2010 (8): 330–336.
- Van der Hage M.H. 1988.** The morphogenesis of the small intestinal mucosa of the rabbit. Astereomicroscopical study. In :*4th Congress of the World Rabbit Science Association*, 10-14octobre, Budapest, Hongrie, 3 : 347-355.
- Vicente J.S., Garcia-Ximénez F. 1992.** Growth limitations of suckling rabbits. Proposal of a method to evaluate the numerical performance of rabbit does until weaning. In Proc.: *5th WorldRabbit Congr., Oregon, USA. In: J. Applied Rabbit Res.*, 15,848-855.
- Wiseman J., Villamide M.J., De Blas C., Carabano M.J., Carabato R.M. 1992.** Prediction of the digestible energy and digestibility of gross energy of feeds for rabbits.1. Individual classes of feeds. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 39, 27- 38.
- Xiccato, G., Parigi Bini R., Cinetto M., Dalle Zotte A. 1992.** The influence of feeding and protein levels on energy and protein utilisation by rabbit does. *J. Appl. Rabbit Res.*15:965-972.
- Xiccato G., Parigi-Bini R., Dalle Zotte A., Carazollo A., Cossu M. E. 1995.** Effect of dietary energy level, addition of fat and physiological state on performance and energy balance of lactating and pregnant rabbit does. *Anim. Sci.* 61:387-398.
- Xiccato G. 1993 in Xiccato G. 1996.** Nutrition of lactating does. *Proceedings of 6th World Rabbit Congress*, Toulouse, France.
- Xiccato G. 1996.** Nutrition of lactating does. *Proceedings of 6th World Rabbit Congress*, Toulouse, France.
- Xiccato G., Trocino A., Queaque P.I., Sartori A. 2001.** Effect of weaning age and parity order on reproductive performance and body balance of rabbit does. *2nd meeting of workgroups 3 and 4.COST Action 848*.29-30 June 2001, Godollo, Hungary, 54-55.
- Xiccato G., Trocino A., Sartori A., Queaque P.I., 2004.** Effect of parity order and litter weaning age on the performance and body energy balance of rabbit does. *Livest. Prod. Sci.*, 85, 239-251.
- Xiccato G., Trocino A., Boiti C., Brecchia G., 2005.** Reproductive rhythm and litter weaning age as they affect rabbit doe performance and body energy balance. *Anim. Sci.*, 81, 289-296.

- Zarrow M.X., Denenberg V.H., Anderson C.O. 1965.** Rabbit: Frequency of suckling in the pup. *Science*, 150, 1835-1836.
- Zerrouki N., Lebas F., Berchiche M., Bolet G. 2002.** Study of the milk production capacity of an Algerian local rabbit population raised in the Tizi-Ouzou area (Kabylia). *3rd Scientific conference of rabbit production in hot climates. Hurghada, Egypt, 8-11 October 2002.*
- Zerrouki N., Lebas F. 2004.** Evaluation of milk production of an Algerian local rabbit population raised in the Tizi-Ouzou area (Kabylia). *Proc 8th World Rabbit Congress, Puebla Mexico, 378-384*
- Zerrouki N., Lebas F., Berchiche M., Bolet G. 2005.** Evaluation of milk production of an Algerian local rabbit population raised in the Tizi-Ouzou area (Kabylia). *World Rabbit Sci.* 13 (1), 39-47.
- Zerrouki N., Kadi S.A., Lebas F., Bolet G. 2007a.** Characterisation of a Kabyle population of rabbits in Algeria : birth to weaning growth performance. *World Rabbit Science*, 15, 111-114.
- Zerrouki N., Hannachi R., Lebas F., Saoudi A., 2007b.** 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, 148-152.
- Zerrouki N., Lebas F., Davoust C., Corrent E. 2008.** Effect of mineral blocks addition on fattening rabbit performance. *9th World Rabbit Congress - June 10-13, 2008 - Verona - Italy*, 853-857.
- Zerrouki N., Lebas F., Gacem M., Meftah I., Bolet G., 2014.** Reproduction performances of a synthetic rabbit line and rabbits of local populations in Algeria, in 2 breeding locations. *World Rabbit Science*, 22 (4) 269-278.