

République Algérienne
Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique
Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية
الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث
العلمي
المدرسة الوطنية العليا للبيطرة



THESE

En vue de l'obtention du diplôme de Doctorat en Sciences
Agrovétérinaires

Ecole Doctorale : Production, hygiène et santé animale

Option : Amélioration génétique et Reproduction des Animaux
(AGRA)

Thème :

*Cinétique du progrès génétique des performances de croissance du
lapin de souche synthétique ITELV2006 et effets de son croisement
avec la lapine hybride sur les qualités d'élevage*

Présentée par : **M^{elle} IKHLEF Lynda**

Soutenue le : **13/01/2019**

Devant le jury composé de :

M^{me} TEMMIM S.

Présidente

Professeur E.N.S.V. Alger

M^r GHOZLANE F.

Promoteur

Professeur E.N.S.A. Alger

M^r TRIKI S.

Examinateur

Professeur E.N.S.A. Alger

M^{me} TENNAH S.

Examinatrice

Maître de Conférences E.N.S.V. Alger

Remerciements

Au terme de ce travail, je tiens à exprimer mes remerciements à Monsieur **F. GHOZLANE** professeur à l'École Nationale Supérieure Agronomique pour avoir accepté de diriger ce travail, pour son accompagnement, sa patience et son soutien.

Je remercie vivement Madame **S. TEMIM** professeur à l'École Nationale Supérieure Vétérinaire pour m'avoir fait l'honneur de présider mon jury et pour l'intérêt qu'elle a porté à ce travail.

Je tiens à remercier également Monsieur **S. TRIKI**, professeur à l'École Nationale Supérieure Agronomique ainsi que Madame **S. TENNAH** Maître de Conférences à l'École Nationale Supérieure Vétérinaire qui ont accepté de faire partie du jury de soutenance de ce travail.

Un grand merci à tous les membres de l'équipe du département des Petits Élevages de l'Institut Technique des Élevages de Baba Ali pour leur aide et surtout pour le temps qu'ils m'ont consacré afin que je puisse mener à bien mon travail de recherche.

Résumé

En Algérie, les efforts fournis dans le secteur de l'élevage et celui de l'agriculture sont encore loin de satisfaire les besoins de la population. De ce fait, le pays doit encore importer en complément une part essentielle des produits agricoles notamment les viande qu'il consomme. La quête de solution durable ne consisterait-elle pas en la diversification des sources domestiques d'approvisionnement en viandes en accordant un intérêt particulier à l'élevage du lapin ?

Ce travail comprend deux volets : le premier consiste à étudier les performances zootechniques et génétiques de la souche ITELV2006 afin de pouvoir évaluer son progrès génétique. Le deuxième analyse les effets du croisement de cette souche synthétique avec la lapine hybride sur les qualités d'élevage.

Les performances zootechniques enregistrées, lors du premier essai, sont des moyennes de poids vifs à la naissance, au sevrage et à l'abattage respectivement de 51,97, 574,92 et 1711,29g, un gain moyen quotidien de 12,45g/j en pré sevrage et de 26,91g/j en post sevrage et un taux de mortalité en période d'engraissement de 18,13%.

Le croisement a permis d'améliorer efficacement le gain moyen quotidien et de réduire l'âge d'abattage de deux semaines.

En outre, l'étude des corrélations a permis de démontrer qu'effectuer une sélection précoce sur le poids et le gain moyen quotidien est efficace mais également qu'une sélection directe sur le gain moyen quotidien peut améliorer le poids par effet indirect ou corrélatif.

L'estimation des index ou valeurs génétiques additives des géniteurs sélectionnés en 6^{ème} génération a révélé des index de 3 pour le poids vif et de 2,5 pour le gain moyen quotidien. Ainsi, le choix de tels géniteurs permettra d'améliorer sensiblement les performances de croissance de la 7^{ème} génération.

La cinétique du progrès génétique indique une fluctuation du progrès génétique d'une génération à l'autre. Ceci prouve que la souche synthétique ITELV2006 a profité de l'effet de complémentarité sans avoir subi une sélection sur les critères de croissance.

Les résultats du deuxième essai ont démontré que les niveaux de tous les paramètres de reproduction de la F2 (réceptivité des femelles, fertilité, poids de la portée à la naissance, poids de la portée vivante moyenne et poids moyen de la portée au sevrage) ont subi une dégradation.

Les performances de croissance sont très modestes. Les gains moyens quotidiens (GMQ) sevrage-77 jours des deux générations étudiées sont comparables mais dépassent à peine 23g/j pour des poids à 77 jours de 1420g pour les lapereaux de la F1 et de 1516g pour les lapereaux de la F2. Ces poids à l'âge normatif d'abattage sont très faibles ce qui a amené à différer leur abattage à 90 jours d'âge. Le poids au sevrage a influencé le poids à 77 jours sans pour autant affecter le gain moyen quotidien d'où l'intérêt certainement d'une sélection sur le poids au sevrage afin de produire des lapins plus lourds à l'abattage et par la même réduire la durée d'engraissement.

Mots clés : Souche synthétique, lapine hybride, croisement, performances zootechniques, progrès génétique

Summary

In Algeria, the efforts made in animals breeding and agriculture sectors are still far from meeting the needs of the population. As a result, the country has yet to import an essential part of agricultural products especially the meat for local consumption. Does not the quest for a sustainable solution consist in the diversification of domestic sources of meat supply, paying particular attention to rabbit breeding?

This work has two components: the first is to study the zootechnical and genetic performance of the ITEL2006 strain in order to assess its genetic progress. The second analyzes the effects of crossing this synthetic strain with the hybrid rabbit on rearing qualities.

The zootechnical performances recorded during the first test are average live weight at birth, weaning and slaughter respectively 51.97, 574.92 and 1711.29g, an average daily gain of 12.45g /d in pre-weaning and 26.91g / d in post-weaning and a mortality rate in the fattening period of 18.13%. The crossing effectively improved the average daily gain and reduced the age of slaughter by two weeks.

In addition, the study of correlations has shown that early selection of weight and average daily gain is effective, but also that direct selection of average daily gain can improve weight indirectly or correlatively.

The estimation of the indexes or additive genetic values of the sixth generation genitors revealed indexes of 3 for the live weight and 2.5 for the average daily gain. Thus, the choice of such parents will significantly improve the growth performance of the 7th generation.

The kinetics of genetic progress indicates a fluctuation of genetic progress from one generation to the next. This proves that the synthetic strain ITEL2006 has benefited from the effect of complementarity without having been selected on the criteria of growth.

Results from the second trial demonstrated that levels of all F2 reproductive parameters (female receptivity, fertility, birth litter weight, average live litter weight and mean litter weight at weaning) were suffered a degradation.

الملخص

في الجزائر، لا تزال الجهود المبذولة في قطاعي الثروة الحيوانية والزراعة بعيدة عن تلبية احتياجات السكان. ونتيجة لذلك، لا يزال يتعين على البلد استيراد جزء أساسي من المنتجات الزراعية، ولا سيما اللحوم التي يستهلكها. ألن يكون البحث عن حل مستدام في تنويع المصادر المحلية لإمدادات اللحوم، مع إيلاء اهتمام خاص لتربية الأرنب؟

يحتوي هذا العمل على عنصرين: الأول الأول هو دراسة الأداء في مجال تربية الحيوان والوراثة لسلالة ITELV 2006 من أجل تقييم تقدمها الجيني. الثاني يحلل آثار عبور هذه السلالة الاصطناعية مع أرنب هجين على صفات التربية.

الأداء الحيواني المسجل خلال الاختبار الأول هو متوسط الوزن الحي عند الولادة والفظام والذبح على التوالي 51.97 و574.92 و1711.29 غ، وهو متوسط ربح يومي قدره 12.45 غ/اليوم في مرحلة ما قبل الفظام و26.91 غ/يوم في مرحلة ما بعد الفظام ومعدل وفيات في فترة التسمين البالغة 18.13٪. لقد أدى المعبر إلى تحسين متوسط المكاسب اليومية على نحو فعال وخفض سن المذبحة بأسبوعين.

بالإضافة إلى ذلك، أوضحت دراسة الارتباطات أن الاختيار المبكر للوزن ومعدل الكسب اليومي هو أمر فعال، ولكن أيضاً أن الاختيار المباشر لمعدل الكسب اليومي يمكن أن يحسّن الوزن عن طريق التأثير غير المباشر أو المترابط. تقدير المؤشرات أو القيم الوراثية المضافة للجيل السادس من المورثات كشف عن المؤشر 3 للوزن الحي و2.5 لمعدل الكسب اليومي. وبالتالي، فإن اختيار هؤلاء الآباء والأمهات سيحسن بشكل كبير أداء نمو الجيل السابع.

تشير حركية التقدم الوراثي إلى تذبذب التقدم الوراثي من جيل إلى جيل. هذا يثبت أن السلالة الاصطناعية ITELV2006 قد استفادت من تأثير التكامل دون اختيارها لمعايير النمو.

أظهرت نتائج التجربة الثانية أن مستويات جميع المعلمات التناسلية F2 (قبول الإناث، الخصوبة، وزن المولود، متوسط وزن القمامة الحية، متوسط وزن القمامة عند الفظام) عانى من تدهور.

أداء النمو متواضع للغاية فمتوسط الدخل اليومي (GMQ) الفظام 77 يوماً من الأجيال المدروسة قابلة للمقارنة ولكن لا يكاد يتجاوز 23 غ/اليوم للوزن عند 77 يوماً من 1420 غ للأرنب من F1 و1516 غ للأرنب من F2. هذه الأوزان في سن التقنين المعيارية للذبح منخفضة جداً مما أدى إلى تأجيل مذبحتهم في عمر 90 يوماً. أثر الوزن عند الفظام على الوزن عند 77 يوماً دون التأثير على متوسط الربح اليومي ومن ثم الفائدة في اختيار وزن الفظام من أجل إنتاج أرنب أثقل عند الذبح وفي نفس الوقت تقليل مدة التسمين.

الكلمات المفتاحية: سلالة اصطناعية، أرنب هجين، تهجين، الأداء في مجال تربية الحيوان، تقدم جيني

Liste des tableaux

Tableau 1 : Taux d'acceptation de la saillie selon la couleur de la vulve chez la lapine	18
Tableau 2 : Taux de fertilité selon la souche	19
Tableau 3 : Différents taux de prolificité selon la souche	20
Tableau 4 : Paramètres de reproduction selon le type génétique	24
Tableau 5 : Variation saisonnière de la mortalité embryonnaire en semi-intensif	28
Tableau 6 : Effet de la saison sur le taux de fertilité chez la lapine	28
Tableau 7 : Influence de la température sur les femelles gestantes	30
Tableau 8 : Recommandations alimentaires pour les lapins en croissance	34
Tableau 9 : Dégradation des performances de lapins en croissance (4 à 11 semaines) lors de l'abaissement du taux de protéines ou de certains acides aminés essentiels en dessous des valeurs recommandées	35
Tableau 10 : Performances de croissance obtenues par différents auteurs en bâtiment clôt	39
Tableau 11 : Consommation (g/lapin par période) de lait et d'aliment pour un lapereau âgé de 15 à 32 jours (sevrage)	41
Tableau 12 : Croissance post-sevrage (g) et GMQ (g/J) de lapins de population locale abattus à 12 semaines d'âge	43
Tableau 13 : Effet des différentes températures sur les performances du lapin en croissance	44
Tableau 14 : Normes d'ambiance recommandées pour le lapin	46
Tableau 15 : Effet de la saison sur la taille et le poids (g) des portées de la naissance à 70 jours d'âge	46
Tableau 16 : Gain moyen quotidien des souches et populations de lapins locales nourris avec des aliments expérimentaux et/ou avec un aliment commercial	48
Tableau 17 : Valeurs du coefficient d'héritabilité et ses conséquences	52
Tableau 18 : Héritabilités des caractères de croissance sevrage et post sevrage	53
Tableau 19 : Effectifs des 4 ^{ème} , 5 ^{ème} et 6 ^{ème} générations	61
Tableau 20 : Composition centésimale de l'aliment en matières première	64
Tableau 21 : Composition chimique de l'aliment granulé	67
Tableau 22 : Poids moyens individuels et par portée des 4 ^{ème} , 5 ^{ème} et 6 ^{ème} générations	71

Tableau 23 : Valeurs des GMQ des 4 ^{ème} , 5 ^{ème} et 6 ^{ème} générations	74
Tableau 24 : Taux de mortalité des 4 ^{ème} , 5 ^{ème} et 6 ^{ème} générations de la naissance à l'abattage	77
Tableau 25 : Valeurs des corrélations entre les critères de croissance	78
Tableau 26 : Valeurs génétiques additives des critères de croissance	79
Tableau 27 : Performances de croissance comparées des 4 ^{ème} , 5 ^{ème} et 6 ^{ème} générations	83
Tableau 28 : Progrès génétique des performances de croissance de la souche synthétique	85
Tableau 29 : Composition chimique de l'aliment utilisé	95
Tableau 30 : Performances de reproduction	105
Tableau 31 : Poids des femelles reproductrices à la saillie et à la mise bas (g)	107
Tableau 32 : Poids moyens individuels par naissance et par portée à la naissance, au sevrage et à l'abattage des lapereaux de la F1 et de la F2	110
Tableau 33 : Gains moyens quotidiens des lapereaux de la F1 et de la F2	111
Tableau 34 : Mortalités sevrage - abattage	111
Tableau 35 : Phénotypes de la descendance des mâles utilisés	112
Tableau 36 : Gain moyen quotidien (sevrage-abattage) selon les phénotypes des lapereaux de la F1	114
Tableau 37 : Gain moyen quotidien (sevrage-abattage) selon les phénotypes des lapereaux de la F2	115

Liste des figures

Figure 1 : Schéma général du clapier de l'ITELV	63
Figure 2 : Distribution des poids au sevrage	71
Figure 3 : Distribution des poids à l'abattage	72
Figure 4 : Distribution du GMQ naissance – sevrage	74
Figure 5 : Distribution du GMQ sevrage – abattage	75
Figure 6 : Histogramme des index de poids vif au sevrage	80
Figure 7 : Histogramme des index de poids vif à l'abattage	81
Figure 8 : Histogramme des index des GMQ	82
Figure 9 : Evolution comparée des performances de croissance	83
Figure10 : Evolution des progrès génétiques liés au poids à différents âges de 7 générations de sélection de la souche synthétique ITELV2006	85
Figure 11 : Evolution des températures durant la période de reproduction (Parentaux)	96
Figure 12 : Evolution de l'hygrométrie durant la période de reproduction (Parentaux)	96
Figure 13 : Evolution des températures durant la période de reproduction (F1)	97
Figure 14 : Evolution de l'hygrométrie durant la période de reproduction (F1)	98
Figure 15 : Evolution de la température durant la période de croissance	98
Figure 16 : Evolution de l'hygrométrie durant la période de croissance	99
Figure 17 : Evolution de la température durant la période de croissance	99
Figure 18 : Evolution de l'hygrométrie durant la période de croissance	100
Figure 19 : Evolution du poids moyen des lapines durant la gestation	106
Figure 20 : Proportions des différents phénotypes	113
Figure 21 : Proportions des différents phénotypes observés	114

Liste des schémas

Schéma 1 : Vue externe du bâtiment d'élevage	90
Schéma 2 : Vue interne du bâtiment d'élevage : Répartition des animaux dans les cages	91
Schéma 3 : Croisements des parentaux	92
Schéma 4 : Croisements effectués pour l'obtention de la F2	93

Liste des abréviations

CMV : Complément Minéral Vitaminé

CMQ : Consommation Moyenne Quotidienne

CNIS : Centre National de l'Informatique et des Statistiques des douanes

CUD: Coefficient d'Utilisation Digestive

FAO: Feeding and Agriculture Organization

FAOSTAT: Feeding and Agriculture Organization Statistics

G : Génération

ΔG : Progrès Génétique

GMQ : Gain Moyen Quotidien

Gn : Génération Parentale

Gn + 1 : Génération des descendants

H² : Héritabilité

H% : Effet Hétérosis

IA : Insémination Artificielle

IC : Indice de Consommation

INRA : Institut National de la Recherche Agronomique

ITAVI : Institut Technique de l'Aviculture de France

ITELV : Institut Technique des Elevages

MAT : Matière Azotée Totale

Nb : Nombre

PG/gn : Progrès Génétique par génération

ppm : Partie par million

PV : Poids Vif

r: Corrélation

SPSS: Statistical Package for the Social Sciences

UE : Union Européenne

VG : Variabilité Génétique

VP : Variabilité Phénotypique

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION GENERALE

ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I : La production cunicole

I. Intérêts de la production cunicole	1
II. Système s'élevage cunicole	2
II.1. Système s'élevage cunicole dans le monde	2
II.2. Système s'élevage cunicole en Algérie	4
III. Races cunicoles	6
III.1. Notions de Population, Race et Souche	6
III.2. Critères de classification des races cunicole	7
III.3. Populations cunicoles en Algérie	8
III.4. Développement des races cunicoles en Algérie	9
IV. Filière cunicole dans le Monde et en Algérie	10
IV.1. Dans le Monde	10
IV.2. En Algérie	11

CHAPITRE II : La reproduction chez le lapin et ses facteurs de variation

I. Particularités physiologiques	13
I.1. Maturité sexuelle des reproducteurs	13
I.1.1. Chez le mâle	13
I.1.2. Chez la femelle	13
I.2. Cyclicité de la femelle	15
I.2.1. Fécondation et gestation	15
I.2.2. Mise bas	16
I.2.3. Lactation	17

II. Paramètres de reproduction	17
II.1. Réceptivité	17
II.2. Fertilité	18
II.3. Prolificité	19
II.4. Fécondité	21
II.5. Productivité numérique	21
II.6. Mortalité	21
III. Facteurs de variation des performances de reproduction	22
III.1. Facteurs liés à l'animal	22
III.1.1. Facteurs liés à la femelle	22
III.1.2 Facteurs liés au mâle	24
III.2. Facteurs liés à la conduite d'élevage	25
III.2.1. Rythme de reproduction	25
III.2.2. L'alimentation	26
III.3. Facteurs liés aux conditions environnementales	27
III.3.1. Effet de la saison	27
III.3.2. Influence de la température	29
III.3.3. Influence de l'hygrométrie	30
III.3.4. Influence de l'éclairement	30

CHAPITRE III : La croissance chez le lapin et ses facteurs de variation

I. Besoins nutritionnels du lapin en croissance	32
I.1. Les besoins en eau	32
I.2. Les besoins en énergie	33
I.3. Les besoins en matières azotées	35
I.4. Les besoins en cellulose brute	36
I.5. Les besoins en matières grasses	36
I.6. Autres besoins du lapin	37

II. Performances de croissance	37
II.1. Consommation alimentaire moyenne quotidienne (CMQ)	37
II.2. Indice de consommation (IC)	38
II.3. Gain Moyen Quotidien (GMQ)	38
II.4. Poids vif (PV)	38
II.5. Mortalité	38
III. La croissance chez le lapin et facteurs de variation	40
III.1. La croissance chez le lapin	40
III.1.1. La croissance de la naissance au sevrage	40
III.1.2. Le sevrage	41
III.1.3. La croissance post-sevrage ou engraissement	42
IV. Facteurs de variation des performances de croissance	43
IV.1. Influence des paramètres d'ambiance sur la croissance du lapin	43
IV.2. Autres facteurs affectant la croissance chez le lapin	46

CHAPITRE IV : Amélioration des paramètres génétiques

I. Héritéité des caractères quantitatifs	50
I.1. Déterminisme génétique des caractères quantitatifs	50
I.2. Paramètres génétiques d'une population	51
I.2.1. Héritabilité des caractères de croissance	51
I.2.2. Corrélation génétique	54
II. Méthodes d'amélioration génétique	55
II.1. Amélioration des performances par la sélection	56
II.1.1. Objectifs de la sélection en croissance	56
II.1.2. Réponse à la sélection en croissance	56
II.2. Progrès génétique et Indexation	57
II.2.1. Progrès génétique	57
II.2.2. Indexation	57
II.3. Amélioration des performances par croisement	58
II.3.1. Complémentarité	58
II.3.2. Effet hétérosis	59

ETUDE EXPERIMENTALE

ESSAI 1 : ANALYSE RETROSPECTIVE ET CINETIQUE DU PROGRES GENETIQUE DES PERFORMANCES DE CROISSANCE DE LA SOUCHE SYNTHETIQUE CUNICOLE ITELV 2006

I. Introduction	60
II. Matériel et méthodes	61
II.1. Les animaux	61
II.2. Equipements et conditions d'élevage	62
II.3. L'aliment	63
II.4. Conduite de l'élevage	64
II.5. Analyses chimiques de l'aliment	64
II.6. Méthodes de calcul	65
II.6.1. Les paramètres de croissance	65
II.6.2. Les paramètres génétiques	65
II.7. Analyses statistiques	66
III. Résultats et discussion	67
III.1. Caractéristiques nutritionnelles de l'aliment utilisé	67
III.2. Performances de croissance	67
III.2.1. Evolution du poids vif	67
III.2.1.1. Poids des portées à la naissance, au sevrage et à l'abattage	67
III.2.1.2. Poids individuels à la naissance, au sevrage et à l'abattage	68
III.2.2. Evolution du gain moyen quotidien (GMQ)	72
III.2.2.1. Evolution du gain moyen quotidien naissance – sevrage	72
III.2.2.2. Evolution du gain moyen quotidien sevrage - abattage	73
III.2.3. Taux de mortalité	75
III.2.3.1. Naissance – sevrage	75
III.2.3.2. Sevrage – abattage	76

III.3. Paramètres génétiques de croissance	77
III.3.1. Etude des coefficients de corrélation	77
III.3.1.1. Entre le poids au sevrage et le poids à l'abattage	77
III.3.1.2. Entre le poids au sevrage et le GMQ	77
III.3.1.3. Entre le poids à l'abattage et le GMQ	77
III.3.2. Estimation de la valeur génétique additive	78
III.3.2.1. Interprétation de l'indexation	78
III.3.2.2. Index des critères de croissance	79
III.3.3. Cinétique du progrès génétique	82
IV. Conclusion	86

**ESSAI 2 : EFFETS DU CROISEMENT DU LAPIN DE SOUCHE SYNTHETIQUE
ITELV 2006 AVEC LA LAPINE HYBRIDE SUR LES PERFORMANCES
ZOOTECHNIQUES**

I. Introduction	87
II. Matériel et méthodes	88
II.1. Le matériel biologique	88
II.2. Le bâtiment d'élevage	89
II.3. La conduite d'élevage	92
II.3.1. L'alimentation et l'abreuvement	92
II.3.2. La reproduction	92
II.3.3. Le sevrage et l'engraissement	94
II.4. Méthodes de calcul	94
II.4.1. Les paramètres de reproduction	94
II.4.2. Les paramètres de croissance	94
II.5. Analyses chimiques de l'aliment	94
II.6. Analyses statistiques	95

III. Résultats et discussion	95
III.1. Caractéristiques nutritionnelles de l'aliment utilisé	95
III.2. Paramètres zootechniques de reproduction	95
III.2.1. Les paramètres d'ambiance	95
III.2.1.1. Durant les périodes de reproduction des parentaux	95
III.2.1.2. Durant la période de reproduction de la F1	97
III.2.1.3. Durant la période de croissance des lapereaux de la F1	98
III.2.1.4. Durant la période de croissance des lapereaux de la F2	99
III.2.2. La réceptivité	100
III.2.3. La fertilité	101
III.2.4. La prolificité	102
III.2.4.1. La prolificité à la naissance	102
III.2.4.2. La prolificité au sevrage	102
III.2.5. Les mortalités	103
III.2.5.1. Les mortinatalités	103
III.2.5.2. Les mortalités naissance – sevrage	104
III.2.6. Durée de gestation	104
III.2.7. Poids des femelles reproductrices	105
III.2.7.1. A la saillie	105
III.2.7.2. A la mise bas	106
III.3. Performances de croissance	107
III.3.1. Evolution du poids vif	107
III.3.1.1. Poids des portées à la naissance, au sevrage et à l'abattage	107
III.3.1.2. Poids individuels à la naissance, au sevrage et à l'abattage	108
III.3.2. Evolution du gain moyen quotidien (GMQ)	110
III.3.3. Taux de mortalité sevrage – abattage	111

III.4. Performances zootechniques selon les phénotypes	112
III.4.1. Phénotypes des lapereaux obtenus en F1	112
III.4.2. Gain moyen quotidien (sevrage-abattage) selon les différents phénotypes de lapereaux de la F1	113
III.4.3. Phénotypes des lapereaux de la F2	114
III.4.4. Gain moyen quotidien (sevrage-abattage) selon les différents phénotypes de lapereaux de la F2	115
IV. Conclusion	116
Discussion générale	117

CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES

**INTRODUCTION
GENERALE**

Introduction générale

Selon le CNIS (2015), au bas mot, l'Algérie a dépensé en 2014 plus de 11,5 milliards de Dollars pour nourrir sa population, soit environ 20% de la facture globale des importations. Les efforts fournis dans le secteur de l'élevage et celui de l'agriculture sont encore loin de satisfaire les besoins de la population. De ce fait, l'Algérie doit encore importer en complément une part essentielle des produits agricoles notamment les viandes qu'elle consomme. Or, il est de plus en plus risqué de miser sur les importations pour subvenir aux besoins de la population. La fin du pétrole et du gaz ou tout simplement la baisse de leurs prix, comme c'est le cas actuellement, rendront la situation intenable.

Au rythme actuel de croissance démographique, l'élevage aura à faire face à un véritable défi pour maintenir ce même niveau de disponibilité sans recourir à des importations supplémentaires. Est-il possible d'atteindre cet objectif à partir des espèces animales classiques (vaches, brebis, chèvres, volailles) sachant que, d'une part, l'élevage des ruminants, animaux à cycles longs, se caractérise par une faible productivité en raison principalement d'une alimentation déficiente aussi bien sur le plan quantitatif que qualitatif, et que, d'autre part, si la production de viande de volaille a effectivement fortement progressé, plusieurs études relèvent comme principale contrainte, sa dépendance de l'étranger en facteurs de productions (matériel animal et aliment surtout) ?

La quête de solution durable ne consisterait-elle pas en la diversification des sources domestiques d'approvisionnement en viandes en accordant un intérêt particulier à l'élevage du lapin ? Cette espèce, facile à élever peut contribuer à pallier l'insuffisance de viandes en Algérie et améliorer ainsi le régime alimentaire des ménages urbains et ruraux. En effet, le lapin est d'un intérêt économique indéniable ; sa viande constitue une source de protéines animales non négligeable (Lebas et Colin, 1992). En outre, le lapin a la capacité de convertir les protéines des plantes riches en cellulose, inutilisables par l'homme, en protéines animales de haute qualité nutritionnelle. Le lapin peut, en effet, fixer jusqu'à 20% de protéines alimentaires absorbées sous forme de viande comestible (Lebas et *al.*, 1996). D'autres atouts distinguent le lapin des autres espèces animales domestiques ; il s'agit entre autres, de son cycle biologique court et de sa forte prolificité : 50 lapereaux d'un poids vif de 2,4 kg abattus par an/lapine, ce qui représente une importante quantité de viande de bonne qualité organoleptique (Combes et *al.*, 2005).

A l'instar des autres pays méditerranéens, l'Algérie aurait connu l'élevage du lapin un demi-siècle avant J.C. Il semblerait que le lapin originaire d'Afrique du Nord fut introduit par les Romains à travers la péninsule Ibérique vers cette époque. Cependant, le lapin reste en Algérie une production souvent ignorée des statistiques officielles du fait qu'elle demeure une activité marginale en milieu rural. Jusqu'aux années 80, l'élevage du lapin était une exclusivité du milieu traditionnel. Il demeurait une affaire familiale avec des effectifs dépassant rarement 10 mères et dont les produits étaient principalement destinés à l'autoconsommation.

Ce n'est qu'à cette époque que le ministère de l'agriculture et du développement rural a jugé nécessaire de développer cette production longtemps restée artisanale. La promotion de cet élevage a bénéficié de l'apport de nouveaux moyens de production tels que l'utilisation de lapins sélectionnés (Néo-Zélandais et Californiens), d'aliment granulé, de cages grillagées et de bâtiments à ambiance contrôlée. Malheureusement, cette tentative s'est traduite par un échec dû à plusieurs raisons, entre autres l'inadaptation des races importées aux conditions d'élevage locales. En outre, la difficulté de s'approvisionner en reproducteurs due à la méconnaissance et à la non maîtrise de la reproduction a constitué également une importante contrainte à l'essor de cet élevage. Cette situation s'est traduite par une faible rentabilité économique en raison d'un taux de mortalité élevé et des performances de croissance médiocres (Belhadi et *al.*, 2002)

Après cet échec, la stratégie de développement de cet élevage s'est basée sur la valorisation du lapin de population locale. C'est ainsi que dès 1990, l'Institut Technique des Petits Elevages (ITELV) ainsi que quelques établissements d'enseignement supérieur, notamment l'université de Tizi Ouzou et l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique, ont mis en place des programmes de recherche sur la caractérisation de ces populations et le contrôle de leurs performances zootechniques (Gacem et Lebas, 2000, Berchiche et *al.*, 2000, Belhadi, 2004, Zerrouki et *al.*, 2005, Moulla, 2006). Ces travaux ont mis en évidence d'une part, les défauts de cette population notamment sa faible prolificité, 5,75 lapereaux sevrés par femelle et son poids adulte nettement inférieur à 2kg, et, d'autre part, ses qualités, particulièrement son adaptation aux conditions climatiques locales.

Ce constat a amené au début des années 2000, l'Institut Technique des Petits Elevages (ITELV) en collaboration avec l'Institut National de la Recherche agronomique (INRA) de Toulouse à mettre en place, pour produire des animaux performants et adaptés aux contextes algérien, un programme qui consiste en la création d'une souche synthétique par le croisement continu entre deux races : la population locale (femelles), connue pour sa faible sensibilité à la chaleur mais trop légère et peu productive et la souche INRA2666 (semence mâle), plus lourde et plus

productive (Gacem et Bolet, 2005) issue elle-même du croisement de la souche INRA2066 et de la souche *Verde* dite V d'Espagne.

Ce schéma permet d'exploiter la complémentarité entre les populations d'origine, tout en conservant la moitié de l'hétérosis (Bidanel, 1992).

Avant de diffuser cette souche auprès des éleveurs, quelques travaux ont été réalisés sur les premières générations pour comparer ses performances avec celles de la population locale et vérifier ainsi si les objectifs d'amélioration de sa productivité ont été atteints (Gacem et *al.*, 2008, Gacem et *al.*, 2009). Cette comparaison confirme l'intérêt de la souche synthétique ; le poids de la femelle et la prolificité ont été augmentés de manière significative. Cependant, les performances de croissance des lapereaux sous la mère et en engraissement restent modestes.

Ce constat nous a amené à exécuter ce travail qui comprend deux volets. Le premier qui s'inscrit dans la continuité des essais réalisés sur les premières générations porte sur les 4^{ème}, 5^{ème} et 6^{ème} génération de la souche synthétique ITELV 2006 avec pour objectifs essentiels d'évaluer les performances zootechniques en période de croissance en vue d'indexer les futurs géniteurs de la 6^{ème} génération, de connaître le dynamisme des caractères à travers l'étude des corrélations et de quantifier le progrès génétique par génération et par unité de temps. Le deuxième volet de ce travail tente de répondre à la question suivante : Parallèlement à la nécessité d'une part, d'améliorer la qualité de l'aliment, responsable en partie des performances de croissance modestes de cette souche, et, d'autre part, de faire porter les efforts de sélection de cette souche sur ses performances de croissance, son croisement avec le lapin hybride (plus lourd) peut-il constituer une piste intéressante à explorer ?

Un tel énoncé traduit peut être une trop grande ambition, de très nombreuses interrogations. La thèse s'efforce d'y apporter des réponses à travers le cheminement suivant :

- Des éléments bibliographiques sont tout d'abord apportés dans la première partie pour faire le point sur la production cunicole dans le monde et en Algérie, les performances de reproduction et les facteurs de variation, les besoins nutritionnels et l'expression phénotypique des caractères de croissance et l'amélioration des paramètres génétiques.
- Ensuite, dans une deuxième partie, nous aborderons la partie expérimentale qui se subdivise en deux chapitres. Pour chacun d'eux, nous aborderons le volet matériel et méthodes ainsi que la présentation et la discussion des résultats.
- Enfin, nous achèverons notre travail par une discussion générale et par la suite par une conclusion générale qui nous permettra de présenter les points essentiels du travail et de proposer quelques perspectives pour les travaux ultérieurs.

PREMIERE PARTIE :
ETUDE
BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I :
La Production Cunicole

CHAPITRE I : La Production Cunicole

I. Intérêts de la production cunicole

L'élevage du lapin est très répandu, particulièrement dans les régions méditerranéennes. Espèce réputée pour sa prolificité (9 à 11 lapereaux par portée), elle est appréciée pour sa productivité soient 53 lapereaux par lapin et par an (Coutelet, 2013 et 2014).

La période d'engraissement des lapereaux est courte (1 à 2 mois suivant le degré d'intensification pratiqué).

Les avantages de la production du lapin sont également liés à son comportement reproductif. En effet, la lapine dont l'ovulation est induite par l'accouplement a une durée de gestation courte (31 jours) et contrairement à de nombreux mammifères, elle ne présente pas d'anoestrus post-partum. Elle peut être fécondée tout au long de la lactation, l'éleveur peut donc choisir lui-même le rythme de reproduction qu'il utilise dans son élevage (Fortun-Lamothe et *al.*, 1999 ; Theau-Clément et *al.*, 2001).

Animal monogastrique herbivore, le lapin est capable de bien valoriser les fourrages et les sous-produits de l'agriculture et de l'industrie (Lebas, 2012). En effet, il a la capacité de transformer les protéines végétales, peu ou pas consommées par l'homme ou les autres animaux monogastriques, en protéines animales de haute valeur biologique. Ainsi, le lapin peut fixer 20% des protéines alimentaires qu'il absorbe, alors que ce taux est de 22-23% pour le poulet de chair et de 8-12% pour le bovin (Lebas et *al.*, 1996).

De plus, le coût énergétique pour produire 1Kg de viande est un avantage du lapin (105Kcl/g) par rapport au mouton et au bovin dont les coûts énergétiques sont respectivement de 427Kcl/g et 442Kcl/g, selon une synthèse de Dalle Zotte (2014).

Du point de vue qualité diététique, la composition de la viande de lapin, particulièrement en matières grasses ($5 \pm 3,3$ %) et en protéines ($21 \pm 1,5$ %), la place loin devant les viandes de bœuf, mouton, poulet et dinde. Elle présente un ratio protéine/énergie intéressant dans un contexte de limitation des apports caloriques (Combes, 2004).

La production d'une viande d'une telle qualité nutritionnelle, diététique et organoleptique demande un investissement et des frais de main d'œuvre très peu élevés comparés aux autres productions carnées (Bouguerra, 2011).

Tous ces atouts font du lapin une espèce d'un grand intérêt économique. Il représente une opportunité pour le développement des petits élevages en particulier dans le cas des pays en voie de développement où les protéines animales sont difficiles à produire.

II. Système d'élevage cunicole

Le système d'élevage peut être défini de façon générale comme étant : " La combinaison des ressources, des espèces animales et des techniques et pratiques mises en œuvre par une communauté ou par un éleveur, pour satisfaire ses besoins en valorisant des ressources naturelles par des animaux" (Lhoste, 2001).

La notion de système d'élevage a été avant tout un concept développé par les zootechniciens à l'image des systèmes agricoles des agronomes.

Les préoccupations demeurent très thématiques : amélioration génétique, alimentation, physiologie, etc. Ces recherches se pratiquent le plus souvent en milieu contrôlé et dans un contexte d'une économie de marché (Guemour, 2011).

Le système d'élevage cunicole est un système d'élevage hors sol dont la productivité dépend principalement des performances de reproduction de la lapine (fertilité et prolificité) et de la croissance et de la santé des lapereaux (Castellini et *al.*, 2003).

II.1. Système d'élevage cunicole dans le monde

La viande de lapin est obtenue sous quatre systèmes d'élevage. Ainsi, Colin et Lebas (1996) ont décrits 03 types de cunicultures (traditionnelle, intermédiaire, commerciale).

Un autre système de production dit biologique est apparu ces dernières années pour répondre aux exigences des consommateurs.

a. Cuniculture traditionnelle

Elle est composée de petits élevages (moins de 8 femelles) à vocation vivrière, utilisant des méthodes extensives. L'alimentation est de type fermier et la plupart des animaux produits sont destinés à l'autoconsommation (Lebas et Colin, 2000).

Ce système d'élevage est particulièrement dominant en milieu rural dans les pays du Maghreb et en Egypte (Kenou, 1990 ; Barkok, 1990 in Cherfaoui-Yami (2015) ; Berchiche et Lebas, 1994 ; Galal et Khalil, 1994).

Ce type d'élevage peut constituer une source de revenus appréciables pour le foyer (Lukefahr et Cheeke, 1990) en plus d'assurer un apport protéique non négligeable.

Également, il peut valoriser un grand nombre de déchets ménagers et de sous-produits inutilisables. Les lapins des élevages traditionnels sont caractérisés par des performances zootechniques modestes. Ces animaux sont de plus en plus rares sur le marché en raison de la disparition des élevages traditionnels (Lebas, 2009).

b. Cuniculture intermédiaire

Dans ce type de cuniculture, les tailles d'élevage varient de 8 à 100 femelles à vocation à la fois vivrière et commerciale, utilisant des méthodes semi-intensives.

L'alimentation est de type fermier complétementée avec des produits industriels (Lebas et Colin, 2000). Cet élevage se retrouve aussi bien en milieu péri urbain, voir nettement urbain (Lebas, 2000).

c. Cuniculture commerciale ou rationnelle

Elle est composée d'élevages de grande taille (plus de 100 femelles). L'alimentation est constituée d'aliment composé industriel. Les élevages commerciaux sont tournés vers la vente de la quasi-totalité de la production (Lebas et Colin, 2000).

La conduite d'élevage adoptée est rationnelle. Les lapins sont logés dans des cages à l'intérieur de bâtiments clos, éclairés et ventilés, ils sont chauffés en hiver et refroidis en été.

d. Cuniculture biologique

Le développement de l'élevage biologique connaît une croissance importante depuis la fin des années 2000. La plupart des filières animales (œuf, lait, etc.) biologiques sortent du marché de niche avec des volumes de production devenant significatifs.

La production cunicole biologique ne connaît pas cet essor, à cause des difficultés techniques induites par la conduite en agriculture biologique (très éloignée du conventionnel) et du manque de références technico-économiques (Roisard, 2016).

Les lapins généralement de race rustique, sont élevés en plein air dans des cages mobiles sur des prairies plurispécifiques non fertilisées. Les cages sont déplacées chaque jour pour fournir de l'herbe fraîche aux animaux, ce qui limite le contact avec leurs excréments et réduit ainsi l'infestation parasitaire (Lebas, 2002 ; Fortun-Lamothe et *al.*, 2013).

Outre le pâturage, l'alimentation des animaux est composée de matières premières biologiques. Les lapereaux doivent être nourris au lait naturel, de préférence maternel durant au moins 3 semaines. L'alimentation des adultes et des jeunes après sevrage doit être basée sur une utilisation maximale des fourrages "grossiers" (au moins 60% de la matière sèche de la ration) : soit en pâturage, soit par affouragement en vert, en sec ou en déshydraté.

Au moins 50% de matière sèche de la ration est constituée par des aliments produits sur l'exploitation elle-même (Anonyme, 2012).

Ces systèmes de production cunicole sont généralement de petite taille (environ 40-60 femelles reproductrices) et conduits selon un rythme de reproduction extensif (80-90 jours d'intervalle entre deux mises-bas). Cela rend le système beaucoup moins productif (20 lapins/femelle/an).

La prolificité (6 lapereaux sevrés) et la vitesse de croissance (<25g/j) y sont plus faibles.

En conséquence, la viabilité économique de ce système n'est permise que par un prix de vente élevé (Lebas, 2002 ; Fortun-Lamothe et *al.*, 2013).

II.2. Système d'élevage cunicole en Algérie

Actuellement, deux principaux types d'élevage coexistent en Algérie : l'élevage traditionnel et l'élevage rationnel.

Le secteur traditionnel est constitué de très petites unités à vocation vivrière et le secteur rationnel comprend de grandes ou moyennes unités orientées vers la commercialisation de leurs productions.

a. Elevage traditionnel ou fermier

En Algérie, la cuniculture à l'échelle fermière existe depuis longtemps au niveau rural.

Ce type d'exploitation est constitué de nombreux petits élevages de 5 à 8 lapines, plus rarement 10 à 20, localisé en milieu rural ou à la périphérie des villes. Son orientation principale est l'autoconsommation (Saidj et *al.*, 2013).

Une enquête menée par Boumahdi-Merad et *al.* (2015) a montré que ce type d'élevage est fréquent dans les régions du Nord et du Sud de l'Algérie et souligne que plus de 45% des exploitations ont plus de 4 femelles reproductrices.

Le type génétique utilisé est le lapin de population locale qui n'est soumis à aucune sélection.

Le phénotype, le format et la couleur du pelage ainsi que les performances des animaux sont très hétérogènes (Zerrouki *et al.*, 2005a).

Les animaux sont logés dans de vieux locaux récupérés et quelquefois dans des bâtiments traditionnels aménagés spécialement à cet effet.

L'alimentation est, presque exclusivement, à base d'herbe et de sous- produits agricoles et domestiques (végétaux et restes de table) quelquefois complétée avec du son (Berchiche, 1992), ce qui est commun à plusieurs contrées dans le monde (Finzi, 2006).

L'élevage fermier de lapin en Algérie évolue progressivement ; cette évolution s'explique par les qualités intrinsèques de l'espèce et son adaptation à des milieux d'élevage différents.

Aussi, son exploitation en élevage de petite taille nécessite peu d'investissements et évite les grandes pertes.

Avec des charges pratiquement nulles, le lapin en élevage fermier arrive à produire environ 18Kg de poids vif, soit 11Kg de viande par femelle et par an (Djellal, Mouhous et Kadi, 2006).

b. Elevage rationnel ou moderne

En Algérie, l'introduction de l'élevage rationnel n'est apparue qu'à partir de 1987. La promotion de cet élevage est initiée sur l'exploitation de reproducteurs hybrides (Hyplus), introduits de France, mais cette opération a rapidement échoué (moins de deux années) en raison d'une alimentation de mauvaise qualité qui a provoqué une importante mortalité (Berchiche et Lebas, 1990).

Une décennie plus tard, la cuniculture rationnelle est de nouveau relancée mais avec une stratégie favorisant la valorisation des reproducteurs de population locale (Berchiche *et al.*, 2000b).

Cette opération disposera d'un aliment industriel de qualité mais en s'orientant sur le marché de matières premières importées (Berchiche *et al.*, 2012).

En ce sens, des élevages exploitant des reproducteurs de population locale se multiplient avec l'appui de la mise en œuvre de programmes de recherches universitaires tels que ceux initiés au niveau de l'université Mouloud Mammeri et de l'Institut Technique des Elevages (ITELV) pour la caractérisation du lapin local en conditions rationnelles et le contrôle de ses performances (Berchiche *et al.*, 2000 ; Belhadi, 2004 ; Zerrouki *et al.*, 2005 ; Zerrouki *et al.*, 2007 ; Mefti-Kortebly *et al.*, 2010 et Cherfaoui *et al.*, 2013).

Ces travaux ont permis de caractériser un lapin local avec un poids adulte assez faible (entre 1500 et 1970g) et une forte mortalité des lapereaux.

Néanmoins, cette population est caractérisée par sa rusticité et une bonne adaptation aux conditions climatiques locales (Berchiche et *al.*, 2012).

III. Races cunicoles

III.1. Notions de population, race et souche

- **Population**

Pour le généticien, une population est un ensemble d'animaux se reproduisant effectivement entre eux (De Rochambeau, 1990). Les animaux d'une même population locale ou géographique sont adaptés aux conditions d'élevage de la région. Leur aspect extérieur (format, coloration du pelage...) traduit une forte hétérogénéité. A partir de ces populations, les éleveurs ont sélectionnés des races.

Extérieurement, les animaux d'une race sont plus homogènes que ceux d'une population (De Rochambeau, 1989 ; Bolet et *al.*, 2000 in Senah, 2017).

Les pays du tiers monde peuvent disposer de populations locales, par exemple, le lapin Baladi du Soudan ou d'Egypte, le Maltais de Tunisie, le lapin Créole de Guadeloupe et le lapin Kabyle d'Algérie (Lebas, 2002).

- **Race**

La notion de race peut avoir plusieurs acceptions selon qu'elle est envisagée par le généticien (Boucher et Nouaille, 2002).

La Fédération Française de Cuniculture rapporte que l'inspecteur général d'agriculture, Monsieur E. Quittet, a écrit dans la Revue de l'Elevage plusieurs articles particulièrement perspicaces et accomplis sur la notion de race dont la définition suivante : " La race est au sein d'une espèce, une collection d'individus ayant en commun un certain nombre de caractères morphologiques et physiologiques qu'ils perpétuent lorsqu'ils se reproduisent entre eux".

- **Souche**

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

Selon Jussiau et *al.* (2006), la création d'une souche synthétique fait d'abord appel au croisement de métissage entre deux ou plusieurs races (ou lignées), présentant des caractéristiques

complémentaires ; prolificité et qualités maternelles d'un côté et aptitudes bouchères de l'autre. Après deux ou trois générations sans sélection, la ligne est "fermée" en faveur d'objectifs spécifiques.

III.2. Critères de classification des races cunicoles

Les races de lapins sont souvent regroupées en fonction du poids adulte ou de la taille adulte mais également en fonction de l'origine et de la zone géographique.

a. Le poids adulte ou la taille

Selon Chantry Darmon (2005), il est commode de regrouper les races suivant leur taille adulte. De plus, celle-ci est souvent en rapport avec des caractères de production : précocité, prolificité, vitesse de croissance pondérale, vitesse d'atteinte de la maturité.

La majorité des sélections concernant la taille et la morphologie du corps ont séparé les races cunicoles en quatre types :

- ✓ **Les races lourdes** sont caractérisées par un poids adulte supérieur à 5Kg, la fécondité est généralement faible. Le fort potentiel de croissance des races lourdes est par contre de plus en plus souvent exploité dans les croisements commerciaux.

La race la plus grande est le Géant des Flandres (7 à 8Kg) suivi du Bélier Français et du Géant Papillon Français.

- ✓ **Les races moyennes** dont le poids adulte varie de 3,5 à 4, 5Kg, sont à la base des races utilisées pour la production intensive de viande en Europe occidentale.

On peut citer : le Californien Himalayen, le Fauve de Bourgogne ou le Néo-Zélandais Blanc. Ce dernier est le plus utilisé pour la production commerciale.

- ✓ **Les races légères** dont le poids adulte se situe entre 2,5 et 3Kg. On retrouve : la race Russe, le Petit Chinchilla ou l'Argenté Anglais.

- ✓ **Les races naines** dont le poids adulte est de l'ordre de 1Kg. Elles sont souvent utilisées pour produire des lapins de compagnie. Ces races comprennent les lapins Nains de couleur ou le lapin Polonais.

b. L'origine et la zone géographique

En 2000, Lebas et Colin classent les lapins en quatre types de races en fonction de leur origine.

- ✓ **Les races primitives ou primaires ou géographiques**, à partir desquelles se sont différenciées toutes les autres. Elles sont directement issues des lapins sauvages.
- ✓ **Les races sélectionnées** obtenues par sélection artificielle à partir des précédentes, comme le Fauve de Bourgogne, le Néo-Zélandais Blanc, l'Argenté de Champagne.
- ✓ **Les races synthétiques** obtenues par croisement raisonné de plusieurs races, exemple : le Géant Blanc du Bouscat et le Californien.
- ✓ **Les races mendéliennes** obtenues par fixation d'un caractère nouveau, à détermination génétique simple, apparu par mutation, exemple : le lapin Angora et le lapin Japonais.

III.3. Populations cunicoles en Algérie

Trois types génétiques caractérisent le cheptel cunicole en Algérie :

- **Le lapin Kabyle** appartenant à la population locale de la Kabylie (région de Tizi Ouzou), il est caractérisé par un poids adulte moyen de 2,8Kg. Cette valeur le classe dans le groupe des races légères (Zerrouki et *al.*, 2001 ; 2004).

La population Kabyle présente une diversité du point de vue phénotype de couleurs, conséquence de croisements anarchiques avec des souches importées (Lounaouci, 2001 ; Berchiche et Kadi, 2002 ; Ferrah et *al.*, 2003 ; Zerrouki et *al.*, 2005).

Cette population a présenté une bonne adaptation aux conditions locales. Elle est utilisée principalement dans la production de viande, mais sa prolificité et son poids adulte sont trop faibles pour être utilisable telle quel dans des élevages producteurs de viande.

La productivité numérique enregistrée chez les femelles de cette population est de l'ordre de 25 à 30 lapins sevrés par femelle et par an (Berchiche et Kadi, 2002 ; Gacem et Bolet, 2005; Zerrouki et *al.*, 2005).

- **La population Blanche** de phénotype albinos dominant, produite par une coopérative d'état. Elle a été décrite par Zerrouki et *al.* (2007). Souche plus lourde et plus prolifique que la population locale.

- **La souche synthétique (ITELV 2006)** a été créée en 2003 pour améliorer le potentiel génétique des lapins destinés à la production de viande en Algérie. Elle a été obtenue par un croisement entre la population locale et la souche INRAA 2666 issue du croisement de la

souche INRA 2066 et de la souche *Verde* dite V d'Espagne. Elle est plus lourde et plus productive (Gacem et Bolet, 2005 ; Gacem et *al.*, 2008 ; Bolet et *al.*, 2012).

III.4. Développement des races cunicoles en Algérie

En Algérie, la filière cunicole a connu des évolutions techniques majeures et une structuration continue au cours des décennies 1980, 1990 et 2000. Elles ont été permises, entre autres, par des efforts de recherches scientifiques dont les résultats sont publiés par des revues et des rencontres scientifiques spécialisées (Cherfaoui- Yami, 2000).

Les populations locales du lapin présentent des caractéristiques importantes du point de vue de leur adaptation aux conditions alimentaires et climatiques algériennes avec une capacité à la résistance avérée à certaines maladies.

Ces populations présentent, toutefois, une variabilité phénotypique résultant des croisements intempestifs et parfois volontaristes visant à la recherche des caractères de performance, avec des races étrangères introduites en Algérie au cours des années 70 dans le cadre de certains projets de développement rural (Farsi.2016). Ce processus de développement a été aggravé par l'introduction, entre 1985 et 1989 ; de reproducteurs sélectionnés (Hybrides : Néo-Zélandais X Californien) destinés aux élevages intensifs avec l'objectif d'atteindre 5000 tonnes/an (Berchiche et Lebas, 1994 ; Berchiche et Kadi, 2002 ; Ferrah et *al.*, 2003 ; Othmani-Macif et Benazzoug, 2005 ; Djellal et *al.*, 2006).

Les résultats attendus n'ont pas été atteints en raison des faibles performances enregistrées par le cheptel importé et élevé dans les conditions locales.

Si le développement du système d'élevage intensif a été contrarié par la fragilité des hybrides, l'élevage des populations locales connaît un essor indéniable grâce aux travaux menés, depuis le début des années 90, pour leur caractérisation au sein de quelques onstituts nationaux techniques et de recherches (ITELV, INA, INRAA) et quelques universités (Université de Tizi Ouzou, Université de Blida ...), (Berchiche et *al.*, 2000 ; Zerrouki et *al.*, 2005b ; Daoud-Zerrouki, 2006 ; Lakabi-Ioulitène et *al.*, 2008 ; Mefti-Korteby et *al.*, 2010 ; Mefti-Korteby, 2012 ; Cherfaoui et *al.*, 2013 ; Lounaouci-Ouyed et *al.*, 2014 ; Mazouzi-Hadid et *al.*, 2014 ; Cherfaoui-Yami, 2015).

Ces travaux de recherches ont permis de relever le niveau appréciable des résultats notamment en matière de croissance et de reproduction de la population cunicole locale.

Néanmoins, en dépit des résultats globalement positifs, ces populations restent menacées par l'absorption exercée par les races importées et voient leur effectif baisser. La conservation et la

préservation de cette population est une question très urgente à prendre en charge avant leur extinction en raison des croisements anarchiques (Belhadi et *al.*, 2002 ; Fellous et *al.*, 2012 ; Cherfaoui et *al.*, 2013).

En 2003, l'Institut Technique des Elevages (ITELV) de Baba Ali a défini un programme permettant d'améliorer la prolificité et le poids de la population locale tout en conservant ses qualités d'adaptation aux maladies et aux chaleurs estivales. Ce programme réalisé avec la collaboration de l'INRA de Toulouse (France) a consisté en la création d'une lignée synthétique obtenue par un croisement continu entre deux races : la population locale (reproductrice) et la souche INRA2066 (semence mâle) (Gacem et Bolet, 2005 ; Gacem et *al.*, 2008 ; Zerrouki et *al.*, 2014). Ce schéma permet d'exploiter la complémentarité entre les populations tout en conservant la moitié de l'hétérosis. Ce modèle de sélection propose un programme d'amélioration génétique destiné à produire des animaux adaptés au contexte algérien (Bidanel, 1992).

IV. Filière cunicole dans le Monde et en Algérie

IV.1. Dans le Monde

En 2013, la FAO a estimé la production mondiale de viande de lapin à environ 1,8 million de tonnes, avec une augmentation de 13,5% depuis 2000.

L'Union Européenne est le deuxième producteur mondial de lapin de chair, derrière la Chine, avec une production d'environ 200000 tonnes équivalent carcasse (ITAVI, 2017).

L'élevage de lapin est fortement concentré dans trois pays représentant 83% de la population totale de l'UE. Avec 48,5 millions de lapins abattus en 2016, l'Espagne est le principal producteur, suivie de la France avec 29 millions et de l'Italie avec une estimation de 24,5 millions (Anonymes, 2018).

La cuniculture est presque inexistante dans la majorité des pays du Proche-Orient (Senah, 2017).

Au regard des statistiques, l'Afrique produit peu de lapins et se classe en dernière position par rapport aux autres continents, avec une production de 74 770 tonnes en 2013, ce qui représente 6,3% de la production mondiale (FAOSTAT, 2013 ; Dalle- Zotte, 2014).

Globalement, dans les pays d'Afrique du Nord, les élevages commerciaux sont peu représentés. Cependant, il convient de signaler que l'Egypte est le principal pays producteur de lapin à

l'échelle rationnelle avec une production de 40 000 tonnes en 2013 ce qui représente 4% de la production totale à l'échelle mondiale et 64% de la production continentale (Osni et Lukefahr, 2014). Dans les autres pays africains, la production reste faible : Kenya (3060 tonnes) ; Rwanda (2160 tonnes) ; Gabon (1920 tonnes) ; Madagascar (690 tonnes) ; Mozambique (462 tonnes) ; Cameroun (96 tonnes) (FAOSTAT, 2013).

Sur le plan commercial, la chine reste le principal exportateur de viande de lapin vers l'Union Européenne (99% des importations totales).

L'UE dispose également d'un marché d'exportation important, qui est divisé entre la viande de lapin fraîche de plus grande valeur (par exemple sur le marché suisse) et un marché pour les abats de moindre valeur (par exemple la Chine) (Anonyme, 2018).

La consommation annuelle de viande de lapin au niveau mondiale est d'environ 280g/habitant, mais ce chiffre reste théorique puisque dans un très grand nombre de pays, la consommation est nulle pour la majorité des habitants (Senah, 2017).

La consommation la plus élevée est enregistrée en Europe avec 1,7Kg/habitant/an en Europe de l'Ouest et 0,90Kg/habitant/an en Europe de l'Est.

L'Afrique du Nord arrive en troisième position avec une consommation de 0,66Kg/habitant/an, dont la consommation égyptienne atteint 0,27Kg/habitant/an (Gidenne, 2007).

IV.2. En Algérie

La production nationale annuelle de viande de lapin est estimée à seulement 8000 tonnes selon la FAO (2014), classant l'Algérie en dixième position à l'échelle mondiale (0,7% de la production mondiale globale) (FAOSTAT, 2013).

De ce fait, il est incontestable que la cuniculture demeure encore une activité très restreinte malgré les divers avantages qu'elle présente.

Cette production est particulièrement concentrée au centre du pays notamment dans les régions de Tizi Ouzou et de Blida où des programmes de recherches universitaires sont mis en œuvre dans le but de développer cette filière.

Le niveau de consommation se situe essentiellement chez les producteurs, à laquelle, on peut rajouter la vente en circuits courts, parents, voisins... mais la viande de lapin paraît bien acceptée et se trouve sur les marchés urbains, par exemple dans la région de Constantine (Colin et Lebas, 1995).

Selon une enquête menée par Kadi et *al.* (2008) dans la région de Tizi Ouzou en vue d'étudier la commercialisation de la viande de lapin dans cette région, très peu de boucheries (1,6%) vendent du lapin alors que 20,4% sont des volailles. Cependant, la commercialisation du lapin est beaucoup plus importante dans les secteurs de l'hôtellerie et de la restauration puisque 10,9% des restaurants et surtout 36,4% des hôtels proposent du lapin.

Les principaux facteurs limitant une augmentation de la commercialisation sont à la fois un manque de demande et une disponibilité insuffisante. Ainsi, malgré la mauvaise organisation de la filière cunicole et son faible rendement, la consommation de la viande de lapin peut être considérée comme faisant partie des traditions de la population de la région de Tizi Ouzou et est susceptible de se développer dans les années à venir (Colin et Tudela, 2009).

CHAPITRE II :
**La reproduction chez le lapin et
ses facteurs de variation**

CHAPITRE II : La reproduction chez le lapin et ses facteurs de variation

I. Particularités physiologiques

I.1. Maturité sexuelle des reproducteurs

I.1.1. Chez le mâle

La puberté correspond à la mise en route du gonostat-hypothalamo-hypophysaire et est en relation beaucoup plus avec le poids vif des animaux qu'avec l'âge (Soltner, 2001). C'est vers l'âge de 60-70j que les premières manifestations du comportement sexuel peuvent être observées par des tentatives de chevauchement (Lebas et *al.*, 1996).

D'après Brito et *al* (2004), la maturité sexuelle est définie comme l'âge auquel un mâle est utilisé pour la première fois pour la reproduction et donne des résultats qui sont considérés comme satisfaisants dans l'élevage. Les premiers coïts peuvent survenir vers l'âge de 110j mais la viabilité des éjaculats est faible voire nulle ainsi, il est préférable d'attendre jusqu'à l'âge de 135-140j pour procéder aux premiers accouplements.

Quant aux mâles, leur poids à la saillie enregistré est de 2500 et 2854g respectivement pour la population locale kabyle et celle de l'ITELV.

I.1.2. Chez la femelle

La mise en reproduction des lapines dépend de leur poids, lui-même lié au mode d'alimentation auquel elle est soumise (*ad libitum* ou rationnée) (Zerrouki-Daoudi, 2006).

Hulot et *al.* (1982) et Lebas et *al.* (1996) rapportent que les femelles peuvent être mises en reproduction lorsqu'elles atteignent les $\frac{3}{4}$ de leur poids adulte, ce dernier variant en fonction de la race.

Les lapines peuvent accepter pour la première fois l'accouplement vers 10 à 12 semaines sans que cela n'entraîne une ovulation.

Selon Lebas (2002), sur une série expérimentale faite sur 80 lapines de 11 semaines présentées à un mâle adulte, 76% ont accepté de s'accoupler mais une seule a ovulé.

Compte tenu de l'absence de cycle oestrien et donc d'œstrus spontané, l'âge à la puberté est difficile à définir puisqu'il n'est pas possible de déterminer un âge au premier œstrus comme chez les autres espèces. L'âge à la puberté est donc déterminé par des critères indirects qui dépendent plus du type de population de lapines considéré que des individus eux-mêmes (Lebas, 2002). Selon Meziani et Meziani (2003), ce paramètre dépend en particulier :

- **De la race** : la précocité sexuelle est meilleure chez les races de petit ou moyen format (4 à 6 mois) que chez les races de grand format (5 à 8 mois). Dans les élevages commerciaux, les femelles sont couramment accouplées à 120-130 jours et montrent une bonne fertilité.
- **Du développement corporel** : la précocité est d'autant plus grande que la croissance a été rapide. Ainsi, des femelles alimentées à volonté sont pubères 3 semaines plutôt que des femelles de même souche ne recevant chaque jour que 75% du même aliment. Il est intéressant de constater que leur développement corporel est également retardé de 3 semaines.
- **De l'époque de naissance** : les femelles qui naissent en automne seraient plus précoces que celles nées au printemps.

La plupart des auteurs rapportent que la puberté des lapines est atteinte en général quand elles parviennent à 70-75% du poids adulte. Cependant, il est souvent préférable d'attendre qu'elles aient atteint 80% de ce poids pour les mettre en reproduction. Ces poids relatifs ne doivent cependant pas être considérés comme des seuils impératifs pour chaque individu, mais comme des limites valables pour la moyenne de la population.

En effet, si le pourcentage de lapines capables d'ovuler s'accroît avec le poids vif moyen entre 14 et 20 semaines, à un âge donné, il n'existe pas de différence de poids vif entre les lapines qui ovulent et celle qui n'ovulent pas (Lebas, 2002).

Selon Brun et Baselga (2005), le poids des femelles à la saillie est de 4176 g pour la souche INRA 2666 alors que pour la race locale, Zerrouki et *al.* (2005) enregistrent un poids de 2810g. En 2009, Gacem et Zerrouki, enregistrent des poids de femelles à la saillie de l'ordre de 3633 et 3278g respectivement pour la souche synthétique et la locale.

I.2. Cyclicité de la femelle

La lapine est considérée comme une femelle en œstrus permanent et l'ovulation ne se produit que s'il y a eu accouplement (Lebas, 2005). On considère qu'une femelle est en œstrus quand elle accepte de s'accoupler et prend la position en lordose avec la croupe relevée, tandis qu'une lapine en dioestrus tend à se blottir dans un angle de la cage ou à devenir agressive. Selon Prud'hon (1976), il y a une périodicité dans l'acceptation du mâle de l'ordre de 4 à 6 J ; de même Lebas (2002), a montré l'existence d'une alternance de périodes d'œstrus pendant lesquelles elle accepte l'accouplement et des périodes de dioestrus. Ces durées sont variables d'un individu à l'autre pouvant aller de 2 à 28 jours. Dès le lendemain de la parturition, les lapines peuvent être à nouveau fécondées et donner naissance à des portées de taille normale (Prud'hon, Bel et Sinse-Cael, 1968 in Sabbagh, 1983).

Toutefois un délai de 10 jours est mentionné entre la parturition et la saillie pour rétablir un niveau normal de fécondité.

I.2.1. Fécondation et gestation

La fécondation des ovocytes a lieu 90 minutes après leur émission : si elles ne le sont pas, elles perdent leur fécondabilité au bout de 9 heures (Torres, 1977).

La remontée des spermatozoïdes est rapide : ils peuvent atteindre le lieu de fécondation (près de l'isthme) 30 minutes après le coït. Durant leur remontée, les spermatozoïdes effectuent une maturation qui les rend aptes à féconder les ovocytes (Lebas, 2002).

Le diagnostic de gestation se fait par palpation abdominale entre le 10^{ème} et le 14^{ème} jour de la gestation (Lebas et al., 1991). Celle-ci permet de détecter la présence des embryons dans l'utérus. Cette technique est inefficace avant le 10^{ème} jour et dangereuse après le 14^{ème} jour car il y'a un risque d'avortement.

La durée moyenne de la gestation est de 30 à 32 jours avec des extrêmes de 29 et 34 jours.

Selon Lebas, 1994, elle varie en fonction de la taille de la portée : elle est plus longue quand la taille de la portée est faible (de 1 à 3 lapereaux). D'après Roustan (1992), cette durée est variable aussi en fonction de la parité de la femelle : la nullipare a une gestation plus longue.

A la fin de période de gestation, la lapine confectionne un nid pour la naissance des lapereaux. Le nid est construit à partir des poils de la femelle et de la litière mise à sa disposition (herbes, copeaux de bois...). En retirant ses poils de l'abdomen pour confectionner son nid, la lapine dégage les tétines pour faciliter l'accès des lapereaux à ces dernières.

Parfois, la lapine ne construit pas son nid. Ce comportement est observé en général chez les femelles primipares, et s'il est répété, la lapine est réformée (Dalli, 2000).

- **Pseudo gestation**

Lorsque les ovules libérés ne sont pas fécondés, il se produit une pseudo gestation qui dure 15 à 18 jours.

Au début, le développement des corps jaunes et l'évolution de l'utérus sont les mêmes que pour une gestation, mais ils n'atteignent pas la taille ni le niveau de production de progestérone des corps jaunes gestatifs. Pendant toute cette période, la lapine n'est pas fécondable. Vers le 12^e jour, les corps jaunes commencent à régresser puis disparaissent. La fin de la pseudo gestation est accompagnée de l'apparition d'un comportement maternel et de la construction d'un nid, liés à l'abaissement rapide du taux de progestérone sanguin (Chekikene, 2014).

I.2.2. Mise bas

Le mécanisme de la mise bas est déclenché par l'augmentation du rapport œstrogènes/progestérone et la sécrétion de prolactine qui se produit quelques jours avant. Il semble toutefois que le niveau de sécrétion des corticostéroïdes par les surrénales des jeunes lapereaux donne le signal de départ.

La mise bas dure entre 10 et 20 minutes, sans relation très nette avec le nombre de lapereaux dans la portée. 1 à 2% des parts peuvent s'effectuer en deux temps séparés de plusieurs heures sans que ceci ne soit pour autant considéré comme une pathologie (Bouguerra, 2011).

10 à 30 minutes après le début de la mise bas, la femelle nettoie rapidement les lapereaux des résidus d'enveloppes fœtales et consomme les placentas. L'observation de placenta dans la boîte à nid plus d'une heure après la mise bas peut être considéré comme une anomalie (Lebas, 2002).

En moins de 48 heures, l'utérus de la parturiente subit une involution très rapide et perd plus de la moitié de son poids. Contrairement aux femelles des autres espèces animales, la lapine est fécondable dès la mise et présente un comportement d'œstrus, en particulier dans les 36 heures qui suivent la mise bas (Lebas, 2002).

Selon Lebas et al. (1991), la parturition doit se dérouler dans de bonnes conditions d'hygiène et dans le calme. Des cas de cannibalisme peuvent arriver à cause d'un stress (manque d'eau ou d'aliment, nervosité, difficultés de mise bas...) ou de l'inexpérience des jeunes femelles (primipares).

On peut assister à des cas d'abandon de la portée pour diverses raisons : manque de lait, maux de pattes, etc. (Lebas et *al.*, 1991).

I.2.3. Lactation

La lactogénèse est déclenchée avec la mise bas sous l'action de la prolactine.

Selon Gallouin (1981), la diminution rapide de la progestérone à la parturition et la sécrétion de l'ocytocine induisent la libération de la prolactine. Par la suite, les stimuli créés par les tétées des lapereaux maintiennent cette activité hormonale pour la montée laiteuse.

D'après Lebas (2002), le rythme des tétées est fixé par la femelle à raison d'une tétée par jour. La seule succion exercée par les lapereaux n'est pas suffisante pour déclencher la décharge d'ocytocine. Il faut la volonté de la mère. Dans quelques cas, la lapine peut donner à téter deux fois par 24 heures. Une tétée ne dure que 3 à 4 minutes, sans relation avec le nombre de lapereaux qui tètent.

Le lait maternel constitue l'unique alimentation des lapereaux durant les trois premières semaines. Au-delà, ils consomment du granulé et la part du lait diminue rapidement (Lebas, 1968). A partir du 25^{ème} jour, l'ampleur de la décharge de prolactine décroît.

II. Paramètres de reproduction

L'ensemble des caractères d'intérêt zootechnique tel que la reproduction, joue un rôle primordial. Ainsi, quel que soit le type de production (lait, viande ou laine), toutes les espèces nécessitent une reproduction préalable. Du point de vue génétique, la reproduction représente une étape capitale pour la création et la transmission du progrès génétique.

II.1. Réceptivité

Thau-Clément (1994) ; Fortun-Lamothe et Bolet (1995) définissent la réceptivité comme étant le comportement de la femelle à accepter le mâle. Ainsi la lapine est dite réceptive lorsqu'en présence du mâle, elle adopte la position en lordose et accepte l'accouplement. Le taux de réceptivité est obtenu en calculant le nombre de femelles acceptant l'accouplement par rapport au nombre de femelles mises à la reproduction. Au niveau de l'ovaire, la réceptivité correspond à la présence de follicules pré-ovulatoires à la surface de l'ovaire qui sont responsables de la sécrétion d'œstrogènes (Thau-Clément et Roustan, 1992).

Selon Quinton et Egnon (2001), la couleur de la vulve peut être un indicateur de la réceptivité, elle est maximale lorsque la couleur est rouge et violet turgescents. (Tableau 01).

Selon Berchiche et Zerrouki (2000), chez la race locale, le taux de réceptivité est de 81,7% et peut atteindre 89% selon Moulla et Yakhlef (2007).

Tableau 1 : Taux d'acceptation de la saillie selon la couleur de la vulve chez la lapine

Couleur de la vulve	Turgescence	Taux de réceptivité (%)
Blanche	+	30
Rose	+	79,4
Rouge	+	100
Violette	+	50
Blanche	-	17,3
Rose	-	58,3
Rouge	-	93,9
Violette	-	27,7

Source : Diaz *et al.* (1988)

II.2. Fertilité

La fertilité représente l'aptitude des femelles d'une souche donnée à faire le plus grand nombre possible de portées (Hulot et Matheron, 1979). La fertilité est le succès ou l'échec de la saillie, elle est considérée comme étant un caractère de la femelle et du mâle à la fois (Piles *et al.*, 2005). L'effet du mâle se traduit sur le nombre de sites d'embryons qui est une combinaison du pouvoir fécondant de la semence et de la viabilité des embryons résultant des gènes transmis par ce mâle (Hulot et Matheron, 1979). Une lapine est fertile si elle est apte à ovuler, à être fécondée et si elle est capable de conduire une gestation jusqu'à son terme (Theau-Clément, 2007 ; Theau-Clément, 2008).

Theau-Clément et Poujardieu (1994) ont conclu que le mode de reproduction influence la fertilité. En effet, la saillie naturelle améliore la fertilité en augmentant la survie embryonnaire de 13,2% par rapport à l'insémination artificielle.

Le tableau 02 résume les travaux réalisés sur le taux de fertilité du lapin local et autres.

Tableau 2 : Taux de fertilité selon la souche

Souche ou population	Taux de fertilité	Auteurs
Lapin local	87%,	Zerrouki et Berchiche (2000)
Lapin local	87.6% et 85.6%.	Berchiche et Kadi., (2002)
Lapin local	89,2%	Zerrouki et <i>al.</i> (2005)
Lapin local	87%	Yakhlef et Moulla (2005)
Local kabyle	70.3%,	Zerrouki et Lebas (2004)
Local de l'ITELV	83%	Sid (2005)
Californienne	65,4%	Bolet et <i>al.</i> (1992)
Néo-zélandaise	68,5	Bolet et <i>al.</i> (1992)
Néo-zélandaise	70,5 %.	Garreau et <i>al.</i> (2004)

II.3. Prolificité

La prolificité représente la taille de portée (nombre moyen de nés totaux et de nés vivants). Elle varie significativement en fonction de plusieurs facteurs propres ou extérieurs à l'animal (Hulot et matheron, 1979).

La taille de portée dépend aussi de la saison et du rythme de reproduction imposé à la lapine. La taille de la portée résulte d'événements biologiques liés aux parents (fertilité des reproducteurs) ou aux produits (viabilité des jeunes) et la première limite à la prolificité est d'abord le taux d'ovulation (nombre d'ovules pondus) et ensuite la viabilité des blastocystes et des embryons jusqu'à la naissance (Hulot et Matheron, 1981 ; De Rochambeau, 1989).

Les mâles et les femelles contribuent à la fertilité et à la prolificité, en insémination artificielle ou en saillie naturelle (Theau-Clément et *al.*, 1996 ; Brun et *al.*, 2013).

Le tableau 03 résume le taux de prolificité enregistré au cours de différents travaux sur quelques souches et populations.

Tableau 3 : Différents taux de prolificité selon la souche

Souche ou population	Nés totaux/ mise bas	Auteurs
Lapin local	7,5	Berchiche et Kadi (2002)
Lapin local	7.2	Zerrouki et <i>al.</i> (2004)
Lapin local	7.17	Saidj (2006)
Lapin local	7.15	Sid (2005)
Lapin local Tunisien	6.2	Kennou et Beltaib (1990)
Lapin sélectionné	9.93	Garreau (2008)
Californien	8,76	Hulot et <i>al.</i> (1981)
Néo-Zélandais	7,35	Hulot et <i>al.</i> (1981)

Les différentes études montrent que la taille de la portée est moyenne chez la population locale. Elle est acceptable comparativement aux races non sélectionnées mais faibles comparativement aux souches et races sélectionnées. Cependant comme toutes les populations non sélectionnées la variabilité inter individus est importante. Les mortalités naissance sevrage sont importantes chez la population locale comparativement aux autres races.

Zerrouki et *al.* (2003) donnent un taux de portée entièrement mortes de 16,2.

D'après Piles et *al.* (2006) et Piles et *al.* (2008), la mortalité à la naissance est attribuée aux effets génétiques directs du père. Alors que la taille de portée sevrée est liée à la viabilité des jeunes sous la mère autrement dit liée aux effets génétiques indirects maternels (Garreau et De Rochambeau, 2003 et Garreau et *al.*, 2008).

II.4. Fécondité

La fécondité représente le produit de la fertilité par la prolificité, elle est définie par le nombre de lapereaux nés rapportés aux femelles saillies (De Rochambeau, 1990). Selon Theau Clement et Poujardieu (1994), une femelle ovule si au moins un corps jaune est dénombré, ils considèrent aussi qu'une femelle fécondée a au moins un site d'implantation. Pour Zerrouki et *al.* (2009) le taux d'ovulation est de 11.3 chez la population locale. Cette valeur est très modeste comparativement aux valeurs trouvées par Laborda et *al.* (2008) qui sont passées de 15.33 en population de base pour atteindre 16.62 après 6 générations de sélection.

II.5. Productivité numérique

Elle est définie par le nombre de lapereaux sevrés par femelle et par unité de temps par Fortun-Lamothe et Bolet (1995). Selon Lebas et *al.* (1984), elle dépendrait de plusieurs facteurs comme la prolificité à la naissance et au sevrage et du type génétique de l'animal. Cependant, son importance économique influe sur la rentabilité d'un atelier productif (Legault, 1998).

Dans un travail sur les performances zootechniques de reproduction et de croissance des lapins élevés de façon traditionnel dans la région de Tizi Ouzou, Berchiche et Lebas (1994) ont trouvé une productivité numérique de 20 lapins / femelle / an.

Plus tard dans la même région, Zerrouki et *al.* (2005) ont trouvé une productivité numérique de l'ordre de 25 à 30 lapereaux sevrés / femelle / an.

De nombreux critères modifient la productivité numérique potentielle d'une lapine. Parmi eux ceux représentés le type génétique, la saison et l'âge de l'animal (Selme et Prud' hon, 1973).

II.6. Mortalité

La mortalité peut arriver dans les trois phases de vie du lapin : entre la naissance et 3 jours d'âge (mortalité), entre la naissance et le sevrage et entre le sevrage et l'abattage.

Le taux de mortalité le plus important s'observe de la naissance au sevrage et peut atteindre les 60% (Belhadi et *al.*, 2002). Les valeurs enregistrées pour la population locale varient entre 4 et 18,5% en périodes de fortes chaleurs (Moudache, 2002).

Dans d'autres conditions, les fortes mortalités surviennent en hiver et en été (Lopez et *al.*, 1994). Gacem et *al.* (2009) rapportent que la mortalité pouvait s'étaler entre 10 et 26% quel que soit le type génétique ou la saison.

III. Facteurs de variation des performances de reproduction

La productivité d'un animal dépend, d'une part de son potentiel génétique et, d'autre part, du milieu dans lequel il évolue ; c'est ainsi que le bâtiment et la conduite d'élevage influencent directement sur les paramètres de reproduction.

III.1. Facteurs liés à l'animal

III.1.1. Facteurs liés à la femelle

- **Age de la femelle et parité**

Plusieurs auteurs ont mis en évidence la variabilité des performances de la reproduction au fur et à mesure que l'âge de la lapine avance.

D'après Theau-Clément et *al.* (1990a) ; Szendro et *al.* (1996) ; Theau-Clément (2003), les femelles nullipares acceptent plus le mâle et sont plus fertiles que les lapines primipares ou multipares. Par contre, la prolificité est plus élevée chez les multipares (Rafel et *al.*, 1990 ; Poujardieu et Theau-Clément, 1995 ; Theau-Clément, 2003).

Hulot et Matheron (1981) rapportent qu'il existe un effet significatif entre la parité et les composantes de la prolificité.

Ils ont mis en évidence un accroissement du taux d'ovulation en fonction du numéro de la portée.

Cependant, le nombre d'embryons vivants comptés à un stade de gestation donné (généralement 10-12 jours ou 20 jours après la saillie), ainsi que le taux de survie embryonnaire, fœtale et prénatale connaissent une diminution en fonction de l'âge (Hulot et Matheron, 1982). Cela entraîne une évolution du taux de mortalité embryonnaire qui passe de 24% chez les nullipares à 38% chez les multipares. Cette forte mortalité *in utero* peut être expliquée par une difficulté d'implantation dans un utérus vieilli (Prud'hon, 1975).

- **Stade physiologique de la femelle**

L'état physiologique de la femelle est principalement défini par l'allaitement et la réceptivité. Selon Fortun-Lamothe et *al.* (1993), les femelles allaitantes ont généralement de faibles performances et enregistrent des baisses de certains paramètres tels que :

- ✓ -26% de femelles qui ovulent,
- ✓ -33% du taux de gestation,
- ✓ -10% de la viabilité fœtale,
- ✓ -20% du poids du fœtus.

Cette situation a pour explication l'hyper prolactinémie, la faible progestéronémie chez les femelles simultanément gravides et allaitantes. Selon Fortun-Lamothe et Mariana (1998), ces deux fonctions provoquent un déficit nutritionnel chez le fœtus qui se traduit par une croissance fœtale réduite (-20%) à 28 jours d'âge et par une baisse du poids du lapereau à la naissance (-4,5%). Ces écarts sont accentués par un bilan énergétique négatif engendré par la production laitière des femelles (Fortun-Lamothe et Lebas, 1994).

La réceptivité pour sa part est considérée comme étant la première qualité nécessaire pour une bonne reproduction : les femelles réceptives ont un taux de fertilité plus élevé (88% insémination artificielle, 10% saillie naturelle) et une plus grande prolificité (8,7% et 6,9%) par rapport aux femelles non réceptives. Delaveau (1986) montre que la lapine réceptive présente un follicule mûr de 1,5 mm comparativement avec les lapines non réceptives.

- **Type génétique**

La variation des performances zootechniques est étroitement liée à la génétique des animaux. Lebas (1996) note que les races légères sont moins prolifiques que les races moyennes et grandes. Hulot et Martheron (1980) ainsi que Torres et *al.* (1984) rapportent que la lapine californienne présente une supériorité de deux ovules sur la lapine néo-Zélandaise.

- Selon Boussit (1989), l'influence de la race ou de la souche sur la prolificité est liée au poids de l'animal. Le tableau 04 rapporte quelques résultats zootechniques selon le type génétique.

Tableau 4 : Paramètres de reproduction selon le type génétique

Type génétique	Fertilité (%)	Nés Totaux	Poids portée naissance (g)	Mortalité à la naissance (%)	Auteurs
Lapin Kabyle	85,5	7,5	241	12,7	Berchiche et Kadi (2002)
Baladi Rouge	75	6	322	7	Khalil (2002)
Bouscat	53,3	6,5	324	5	El-Raffa et Kosba (2002)
INRA9077	82	8,5	/	8,8	Bolet et Saleil (2002a)
INRA2066	70	9,1	/	10	Bolet et Saleil (2002b)
Carmgnola gris	80,4	8,5	/	7,8	Lazzaroni (2002)
Tadla (Maroc)	67	6,5	314	9,2	Bouzekraoui (2002)
Géant (Espagne)	74	8,8	480	8	Lopez et Sierra (2002)

III.1.2 Facteurs liés au mâle

- **Age et sex ratio à la reproduction**

D'après Fromont (2001), une mise à la reproduction trop précoce des mâles entraîne des refus d'accouplement, car une imprégnation hormonale insuffisante a un effet défavorable sur *la libido*. D'autre part Hennaf et Pansot (1986), montrent que le sexe-ratio à la reproduction a une influence sur la fertilité. Un équilibre de 1/9 offre une fertilité de 69.1 % contre celui de 64.1 % observé pour un équilibre de 1 pour plus de 9.

- **Qualité de la semence**

Garcia et *al.* (2000) remarque des différences significatives des taux de fertilité des femelles selon le type génétique des mâles. Les performances de reproduction des femelles seraient donc influencées par la qualité de la semence.

- **Rythme d'utilisation des mâles**

Selon Mefti-Korteby (2012), l'idéal est d'utiliser le mâle pour deux saillies un jour sur deux. Toutefois, une utilisation de 4 à 5 fois par semaine avec un maximum de 3 saillies par jour est tolérée.

III.2. Facteurs liés à la conduite d'élevage

III.2.1. Rythme de reproduction

L'ovulation de la lapine étant provoquée par l'accouplement, et les femelles étant logées dans des cages différentes de celles des mâles par conséquent c'est l'éleveur qui détermine le rythme de reproduction de son élevage. Au niveau, des élevages rationnels européens, les lapines sont ré-accouplées soit immédiatement après la mise-bas (rythme intensif), ou une dizaine de jours après (rythme semi-intensif). Les élevages familiaux pratiquent un rythme plus extensif avec une remise au mâle un à deux mois après une mise bas

- **Le rythme intensif**

La lapine dont l'ovulation n'est pas spontanée mais provoquée par l'accouplement est originale. En effet, un pourcentage important de lapines peut s'accoupler, ovuler et être fécondées aussitôt après la parturition mais également tout au long de la lactation. La simultanéité de la gestation et de la lactation peut être totale ou partielle. Dans ce dernier cas, l'intervalle entre deux mises bas est à son minimum (Fortun-Lamothe et Bolet 1995 ; Theau-Clément, 2008).

Il y a quelques années, il était de pratique courante d'accoupler la femelle le jour de la mise bas, période la plus favorable pour l'acceptation du mâle et pour la fécondation. La saillie post-partum (1 ou 2 jours après la mise bas) s'est beaucoup développée dans les années 1970 en raison de l'avantage théorique qu'elle présentait.

Néanmoins cette pratique a été abandonnée car elle est à l'origine d'une diminution du taux de fertilité. De nombreux auteurs (Fortun-Lamothe et Bolet, 1995 ; Bolet, 1998 et Theau-Clément et *al.*, 2012) ont constaté que le rythme intensif entraîne un épuisement prématuré des femelles et se traduit par une élimination anormalement élevée de celles-ci, conséquence d'un poids corporel inférieur comparées à celles soumises à des rythmes plus extensifs.

De même, Theau-Clément et *al.* (2011) concluent qu'à partir de la troisième IA, le poids des lapines conduites en rythme intensif (35 jours) est significativement plus faible que celui des lapines en rythmes semi intensif et extensif.

D'après ces mêmes auteurs, un rythme intensif conduit à une fertilité plus faible et à une productivité à 28 jours significativement inférieure qu'avec un rythme semi intensif (3,4 vs 4,2 kg/lapine).

- **Le rythme semi-intensif**

Actuellement, l'accouplement s'effectue entre 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.

Selon Theau-Clément et Fortun-Lamothe (2005), les lapines inséminées 12 jours post-partum produisent plus d'œufs fécondés par IA que celles qui sont inséminées 1 à 4 jours post-partum.

- **Le rythme extensif**

L'extension du rythme de reproduction (insémination 25 jours après la mise bas) augmente significativement la réceptivité et la fertilité ainsi que les réserves corporelles adipeuses des femelles et leur bilan énergétique à la seconde parturition. Cependant, le rythme extensif n'a pas affecté le nombre de nés vivants et le poids de la portée à la naissance (Feugier et Fortun-Lamothe, 2006). En comparant 2 rythmes de reproduction (42 vs 56 jours), Szendro *et al.* (2008) ont montré que les tailles de portée ne sont pas influencées par le rythme de reproduction par contre, les lapines du lot 56 sont plus fertiles (89,3 vs 82,9%), ont une meilleure longévité ainsi qu'un poids à la mise bas supérieur.

De plus, le poids des lapereaux à 11 semaines est plus élevé (2,7 vs 2,6 kg). Les mêmes auteurs concluent que le rythme extensif améliore les performances de reproduction et la longévité des reproductrices, cependant cette technique n'est pas économiquement viable pour les éleveurs en raison de la faible productivité (52 vs 69 nés vivants/an). Theau-Clément *et al.* (2012), ont affirmé qu'une mise en reproduction précoce associée à un rythme extensif (49 jours) permet d'obtenir une productivité supérieure aux autres systèmes d'élevage (35 ou 42 jours).

Cependant la productivité par année est similaire pour les trois types d'élevages (35 ; 42 ou 49 jours) respectivement 79 ; 83 ; 78 kg de viande/femelle/an. Ces techniques démontrent clairement l'intérêt de l'extension des rythmes de reproduction tant au niveau des performances par IA et de la survie des reproducteurs, cependant elles ne sont pas actuellement économiquement rentables pour les producteurs.

III.2.2. L'alimentation

Les besoins nutritionnels de la lapine varient en fonction de son état physiologique, ils augmentent d'environ 1/3 en début de gestation, du double en fin de gestation et du triple pendant la lactation selon Lebas (1996).

De bons résultats sont obtenus sur des femelles non rationnées et élevées en cages individuelles dès l'âge de 7 à 8 semaines Hennaf et Pansot (1986).

En 1984, Coudert et Lebas ont montré que les lapines alimentées *ad libitum* à partir de la 11^{ème} semaine d'âge, arrivent à sevrer sur les trois premiers cycles 19% de lapereaux de plus que les femelles soumises à des rationnements différents avant la première mise bas.

Luzi et *al.* (2001) améliorent la fertilité des lapines en administrant un flushing énergétique de 2% (propylène glycol dans l'eau de boisson) quatre jours avant la mise à la reproduction.

Joly (2000) montre qu'un régime contenant 13% de protéines brutes, entraîne une diminution du volume de l'éjaculat ainsi que la concentration en spermatozoïdes chez le mâle ainsi qu'un abaissement des performances de reproduction des femelles.

Brun et Lebas (1994) rapportent que l'alimentation des lapines avec une ration riche en protéines (21% MAT), stimule la production laitière mais cet avantage a été neutralisé par un accroissement de la mortalité des lapereaux.

D'autre part, Boussit (1989) indique l'influence d'oligo-éléments tel que le Zinc, et la vitamine A sur la reproduction. En effet, une carence en vitamine A provoque une lésion de l'appareil génital et bloque la spermatogénèse, alors qu'une absence de vitamine E, provoquerait une atrophie des testicules.

L'apport d'antibiotiques en doses infimes, paraît nécessaire non pas comme facteur de croissance mais comme couverture sanitaire du milieu intestinal (INRA, 1989).

III.3. Facteurs liés aux conditions environnementales

III.3.1. Effet de la saison

Lebas (1996) rapporte que la reproduction est fortement marquée par la saison chez le lapin sauvage ; en effet les femelles sont en phase de reproduction depuis la fin de l'hiver jusqu'au début de l'été.

Prud'hon (1973) note que le comportement d'oestrus ainsi que le taux d'ovulation chez la lapine sont ralentis en automne, il rapporte également un écart de +2,8 ovules au printemps par rapport à l'automne.

Colin (1995) observe une réduction de la fertilité, de la prolificité et de la capacité d'allaitement en été, et une augmentation des avortements et des mortalités embryonnaires (avant implantation) en automne (Tableau 5).

Tableau 5 : Variation saisonnière de la mortalité embryonnaire en semi-intensif

Saison	Mortalité avant Implantation (%)	Mortalité après Implantation (%)	Mortalité totale (%)
Automne	36,3	4,3	40,60
Hiver	33,7	12,7	46,4
Printemps	23,8	9,8	33,6

Source : Colin (1995)

Cependant, l'étude menée sur la population locale par Zerrouki et Lebas (2004), permet de signaler la diminution du taux de réceptivité des femelles en hiver comparativement à l'automne (74.4 % vs 88 %).

En revanche, la taille de la portée est plus faible en automne et plus élevée au printemps (Hulot et Matheron,1981). Selon Walter et *al.* (1968), la fertilité est maximale lorsque la longueur du jour croit ; confirmé par Questel (1984) et Aliane et *al.* (2001) dans leurs travaux respectifs sur la lapine néo-Zélandaise et locale représenté dans le tableau 6.

Tableau 6 : Effet de la saison sur le taux de fertilité chez la lapine

Saisons	Taux de fertilité % Lapines locales	Taux de fertilité % Lapines Néo-Zélandaises
Hiver	87,9	66
Printemps	84,4	68
Eté	84,6	64
Automne	85,4	65
Auteurs	Aliane et <i>al.</i> (2001)	Questel (1984)

D'un autre côté, Depress et *al.* (1994) rapportent que la saison n'a pas d'effet significatif sur la fertilité des lapines. De même Lebas et *al.* (1996) considèrent que dans un élevage rationnel, une alimentation de qualité associée à un éclairage contrôlé et une température minimale assurée, atténuent les effets moyens saisonniers.

III.3.2. Influence de la température

La sensibilité des lapins aux températures élevées constitue un facteur limitant à la production en pays chauds. Les températures supérieures à 24-25°C réduisent la consommation alimentaire des lapins quels que soit leur âge ou leur situation physiologique (Lebas, 2004).

En Algérie, comme dans d'autres pays utilisant des bâtiments non conditionnés, l'apparition des grandes chaleurs dès le mois de juin peut influencer la production. En ce sens, plusieurs observations ont été réalisées dans ce domaine, Zerrouki *et al.* (2014) ne rapportent aucun effet significatif de la saison estivale sur la réceptivité des lapines et leur fertilité ainsi que sur la taille de portée, quel que soit leur type génétique.

Par contre, Lebas *et al.* (2010), dans les conditions algériennes, ont indiqué que la saison chaude affecte négativement la réceptivité des lapines.

De nombreux auteurs ont mentionné également l'influence des hautes températures sur les performances de reproduction. En Egypte, Ayyat et Marai (1998) ont montré que les températures estivales ont un effet défavorable sur le pourcentage de portées sevrées qui n'est que de 14 % contre 24% en hiver. Lazzaroni *et al.* (2012), en Italie, ont également observé une réduction de la taille et du poids de la portée à la naissance et au sevrage en saison estivale.

Par ailleurs, le lapin mâle montre des fluctuations saisonnières des caractéristiques de la semence qui ont été mises en évidence sur une souche espagnole sélectionnée. Une température de 26 °C réduit la consommation alimentaire et par conséquent leur production de spermatozoïdes (Lavara *et al.*, 2000). Ain Baziz *et al.* (2012), dans une étude des mâles de population locale algérienne, rapportent que leur activité sexuelle et les caractéristiques de leur semence sont significativement altérées par les conditions estivales. Ces auteurs ont enregistré une faible consommation alimentaire quotidienne l'été (97 vs 115g/jour) mais le gain de poids n'est pas significativement différent.

Le tableau 7 indique l'effet du stress thermique sur les femelles gestantes et sur le développement et la survie de leurs fœtus.

Tableau 7 : Influence de la température sur les femelles gestantes

	Températures ambiantes (°c)		
	30°	20°	5°
Taille de la portée	7,8	8,8	10,4
Poids de la portée à la naissance (g)	44,5	57,3	58,7
Mortinatalité (%)	17,9	4,5	9,6
Mortalité avant une semaine d'âge (%)	9	0	17,3

Source : Papp et al. (1988)

III.3.3. Influence de l'hygrométrie

L'hygrométrie optimale conseillée pour le lapin est de l'ordre de 60 à 70%. Cette espèce n'est pas sensible à une humidité trop élevée.

Cependant, quand le taux descend en dessous des 55%, on note l'augmentation de particules des poussières dans le local d'élevage et le dessèchement des voies respiratoires ce qui irrite les muqueuses et cause des infections à l'animal provoquant un affaiblissement des performances de reproduction (Bouguerra, 2011).

Fayez et al. (1994) évoquent aussi les effets négatifs que peuvent engendrer les changements brusques de ce paramètre sur la santé de l'animal.

Selon Lebas et al. (1986), l'hygrométrie de bien être est voisine de 65%. Pour la population locale algérienne, Berchiche et Kadi (2002) indiquent un intervalle très large qui s'étend de 25 à 75%.

III.3.4. Influence de l'éclairage

Dans les élevages rationnels, les locaux de reproduction sont éclairés 15 à 16 heures sur 24, mâles et femelles étant réunis dans la même salle d'élevage si la reproduction se fait en saillie naturelle. De nombreux travaux ont analysé l'effet de différents programmes lumineux sur les performances de reproduction.

Ainsi, Arveux et Troislouches (1994) ont montré que la division des 24 heures en 2 sous-unités de "8 heures d'éclairage+4 heures d'obscurité" permet d'améliorer la productivité des femelles en réduisant la fonte du cheptel (43% vs 71%) et l'intervalle mise bas-saillie fécondante (19 vs 24 jours).

D'après ces mêmes auteurs, cette pratique permet également d'obtenir une meilleure fertilité (83% vs 68%) et d'accroître le nombre de lapereaux sevrés par mère et par an (59 vs 53).

Les travaux de Theau-Clément et *al.* (1990 et 2008) ont confirmé qu'une stimulation lumineuse (passage brutal de 8 à 16 h de lumière par jour), 8 jours avant la saillie ou l'insémination artificielle améliore, par rapport à un lot témoin (éclairé 16 h/jour), la réceptivité sexuelle (71,4% vs 54,3%) et n'a aucun effet significatif sur la fertilité et la taille de portée.

Theau-Clément et Mercier (2004) ont montré que sous un éclairage constant, le choix de 8 ou 16 h de lumière influence peu la productivité. Cependant, sous 16 h de lumière, les lapines de la souche INRA0067 sont plus réceptives et les lapereaux ont une meilleure croissance.

Dans une étude plus récente, Matics et *al.* (2012) indiquent qu'il n'y a aucun effet significatif entre deux programmes lumineux (16 heures de lumière et 8 d'obscurité ou 12 heures de lumière et 6 d'obscurité) sur la fertilité des lapines, leur poids vif ainsi que sur la taille de portée.

Dans les bâtiments d'élevage conditionnés où l'éclairage est totalement artificiel, la durée d'éclairage agit également sur les performances de reproduction des mâles. Ainsi, différents essais ont été conduits sur des durées d'éclairage fixes.

Theau-Clément et *al.* (1994) ont permis de montrer que par rapport à un éclairage de 16h / 24, un éclairage réduit à 8h/24h conduit à une production de semence plus faible en quantité et en qualité ainsi qu'à une réduction de la libido des mâles.

CHAPITRE III :
**La croissance chez le lapin et
ses facteurs de variation**

CHAPITRE III : La croissance chez le lapin et ses facteurs de variation

I. Besoins nutritionnels du lapin en croissance

Une production intensive de lapins est conditionnée par une alimentation équilibrée susceptible d'apporter la totalité de ce qui est nécessaire à cet animal et d'éviter les effets défavorables dus à des erreurs d'alimentation. Les besoins du lapin, actuellement, ne sont apportés avec précision que pour les principaux éléments de la ration et pour le lapin en croissance ; nous allons distinguer des besoins en eau, en énergie et en matières grasses, en cellulose brute, en matières azotées, en minéraux et en vitamines (Chalabi et Zenboudji, 2011).

L'équilibre dans la ration des différents éléments nutritifs est indispensable à une production correcte. Une carence en l'un ou l'autre de ces éléments se traduit d'abord par une baisse des performances (besoins de production non couverts). Si cette dernière se prolonge, elle provoque une perturbation profonde du métabolisme notamment si les besoins d'entretien ne sont plus couverts (Perrot, 1991).

Les recommandations alimentaires pour le lapin en croissance sont consignées dans le Tableau 8.

I.1. Les besoins en eau :

Selon Colin (1975), de très nombreux travaux ont montré qu'un lapin nourri et abreuvé *ad libitum* ingère 1,5 à 2 fois plus d'eau que de matière sèche.

Selon Lebas et *al.*, (1991), pour un jeune en croissance ou une femelle simplement gestante, cela représente environ 90 ml d'eau par kg de poids vif et par jour.

Un lapin ne peut survivre plus de 6 à 7 jours sans boire, alors qu'il résisterait 2 à 3 semaines sans alimentation mais en s'abreuvant librement. La croissance du lapin est sérieusement compromise s'il ne boit pas, ceci du fait de la chute rapide de la consommation d'aliment qui cesse totalement au bout de 36 à 48 heures (Lebas, Marionnet et Henaff, 1991).

Selon Boisot et *al.*, (2005), une restriction hydrique d'une heure par jour est tout aussi efficace que le rationnement alimentaire pour limiter la morbidité et la mortalité des lapereaux atteints d'entéocolite épizootique de lapin.

La qualité de l'eau est tout autant importante que la quantité. Ainsi, l'eau doit être la plus propre possible et contenir très peu de germes.

Afin de préserver la qualité de l'eau jusqu'à sa prise par l'animal et d'éviter les éventuelles souillures, l'utilisation des systèmes d'abreuvoirs automatiques est préconisée (Chalabi et Zenboudji, 2011).

I.2. Les besoins en énergie :

Selon Lebas et *al.*, (1991), l'énergie contenu dans l'aliment sert d'une part à l'entretien et à la thermorégulation de l'animal, et d'autre part à assurer les productions. L'énergie nécessaire aux synthèses organiques est en général fournie par les glucides et un peu par les lipides.

En cas d'excès de protéines, ces dernières participent également à la fourniture d'énergie après désamination (Henaff et Jouve, 1988).

Le lapin en croissance ajuste sa consommation alimentaire en fonction de la concentration énergétique des aliments qui lui sont présentés, dans la mesure où les autres éléments de la ration sont bien équilibrés entre eux et avec cette énergie (Lebas, 1984).

Le besoin d'entretien quotidien d'énergie digestible d'un lapin a été estimé par Prigi-Bini et Xiccato (1986) cité par Lebas (1989), à 484 kJ/kg de poids métabolisable (PM), ce dernier étant le poids vif élevé à la puissance 0,75.

Selon Colin (1975), on modifie généralement la teneur énergétique d'une ration en y faisant varier le taux des lipides ou de cellulose. L'addition de lipides au régime ne semble avoir qu'une action minimale sur les performances et peut même en forte dose, déprimer la vitesse de croissance. L'élévation de la concentration énergétique du régime ne paraît donc pas présenter d'intérêt.

Tableau 8 : Recommandations alimentaires pour les lapins en croissance

Composants (par rapport à l'aliment tel quel, supposé contenir 90% de matière sèche). Unité=g/kg	Croissance	
	18 à 42 jours	42 à 75-80 jours
Recommandation pour une productivité plus élevée		
Energie digestible (kcal/kg)	2400	2600
Protéine brute	150-160	160-170
Protéine digestible	110-120	120-130
Rapport Protéine digestible/ Energie digestible (Kcal/Kg)	45	48
Lipides	20-25	25-40
Acides aminés		
- lysine	7,5	8
- acides aminés soufrés	5,5	6,0
- thréonine	5,6	5,8
- tryptophane	1,2	1,4
- arginine	8,0	9,0
Minéraux		
- calcium	7,0	8,0
- phosphore	4,0	4,5
- sodium	2,2	2,2
-potassium	< 15	< 20
- chlore	2,8	2,8
- magnésium	3,0	3,0
- soufre	2,5	2,5
- fer (ppm)	50	50
- cuivre (ppm)	6	6
- zinc (ppm)	25	25
- manganèse (ppm)	8	8
Vitamines liposolubles		
- vitamine A (UI/Kg)	6 000	6 000
- vitamine D (UI/Kg)	1 000	1 000
- vitamine E (mg/Kg)	≥ 30	≥ 30
- vitamine K (mg/Kg)	1	1
Recommandation pour une meilleure santé des lapins		
Ligno-cellulose (ADF)	≥ 190	≥ 170
Lignine (ADL)	≥ 55	≥ 50
Cellulose (ADF -ADL)	≥ 130	≥ 110
Rapport Lignine / Cellulose	≥ 0,40	≥ 0,40
NDF (NeutralDetergentFiber)	≥ 320	≥ 310
Hémicellulose (NDF-ADF)	≥ 120	≥ 100
Amidon	≤ 140	≤ 200
Vitamines hydrosolubles (vit C, B, PP, A.f ; ppm)	-	-

Source : Lebas (2004)

I.3. Les besoins en matières azotées :

Les protéines doivent présenter 15 à 16% de la ration pour les jeunes en croissance (Lebas et *al.*, 1991).

Selon Fekete et Bokori (1984), chez le lapin, la digestibilité des protéines est pratiquement indépendante de la teneur en cellulose de la ration (l'augmentation du taux de fibres ne diminue pas le CUDa des matières azotées).

Selon Tag-El-Den (1984), un aliment contenant 13,8% de protéines de bonne qualité et provenant de végétaux peut être utilisé économiquement pour les lapins en croissance sans apports d'acides aminés supplémentaires.

Pour une croissance maximum des lapins, les protéines alimentaires doivent respecter certains équilibres de leurs acides aminés.

Ainsi, le lapin en croissance doit trouver dans son alimentation une certaine quantité de 10 des 21 acides aminés indispensables constituant les protéines. Les besoins, exprimés en pourcentage de la ration, n'ont pratiquement été étudiés que pour l'arginine dont la teneur doit être de 0,8%, la lysine et les acides aminés soufrés (méthionine et cystine) dont la teneur est de 0,6% pour chacun (Chalabi et Zenboudji, 2011).

Le tableau 9 synthétise les taux de dégradation des performances de reproduction du lapin à l'engraissement suite à une carence, plus ou moins prononcée, de son aliment en certains acides aminés essentiels (Henaff et Jouve, 1988).

Tableau 9 : Dégradation des performances de lapins en croissance (4 à 11 semaines) lors de l'abaissement du taux de protéines ou de certains acides aminés essentiels en dessous des valeurs recommandées

Réduction du taux alimentaire	Diminution du GMQ		Composition limite inférieure de la ration (%)
	Valeur absolue (g/j)	Valeur en %	
Protéines (- 1 %)	- 3	- 8,5	12
Méthionine (- 0,1 %)	- 2	- 6	0,40
Lysine (- 0,1 %)	- 5	- 14	0,40
Arginine (- 0,1 %)	- 1,5	- 4,5	0,50

Source : HENAFF et Jouve (1988)

Il convient de remarquer également qu'un aliment équilibré en acides aminés indispensables est toujours consommé en plus grande quantité que le même aliment carencé (Lebas, 1984).

I.4. Les besoins en cellulose brute :

Les fibres végétales, dont la cellulose brute, ne sont que faiblement digérées et assimilées. On pourrait en déduire que la simple administration d'extraits non azotés (glucides faiblement digestibles) serait suffisante pour garantir aux animaux une source d'énergie facilement utilisable pour toutes leurs fonctions vitales ; il n'en est malheureusement pas ainsi, car les lapins ont un besoin en aliments grossiers ou « lest » pour assurer l'activité motrice et sécrétoire du tube digestif (Gianinetti, 1986).

Selon Lebas et *al.*, (1991), la cellulose brute doit être présente dans l'alimentation du lapin, mais en quantité rationnelle et en juste proportion avec les autres substances, et notamment les protéines.

Pour que le lest nécessaire soit apporté en quantité suffisante, une teneur de 13 à 14% de cellulose brute semble satisfaisante pour les jeunes en croissance.

Il est à noter qu'un aliment riche en cellulose permet en outre une meilleure exploitation de la coprophagie (caecotrophie).

Par contre, un apport excessif de cellulose peut altérer la teneur en ED de l'aliment et la faire passer en dessous du seuil de régulation des animaux. Si dans le même temps le rapport protéines digestibles / énergie digestible s'accroît, les lapins sont simultanément en carence énergétique et en surplus de protéines. Ceci favorise à l'excès la flore digestive protéolytique génératrice d'ammoniac et conduit à un accroissement des accidents digestifs (Lebas, 1989).

I.5. Les besoins en matières grasses :

Selon Colin (1975), si l'on excepte le besoin en acides gras essentiels (acides linoléique) qui est en général couvert par une ration à 3-4% de matières grasses, une variation du taux de lipides dans la ration ne semble pas avoir d'autres effets que ceux liés à une modification de la concentration énergétique.

Selon Lebas et *al.*, (1991), un léger apport additionnel de 0.5 à 1.5% peut servir à accroître la concentration énergétique de certains aliments. En effet, il y a deux fois plus d'énergie digestible dans les graisses que dans l'amidon par exemple.

I.6. Autres besoins du lapin :

Ce sont principalement les besoins du lapin en minéraux et en vitamines.

Selon Cheeke (1987), cité par Lebas (1989), la flore digestive du lapin synthétise des quantités importantes de vitamines hydrosolubles et celles-ci sont rendues disponibles par la caecotrophie. De cette manière, la totalité des besoins en vitamines du groupe B et en vitamine C, sont couverts pour les lapins à l'entretien comme pour ceux ayant une productivité moyenne. Cependant, les animaux à croissance très rapide répondent favorablement à l'addition de 1-2 ppm de vitamines B1 et B6, à celle de 6ppm de vitamine B2 et à celle de 30 à 60 ppm d'acide nicotinique (PP). Il faut retenir que si « un peu » de vitamines est nécessaire, voire vitale, « beaucoup » de vitamines peut être néfaste (Chalabi et Zenboudji, 2011).

Selon Colin (1975), il semble que le lapin présente une très grande tolérance vis-à-vis de l'apport en certains minéraux.

Un déséquilibre des apports alimentaires de sodium, de potassium et de chlore peut entraîner des néphrites (Surdeau et *al.*, 1978), une réduction de croissance (Evans et *al.*, 1983) et des problèmes de reproduction (Candau et *al.*, 1982).

On admet parfois, dans certains élevages exigeants, le bien-fondé d'une supplémentation en antibiotiques à dose alimentaire pour la croissance, non pas en tant que facteur de croissance comme chez la poule, mais pour effectuer une police sanitaire du milieu microbien intestinal, très important chez le lapin.

II. Performances de croissance

Le Tableau 10 rapporte les résultats de quelques travaux réalisés sur les performances de croissance de la population locale et des souches améliorées.

II.1. Consommation alimentaire moyenne quotidienne (CMQ)

Chez la population locale, la consommation moyenne d'aliment pour la période globale d'engraissement (11 semaines) est de 69,87g/j (Moulla, 2006). Elle est proche de celle observée par Lounaouci (2001) soit 70,72g/j, mais demeure faible par rapport à celle constatée par Laffolay (1985) chez la souche améliorée, soit 130,7g/j.

II.2. Indice de consommation (IC)

L'indice de consommation représente l'efficacité de transformation alimentaire. Il exprime selon Avreux (1993) le nombre de kilogrammes d'aliments pour obtenir un kilogramme de viande de lapin.

Chez la population locale, l'indice de consommation moyen pour toute la période d'engraissement est de 3,00 (Moulla, 2006). Cette moyenne est proche de celle obtenue par Lounaouci (2001) soit 3,12.

Chez les souches améliorées, ce paramètre est de 3,27 (Eady et Garreau, 2008).

Pour la souche synthétique de l'ITELV, Khedim (2013) a obtenu un indice de consommation de 2,54.

II.3. Gain Moyen Quotidien (GMQ)

Chez la population locale, le gain moyen, pour toute la période d'élevage, obtenu par Zemmoudj (2001) est de 23,18 g/j. Ce GMQ est proche de celui obtenu par Moulla (2006), soit 23,18 g/j.

La vitesse de croissance moyenne du lapin amélioré, entre le sevrage et l'abattage standard est de 40 à 45 g/j (Lebas, 2007 et Jentzer, 2008 In : Khedim, 2013).

Khedim (2013) a obtenu un gain moyen de 26,80 g/j pour la souche synthétique de l'ITELV.

II.4. Poids vif (PV)

Au sevrage, le poids vif moyen d'un lapereau local est de 579,39 g ; celui-ci progresse pour atteindre le poids moyen de 1733,48 g à l'âge de 91 jours (Moulla, 2006).

Ce poids vif final est similaire à celui obtenu par Lounaouci (2001) soit 1734,24 g.

Chez le lapin de souche améliorée, Laffolay (1985) enregistre à la 11^{ème} semaine d'âge d'engraissement un poids vif supérieur à celui du lapin local, soit 2511g.

Chez la souche synthétique de l'ITELV, Khedim (2013) a obtenu des poids vifs de 563,76 g et 1691,87 g respectivement à 5 et 11 semaines d'âge.

II.5. Mortalité

La mortalité peut subvenir dans les trois phases de vie du lapin : entre la naissance et trois jours d'âge (mortalité), entre la naissance et le sevrage et entre le sevrage et l'abattage.

Le taux de mortalité le plus important s'observe de la naissance au sevrage et peut atteindre les 60% (Belhadi et *al.*, 2002).

Les valeurs enregistrées pour la population locale varient entre 4 et 18,5% en périodes de fortes chaleurs (Moudache, 2002).

Moulla (2006) a noté un taux de mortalité globale de 15,78%. Ce taux est supérieur à celui constaté par RENIFFI *et al.*, (2002) chez le lapin local et par Koehl (1979) chez le lapin amélioré avec respectivement 9,32% et 9,9%.

Gacem *et al.* (2009) rapportent que la mortalité peut varier entre 10 et 26% quel que soit le type génétique ou la saison.

Tableau 10 : Performances de croissance obtenues par différents auteurs en bâtiment clôt

<i>AUTEURS</i>	<i>Race</i>	<i>Saison et/ou durée d'engraissement</i>	<i>PV initial (g/j)</i>	<i>PV final (g/j)</i>	<i>CMQ (g/j)</i>	<i>GMQ (g/j)</i>	<i>IC</i>	<i>Mortalité (%)</i>	<i>Rendement à l'abattage</i>
LEBAS (1983)		Année 1982	1053	2187	-	35.4	3.98	23.5	57.3
Laffolay (1985)	Souche améliorée	56 J	696	2511	130.7	35.80	3.64		-
Blocher <i>et al.</i> (1990)	Souche Hyplus	Année 1988	581	2302	-	35.2	3.3	15.3	-
		Année 1989	535	2286	-	35.3	3.3	17.8	-
		Année 88/89	550	2291	-	35.6	3.3	16.8	-
Daguet <i>et al.</i> (1990)		42.7 J	933	2472	-	33.50	4.41	9.00	-
Sanders (1990)		Printemps 42 J	631	2333	-	40.51	3.13	5.78	-
Broquet (1993)	Souche Hyplus	Année 1991	-	-	-	37.06	3.37	3.1	-
Berchiche <i>et al.</i> (2000)	Population Locale	-	453	2157	123.6	27.0	4.52	14.81	71

Source : Benrais et Chibani (2004)

III. La croissance chez le lapin et facteurs de variation

Les performances de croissance d'un lapin sont déterminées par ses potentialités génétiques et par le milieu dans lequel celles-ci sont appelées à s'exprimer (Henaff et Jouve, 1988).

III.1. La croissance chez le lapin :

Prud'hon *et al.*, (1970), ont défini la croissance comme étant l'ensemble des modifications du poids, de la composition anatomique et biochimique des animaux depuis la conception jusqu'à l'âge adulte.

Les mécanismes complexes qui conditionnent cette croissance mettent en jeu des phénomènes de multiplication, d'accroissement, de différenciation cellulaire, tissulaire et organique. Elle est sous l'effet de facteurs génétiques (rares) ou non génétiques (alimentation, effet maternel, environnement général). Elle n'est pas « gratuite », la croissance représente en effet la différence entre ce qui se construit (anabolisme) et ce qui se détruit (catabolisme).

III.1.1. La croissance de la naissance au sevrage :

A la naissance, un lapereau pèse de 50 à 55g environ avec des fluctuations assez fortes en fonction de la taille de la portée et de l'état nutritionnel de la lapine. Durant les trois premières semaines après la naissance, la croissance des lapereaux est linéaire (LebaS, 2000).

Le lait est l'unique nourriture des petits jusqu'au 15 ou 18^{ème} jour (Surdeau et Henaff, 1981) et vers 18 jours d'âge, les lapereaux commencent à ingérer de l'aliment solide (Fortun-Lamothe et Gidenne, 2000, Gyarmati *et al.*, 2000).

A 25 jours d'âge, le comportement alimentaire du lapereau est fortement modifié ; celui-ci passe d'une seule tétée par jour à plusieurs repas solides et liquides plus ou moins alternés et répartis irrégulièrement le long de la journée (25 à 30 repas par 24 heures) (Fatnassi, 2007).

Au cours de la 4^{ème} semaine de vie, l'ingestion d'aliments solides et d'eau devient prédominante par rapport à celle du lait (Tableau 11).

Tableau 11 : Consommation (g/lapin par période) de lait et d'aliment pour un lapereau âgé de 15 à 32 jours (sevrage)

Lait	Produit frais (g)	Matière sèche (g)
Naissance à 15 jours d'âge	150 à 200	40 à 60
De 16 à 25 jours d'âge	210 à 250	65 à 80
Aliment granulé (à 90% MS)	Produit frais (g)	Matière sèche (g)
De 16 à 25 jours d'âge	25 à 30	22 à 27
De 26 à 32 jours d'âge	150 à 200	135 à 180

Source : Fortun-Lamothe et Gidenne (2003)

1 Valeurs établies pour les conditions d'élevage suivantes : un aliment granulé unique conforme pour les femelles reproductrices est à la disposition des femelles et de la portée ; le sevrage est effectué à 32 jours d'âge.

III.1.2. Le sevrage :

Le sevrage est à la fois une séparation physique des lapereaux de leur mère et une modification du régime alimentaire (Moudache, 2002). Ils passent d'une alimentation mixte lait-granulé à une alimentation exclusivement solide. De ce fait, l'équipement enzymatique des lapereaux nécessaire à la digestion des aliments solides se met en place progressivement avec une très faible influence de la nature de l'aliment (Lebas, 2002).

Le sevrage est pratiqué exclusivement selon le rythme de reproduction : Il a lieu entre le 27^{ème} et le 29^{ème} jour pour le rythme intensif et entre le 28^{ème} et le 35^{ème} jour pour le rythme semi-intensif (Lebas et *al.*, 1991).

Pour cette opération, la portée de lapereaux est retirée de la cellule de maternité en une seule fois et est placée dans un atelier dit d'engraissement, c'est pour cela qu'il est qualifié de « brutal » chez le lapin. La mise en cage d'engraissement doit respecter la densité de 16 à 18 lapins par m² de grillage (Djago et *al.*, 2007).

Il existe selon Fortun-Lamothe et Gidenne (2003) des sevrages précoces (avant 26 jours d'âge) qui permettraient de proposer aux lapereaux dès qu'ils commencent à ingérer une quantité significative d'aliment solide, un aliment adapté à leurs besoins.

Cette technique présenterait l'avantage de limiter la transmission de certains agents pathogènes entre la mère et les jeunes (cas des pasteurelles). Par contre, le sevrage précoce doit se faire avec précaution car, les travaux de Coudert (2005) montrent que l'allaitement retarde l'apparition des signes cliniques en limitant la colonisation digestive des bactéries (Colibacilles entéro-pathogènes).

III.1.3. La croissance post-sevrage ou engraissement :

L'engraissement en cuniculture peut s'étaler de 2 à 3 mois en fonction de la race (type génétique), de la qualité de l'alimentation et du poids final recherché (Djago et *al.*, 2007).

Juste après le sevrage, la croissance dépend de la ration alimentaire apportée et le maximum est obtenu entre la 7^{ème} et la 8^{ème} semaine (Blasco et Gomez, 1993).

En fin d'engraissement, certains lapins seront sélectionnés pour la reproduction. En général, les mâles sont retenus pour leur vitesse de croissance et leur conformation. Les femelles sont retenues d'après la taille des portées produites par leur mère, les qualités maternelles de cette dernière (nid, allaitement), d'où l'intérêt de fiches d'enregistrement bien tenues. Les lapins restants sont destinés à l'abattage.

Au terme de l'engraissement (entre 10 et 12 semaines d'âge), les lapins ont un poids moyen de 2,3 Kg avec un rendement moyen de 60% et un poids de carcasse qui oscille entre 1,3 et 1,4 Kg (Bouguerra, 2011).

La variation du poids durant cette période est fortement liée à la vitesse de croissance de l'animal. C'est pour cette raison que les travaux de sélection se concentrent autour de l'amélioration de ce critère, afin de réduire la durée de croissance post-sevrage.

Les expériences de sélection basées sur la vitesse de croissance mesurée entre deux âges fixes ou un poids à un âge fixe ont montré leur efficacité pour augmenter le gain moyen quotidien ou le poids d'abattage. Ainsi, De Rochambeau et *al.*, (1989) estiment que l'âge d'abattage des lapereaux diminuait de 0.5 jour par an pour un poids fixé par les abatteurs. Cette évolution se traduit sur le terrain par un âge moyen à l'abattage qui se situe aujourd'hui à moins de 10 semaines d'âge, alors qu'il était de 12 semaines avant 1989 pour un même poids vif de 2,4 Kg (Larzul et Gondret, 2005).

Berchiche et Kadi (2002) observent chez la population locale Algérienne un âge moyen à l'abattage de 11 à 13 semaines.

Un abattage à 12 semaines d'âge donne un poids corporel post-sevrage et un gain moyen modeste ; mais l'indice de consommation n'est pas loin de la norme (Tableau 12).

Tableau 12 : Croissance post-sevrage (g) et GMQ (g/J) de lapins de population locale abattus à 12 semaines d'âge

Paramètres	Moyennes
Poids au sevrage (28 jours)	415
Poids au sevrage (35 jours)	670
Poids à 6 semaines	900
Poids à 8 semaines	1320
Poids à 10 semaines	1700
Poids à 12 semaines	1900
Gain quotidien 5-8 semaines	33
Gain quotidien 8-12 semaines	25
Gain quotidien 5-11 semaines	30

Source : Berchiche et Kadi (2002)

IV. Facteurs de variation des performances de croissance

IV.1. Influence des paramètres d'ambiance sur la croissance du lapin :

Afin d'exploiter au mieux le potentiel de croissance du lapin, il est indispensable de le maintenir dans un environnement où il n'aura pas à lutter contre certains facteurs d'ambiance.

Les principaux effets des paramètres d'ambiance les plus étudiés sur la croissance du lapin sont les suivants :

✓ Effet de la température

La température est le facteur d'ambiance le plus néfaste pour le lapin.

Dépourvu de glandes sudoripares, l'animal assure sa thermorégulation par de multiples adaptations : par voie respiratoire, par vasomotricité des vaisseaux sanguins superficiels... (Zemmoudj, 2001).

Ces adaptations accentuent les pertes de chaleur cutanée de l'animal c'est pour ces raison que, la température la plus favorable pour l'engraissement du lapin se situe entre 18 et 21°C (Fayez et *al.*, 1994).

Selon Franck (1990), le lapin commence à présenter des difficultés de résistance à partir de 25°C et une impossibilité de résistance à 35°C. Dans ces deux situations, on note une forte diminution de la consommation d'aliments.

Cependant, une basse température durant une longue période nécessite une consommation alimentaire accrue (pour assurer la thermorégulation), donc un mauvais indice de consommation (Chalabi et Zenboudji, 2011).

Skrivanova et *al.*, (1999) ont étudié l'influence de la température (optimale 16°C, haute 25°C et basse 6°C) sur les performances de croissance des lapins de souche HYL2000 de 30 à 89 jours d'âge. Les résultats sont résumés dans le tableau 13.

Tableau 13 : Effet des différentes températures sur les performances du lapin en croissance

Nombre de lapins	Températures			
	6°C	16°C	25°C	25°C
Acide ascorbique (+/-)	(-)	(-)	(-)	(+)
Poids à 30 jours d'âge (g)	757	806	730	737
Poids à 89 jours d'âge (g)	2757	2887	2341	2408
Gain quotidien (g)	30,8	36	27,3	28,3
IC (Kg/Kg)	3,93	3,37	3,13	3,04
Mortalité (%)	21,4	3,6	21,4	5,4

IC : indice de consommation

Source : Skrivanova et *al.* (1999)

Les performances de croissance observées chez les animaux entretenus à 16°C sont meilleurs que celles enregistrées chez les animaux élevés à des températures de 6°C ou de 25°C.

Le taux de mortalité est plus faible à 16°C et plus élevé à 25°C.

Le supplément d'acide ascorbique (antistress) a permis de réduire le pourcentage de mortalité obtenu à 25°C de 21.4 à 5.4%.

Ce sont surtout les brusques variations de température qui sont à éviter (max. 5°C entre les températures extrêmes de la journée).

Un abreuvement trop important, consécutif aux fortes chaleurs, provoque des troubles digestifs qui ralentissent la croissance des jeunes. Un refroidissement de l'atelier cunicole est éventuellement souhaitable en été, surtout dans les pays à été très chaud (cas de l'Algérie). Il peut s'obtenir en mouillant les sols, en nébulisant de l'eau ou en arrosant le toit du bâtiment (Lebas, Marionnet et Henaff, 1991).

✓ **Effet de l'hygrométrie**

Si l'importance du taux d'humidité ne semble pas poser de problèmes au lapin lorsque celui-ci est situé dans les conditions optimales de température, il n'en est pas de même lorsqu'il se trouve en présence de températures extrêmes (Lebas *et al.*, 1984 In Chalabi et Zenboudji, 2011).

- Lorsque la température est trop élevée et que l'humidité relative de l'air avoisine la saturation, la chaleur latente de l'animal, sous forme de vapeur d'eau, ne peut plus être évacuée, car l'évaporation devient très faible du fait de la saturation de l'air. Il en résulte une situation inconfortable de l'animal, qui peut aboutir à la prostration : la croissance est compromise par une baisse notable de l'ingestion alimentaire.
- Lorsque la température est trop basse et que l'hygroscopie avoisine la saturation, l'eau va se condenser sur les parois mal isolées des cages. De plus, l'eau étant bon conducteur thermique, le froid devient plus pénétrant, ce qui entraîne souvent des troubles digestifs et respiratoires : la croissance est compromise par un blocage intestinal ou des diarrhées.

✓ **Effet de la lumière**

Comparée à celle de la reproduction, la cellule d'engraissement ne nécessite pas un éclairage constant et fixe. La lumière du jour est suffisante, quel que soit la saison. Par contre, un éclairage continu peut provoquer, chez les jeunes animaux en croissance, des perturbations d'origine encore mal connues (diarrhées sans relation avec la modification du rythme de la caecotrophie). En cas de nécessité, un éclairage au néon se révèle plus efficace et économique (Chalabi, Zenboudji, 2011).

✓ **Effet de la vitesse de l'air**

Une ventilation minimale des locaux d'élevage doit être assurée pour évacuer les gaz nocifs produits par les animaux (CO_2) et leurs déjections (NH_3 , H_2S , CH_4 ...); mais aussi pour renouveler l'oxygène nécessaire à la respiration, évacuer les excès éventuels d'humidité (évaporation, respiration des animaux) et les excès de chaleur produite par les lapins (Lebas, 1991).

Les normes d'ambiance sont résumées dans le tableau 14.

Tableau 14 : Normes d'ambiance recommandées pour le lapin

Température (°C)	Hygrométrie (%)	Vitesse de l'air (m/s)	Débit de ventilation (m ³ /h/Kg de poids vif)
12 – 15	60 - 65	0,10 - 0,15	1 à 1,5
16 – 18	70 - 75	0,15 - 0,20	2 à 2,5
19 – 22	75 - 80	0,20 - 0,30	3 à 3,5
23 – 25	80	0,30 - 0,40	3,5 à 4

Source : Lebas et al. (1984) In Chalabi et Zenboudji (2011)

On retiendra que la fréquence de renouvellement de l'air doit être proportionnelle à la température ambiante, à l'humidité relative de l'air et au nombre de lapins se trouvant dans le local.

IV.2. Autres facteurs affectant la croissance chez le lapin

✓ Effet de la saison

Les travaux de Belhadi et Baselga (2003) et Belhadi (2004) montrent que la saison de mise bas influence significativement le poids individuel des lapereaux en croissance, au sevrage et à l'âge de 70 jours. Ils concluent que l'hiver est plus favorable à la croissance des lapereaux (Tableau 15). Ainsi, les meilleures performances de croissance sont enregistrées pendant les saisons à faibles températures (hiver et automne) et diminuent en été et au printemps.

Tableau 15 : Effet de la saison sur la taille et le poids (g) des portées de la naissance à 70 jours d'âge

Saisons	Paramètres					
	NT n	NV n	TP30 n	TP70 n	PP30 (g)	PP70 (g)
Automne (2000)	8,1 ± 0,4	7,0 ± 0,4	6,4 ± 0,4	5,1 ± 0,3	3251 ± 157	9087 ± 599
Hiver (2001)	7,4 ± 0,2	7,0 ± 0,3	6,3 ± 0,2	5,3 ± 0,2	3586 ± 107	9441 ± 410
Printemps (2001)	8,7 ± 0,3	7,6 ± 0,3	6,8 ± 0,3	5,3 ± 0,2	3452 ± 127	8813 ± 460
Automne (2001)	6,6 ± 0,5	5,0 ± 0,5	5,0 ± 0,5	-	2979 ± 213	-

Source : Belhadi (2004)

NT : Nés totaux, **NV :** Nés vivants, **TP30 :** Taille des portées à 30 jours, **TP70 :** Taille des portées à 70 jours, **PP30 :** Poids des portées à 30 jours, **PP70 :** Poids des portées à 70 jours, **n :** nombre.

✓ Influence de l'alimentation

Plusieurs travaux ont montré que le lapin est sensible aussi bien à la quantité qu'à la qualité de l'aliment.

Une restriction alimentaire légère (80 à 90% de l'ingestion volontaire) permet de produire des carcasses plus lourdes et moins grasses à 15 semaines d'âge.

Par contre, une restriction sévère (26 % de l'ingestion volontaire) réduit la croissance de 35% tout en augmentant l'indice de consommation de 17% pour des lapins âgés entre 5 et 10 semaines (Lebas, 1991).

Un apport minimum de lest (cellulose essentiellement) est nécessaire pour le bon fonctionnement du tube digestif (Lebas, 1989), mais lorsqu'il augmente, la vitesse de croissance diminue et par conséquent le rendement à l'abattage est réduit (Lebas, 1992).

Le lapin peut utiliser efficacement des aliments peu fibreux à teneur élevée en énergie digestible. La réduction de la teneur en fibres des régimes, associée le plus souvent à une élévation de la teneur en amidon, conduit à des troubles digestifs graves en particulier chez le lapin en croissance (Gidenne, 1996).

Il faut donc maîtriser les apports alimentaires de fibres et d'amidon aux plans quantitatif et qualitatif pour permettre une croissance et une sécurité alimentaire optimale (Laplace, 1978, Peeters et Charlier, 1984, Gidenne, 1996).

Aussi, pour avoir une croissance maximale, l'équilibre en acides aminés des protéines alimentaires doit être respecté (Ouhayoun et *al.*, 1986).

Lebas et Colin (1992) indiquent que l'absence d'un seul acide aminé peut être considérée comme un manque global de protéines. L'exemple de complémentation d'une ration à base de féverole avec de la méthionine, a amélioré significativement les performances de croissance des lapins (Berchiche et *al.*, 1995).

La lecture du tableau 10 montre que les essais conduits par les différents auteurs cités par Lebas (2010), ont permis de montrer qu'il y a une différence significative entre les lapins alimentés avec un aliment commercial et ceux alimentés avec un aliment expérimental équilibré ou juste complétement. Le GMQ de ces animaux a significativement augmenté de 28,3 g/j à 33,6 g/j pour la population blanche et de 22 g/j à 29g/j pour la souche synthétique, d'où la nécessité d'un aliment équilibré.

La granulométrie de l'aliment a elle aussi une influence sur les performances de croissance des lapins. Le diamètre des granulés se situe entre 3 et 4 mm. Leur diamètre ne doit pas dépasser 5mm (Maertens, 1994).

En fait, les granulés dépassant les 7 mm entraînent une surconsommation apparente de l'aliment sans avoir en contrepartie un gain de poids (INRA, 1989).

En tout état de cause, les effets du broyage plus ou moins fin des aliments sur la santé des lapins restent marginaux par rapport aux effets de l'équilibre nutritionnel de ces mêmes aliments (Lebas, 2000).

Tableau 16 : Gain moyen quotidien des souches et populations de lapins locales nourris avec des aliments expérimentaux et/ou avec un aliment commercial

Auteurs	Génotype	GMQ (g/j) des lapins avec aliment	
		Commercial	Expérimental
Lakabi et al., (2008)	Population locale		28 Taux son de blé
Berchiche et al., (1999)	Population locale		27,8-28,0 Source protéines
Lounaouci et al., (2008)	Population Blanche		31-33 Sources protéines
Kadi et al., (2010)	Population Blanche		39 Formulation
Zerrouki et al., (2008)	Population Blanche	28,3	33,6 Commercial + Calcium
Lebas et Gacem(2005)	Souche Synthétique ITELV	22	29,0 Formulation
Lebas et Gacem (2007)	Souche Synthétique ITELV	25,4	29,2 Formulation

Source : Lebas (2010)

✓ Influence maternelle

L'influence maternelle sur la croissance des produits est la résultante du génotype de la mère et des facteurs d'environnement. Pour le jeune, les effets maternels constituent une composante du milieu. Ils sont déterminés par le milieu utérin, la taille de portée, le comportement post natal, y compris l'aptitude laitière de la mère (Chaou, 2006).

Les effets maternels les plus intenses sur le poids du lapereau se font ressentir à 3 semaines d'âge (Johanson et Venge, 1953, Venge, 1953) cités par Ouhayoun (1983).

Jusqu'à la fin du 1^{er} mois, âge habituel du sevrage, l'expression des potentialités du jeune s'en trouve fortement perturbée. L'influence maternelle peut être si forte qu'elle est susceptible de dissimuler les effets génétiques directs sur la croissance durant plusieurs semaines après le sevrage.

Selon Ouhayoun (1978), les 3 premières semaines de période d'engraisement sont une étape complexe où s'affrontent l'influence du milieu maternel, la capacité d'adaptation au nouvel environnement et l'expression du génotype des produits.

Avec l'augmentation de l'âge, le génome du lapereau prend définitivement le dessus sur les effets maternels (Poujardieu, Rouvier et Vrillon, 1976).

Cependant, les empreintes de ces derniers sur le poids individuel subsistent jusqu'à l'abattage. Selon Rouvier (1970), les effets maternels expliquent 23,4% de la variance du poids à 56 jours et 19% à 84 jours.

Les travaux de Rousseau (1982) cité par Ouhayoun (1983), confirment que les écarts de poids occasionnés par l'influence maternelle pré sevrage n'ont pas disparu à l'âge de 11 semaines.

L'ordre des poids enregistré à 28 jours demeure strictement le même qu'en fin d'engraisement.

CHAPITRE IV :
AMELIORATION DES
PARAMETRES GENETIQUES

CHAPITRE IV : Amélioration des paramètres génétiques

Tout programme d'amélioration génétique repose sur la connaissance de l'héritabilité, de la répétabilité des caractères étudiés, et sur les corrélations génétiques et phénotypiques. L'idéal est d'estimer ces paramètres à partir des données de la population qu'on cherche à évaluer (Boujenane, 1996).

Les corrélations génétiques entre les caractères zootechniques d'importance économique et leurs héritabilités constituent des composantes indispensables dans l'évaluation des valeurs génétiques additives des animaux domestiques.

I. Hérité des caractères quantitatifs

La génétique quantitative constitue le fondement théorique de l'amélioration génétique animale, elle sert à étudier les relations existantes entre les caractères à variation continue et le matériel héréditaire (Bonnes et *al.*, 1991).

Avant de mettre sur pied un programme d'amélioration, il est nécessaire d'avoir une connaissance suffisante de la population concernée. Celle-ci peut être décrite par des valeurs appelées paramètres génétiques relatifs aux caractères quantitatifs retenus (Poujardieu et Mallard, 1992 ; Ourunmuy et *al.*, 2006 ; Jussiau et *al.*, 2006). L'information correspondante aux caractères retenus est condensée en trois paramètres génétiques : l'héritabilité, la répétabilité et la corrélation (Minvielle, 1990 ; Ricordeau et *al.*, 1992 ; Jussiau et *al.*, 2006).

I.1. Déterminisme génétique des caractères quantitatifs

D'après Hallais (2012), les caractères quantitatifs sont mesurables, polygéniques, à intérêt économique certain. Ils réunissent les effets des gènes majeurs, et leur expression est influencée par le milieu d'élevage. Ils représentent les productions : les quantités (lait, croissance, ponte...) mais aussi la qualité (composition des produits : taux protéique, taux butyreux ; indice de qualité de viande, etc).

I.2. Paramètres génétiques d'une population

I.2.1. Héritabilité des caractères de croissance

L'héritabilité du caractère informe sur la relation entre la valeur d'élevage et la valeur phénotypique, elle varie en fonction de la nature génétique du caractère. Selon Minvielle (1990), elle est spécifique à une population donnée.

L'héritabilité au sens *large* est le pourcentage de la variation phénotypique qui est d'origine génétique (WINTER et *al.*, 2000 ; WATTIAUX et HOWARD, 2003).

$$h^2 = V_G / V_P$$

h^2 : héritabilité

V_G : Variance génotypique

V_P : Variance phénotypique

L'héritabilité au sens *strict*, est la proportion de la variance des productions pour ce caractère qui est de nature additive. (Minvielle, 1990 ; Verrier et *al.*, 2001). Selon Harlt et Jones (2003), elle est la plus pertinente pour l'étude évolutive d'une population soumise à la sélection artificielle. Elle varie entre 0 et 1 (Minvielle, 1990 et Ollovier, 2002).

$$h^2 = V_A / V_P \quad (P = G + E, \text{ avec } G = A + D + I)$$

V_A : Variance génétique additive

V_P : Variance phénotypique

P : Performance

G : Génotype

E : Environnement

A : Valeur génétique additive

D : Effet de dominance entre gènes allèles

I : Effet d'épistasie entre gènes non allèles.

Les plus faibles héritabilités sont enregistrées pour les caractères de qualité d'élevage dits aussi caractères de reproduction. Elles sont moyennes pour les performances de production. Les plus fortes valeurs sont attribuées aux qualités de production (h^2 tend vers le 1) où la sélection est très efficace (Tableau 17).

Tableau 17 : Valeurs du coefficient d'héritabilité et ses conséquences

Valeurs h^2	Déterminisme génétique	Efficacité de la sélection	Intérêt des croisements	Exemples de caractères
Faible $h^2 \leq 0,20$	Essentiellement non additif	Très faible	Elevé, ils favorisent les effets d'interaction	Reproduction, viabilité
Moyenne $0,2 < h^2 < 0,4$	Mixte, additif et non additif	Moyenne	Moyen à faible	Quantités produites (lait, croissance...)
Elevée $h^2 \geq 0,4$	Essentiellement additif	Elevée	Nul	Quantité et composition des productions (TP du lait, rendement en carcasse...)

Source : Hallais (2012)

a. Le pré sevrage

Selon Fielding (1993), la croissance fait partie des caractères quantitatifs à moyenne héritabilité (30 à 50%).

La croissance pré sevrage dépend de la taille de la portée et de la production laitière autrement dit de la qualité maternelle. La production laitière est moyennement héritable, Al Sobayil *et al.*, (2005) lui attribuent 0,21. Néanmoins, certains auteurs enregistrent un coefficient d'héritabilité faible inférieur à 0,2 comme le soulignent Maertens *et al.*, 2006 ; Iraqi, 2008.

b. Le post sevrage

D'une façon générale, les valeurs d'héritabilité du gain moyen quotidien varient entre 0,13 à 0,45, celles du poids au sevrage varient entre 0,05 à 0,53 et celles du poids à l'abattage oscillent entre 0,12 à 0,67. Le tableau 18 reprend les valeurs d'héritabilités de la croissance post sevrage.

Tableau 18 : Héritabilités des caractères de croissance sevrage et post sevrage

Héritabilité				Auteurs
Poids		GMQ	IC	
Sevrage	Abattage			
0,55	0,55			Ouhayoun et Rouvier, 1973
0,2	0,3	0,3-0,4	0,3 - 0,4	Piles et <i>al.</i> , 2004
	0,18	0,2		Camacho et Baselga, 1990
	0,19	0,21		Estany et <i>al.</i> , 1992
	0,16			De Rochambeau et <i>al.</i> , 1994
	0,12	0,17		Lukefahr et <i>al.</i> , 1996
0,24	0,3	0,2		Moura et <i>al.</i> , 1997
	0,41			Anous, 1999
	0,18			Farghaly et El Mahdy, 1999
0,24	0,3	0,2		Argente et <i>al.</i> , 1999
	0,02 (84 j)			Rastogi et <i>al.</i> , 2000
	0,2	0,25		Garreau et <i>al.</i> , 2000
0,22 (s)	0,3			Garcia et Baselga, 2002
0,11	0,2	0,25	0,2	Garreau et De Rochambeau, 2003
0,14				Poormina et <i>al.</i> , 2004
0,23 - 0,43	0,23 - 0,24	0,13 - 0,18		De Leon et <i>al.</i> , 2004
0,34		0,3		Iraqi et <i>al.</i> , 2004
		0,31		Piles et <i>al.</i> , 2004
0,43 (s)	0,36			Akano et Ibe, 2005
0,09 (s)	0,67	0,42	0,27	Larzul et De Rochambeau, 2005
	0,22	0,29		Larzul et <i>al.</i> , 2005
	0,36 (63 j)			Garreaud et <i>al.</i> , 2008
		0,27		Gyovai et <i>al.</i> , 2008
0,05	0,2	0,19 - 0,23		Iraqi, 2008
		0,24 - 0,28		Nagy et <i>al.</i> , 2008

Source : Mefti- Korteby (2012)

I.2.2. Corrélation génétique

Elle indique le lien qui existe entre deux caractères. Elle mesure le sens et l'importance de la liaison entre les valeurs génétiques additives des individus. Elle varie de -1 à +1 et plus elle est élevée en valeur absolue, plus l'intensité de la liaison génétique entre les caractères est forte ; au contraire, lorsqu'elle avoisine 0, cela signifie une absence de liaison donc une indépendance génétique entre les caractères (Bonnes et *al.*, 1991). Deux caractères sont corrélés positivement lorsqu'ils évoluent dans le même sens. Ils sont corrélés négativement lorsqu'ils évoluent en sens inverse (Wiener et Rouvier, 2009).

Cette notion permet d'évaluer la réponse indirecte à la sélection d'un caractère sur d'autres caractères qui lui sont génétiquement corrélés (Hallais, 2012).

a. Entre les caractères de croissance

La corrélation entre le poids à la naissance et le sevrage est de 0.98 et 0.90 (Argente et *al.*, 1999).

Selon Iraqi (2003), les corrélations entre poids à différents âges se situent entre -0.25 à 0.56, ce qui confirme la nécessité du contrôle de croissance à différents âges pour porter un choix efficace des reproducteurs.

Le poids au sevrage est corrélé fortement avec le poids à l'abattage (Lukefahr et Ruiz-Feria, 2003 ; Iraqi, 2008 ; Vostry et *al.*, 2008 ; Mefti -Korteby et *al.*, 2010).

Pour Poujardieu et *al.*, (1976), la corrélation entre le poids au sevrage et la vitesse de croissance est de 0,70.

Selon Sorensen (2001) in Boudjema et Larab (2013), les corrélations entre la taille de la portée à la naissance et au sevrage sont fortes et positives. La mortalité durant la période naissance – sevrage est fortement et positivement corrélée avec la taille de la portée à la naissance.

La corrélation génétique entre la vitesse de croissance et l'indice de consommation, a été estimée dans plusieurs études fortement négative (Moura et *al.*, 1997 ; Piles et *al.*, 2004 ; Larzul et Gondret, 2005).

b. Entre les caractères de reproduction et de croissance

Argente *et al.*, (1997), donne des corrélations génétiques entre la taille de la portée à la naissance et le taux d'ovulation de 0,34, entre la taille de la portée et les embryons implantés de 0,71 et la corrélation entre la taille de la portée et la survie fœtale de 0,89.

Pour Rouvier *et al.*, (1973), la taille de la portée et la prolificité sont en corrélation négative avec les poids moyens individuels par portée des lapereaux. Une plus grande prolificité s'accompagne en moyenne de tailles et de poids des portées plus élevées à 21 et 56 jours.

II. Méthodes d'amélioration génétique

L'amélioration des espèces domestiques repose sur l'exploitation de leur variabilité génétique :

- A l'intérieur d'une population, elle réside dans les différences de valeur génétique additive entre les individus d'une même race. L'objectif est alors d'améliorer la valeur génétique additive moyenne de la population tout en conservant sa variabilité, c'est le but de la sélection.
- Entre les populations, elle résulte des différences entre les races. L'objectif est de bénéficier à la fois de leurs qualités complémentaires (par exemples les aptitudes d'élevages d'une race et les aptitudes bouchères d'une autre) et des effets favorables des interactions entre les gènes chez les individus croisés qui se manifestent par l'hétérosis. Dans ce cas, les croisements sont associés à la sélection (Hallais, 2012).

La procédure expérimentale pour l'évaluation des ressources génétiques raciales a d'abord été définie par Dickerson (1969) In Brun et Baselga (2005). Lorsqu'on dispose donc de plusieurs races ou souches, la définition du meilleur système de leur utilisation suppose de réaliser une expérimentation en croisement. Ces résultats permettront de définir le meilleur système d'utilisation, et de choisir les races les plus intéressantes. Celles-ci pourront ensuite être sélectionnées, par sélection intra souche de façon à accroître leur supériorité (Brun, 1992).

II.1. Amélioration des performances par la sélection

Selon Minvielle (1990), la sélection est la force qui provoque la contribution différente et non aléatoire de chaque génotype à la génération qui suit. Elle favorise un ou plusieurs génotypes qui laissent, relativement par rapport aux autres, le plus de descendants. Selon Wattiaux et Howard (2003), la sélection est la clef du progrès génétique. L'améliorateur peut porter un choix divergent, lorsqu'il s'agit de sélectionner une lignée maternelle ou paternelle (Khalil et Al Saef, 2008).

II.1.1. Objectifs de la sélection en croissance

Les objectifs de sélection, ou caractères pour lesquels on recherche l'amélioration de la valeur génétique additive sont obligatoirement des critères ou des combinaisons de critères zootechniques. Ils ne sont pas nécessairement mesurables mais doivent répondre à l'objectif global regroupant les attentes d'une filière donnée (Hallais, 2012).

Les objectifs économiques de la sélection consistent à augmenter la vitesse de croissance et à diminuer l'indice de consommation des lapereaux (Ouhayoun et Rouvier, 1973 ; Lukefahr et *al.*, 1996 ; Hernandez et *al.*, 2004) et l'accroissement du poids vif à l'abattage (De Rochambeau et *al.*, 1989 ; Gondret et *al.*, 2002).

L'augmentation du GMQ permet théoriquement de diminuer l'âge à l'abattage (Ouhayoun et Poujardieu, 1978 ; Larzul et *al.*, 2003 ; Gondret et *al.*, 2005).

II.1.2. Réponse à la sélection en croissance

Selon De Rochambeau et *al.*, (1989) ; Camacho et baselga (1990), que la sélection se fasse sur le poids d'abattage à un âge fixe ou sur le gain moyen quotidien, elle aboutit à des résultats très similaires du fait de leur forte corrélation génétique. Respectivement les auteurs cités précédemment ont obtenu des gains de 53g et 30,2g pour le poids d'abattage, 6g et 0,32g pour le poids au sevrage et 0,83g/j et 0,72g/j pour le gain moyen quotidien.

Une sélection sur le GMQ a entraîné une diminution de 1.1g sur le poids au sevrage (Estany et *al.*, 1992). Alors que Moura et *al.*, (1997) ont observé une diminution de 0,6g/j sur le GMQ en sélectionnant ce même critère.

La sélection sur le poids entraîne une amélioration du gain moyen quotidien et du poids au sevrage, respectivement de 34,4g ; 0,64g/j et 3,9 g (Lukefahr et *al.*, 1996 ; Garreau et *al.*, 2000). Cependant l'expérience de Larzul et *al.*, (2003) montre que la sélection sur le poids entraîne une diminution de -0,98 g/j du gain moyen quotidien et de -1,2 g/j pour le poids au sevrage.

II.2. Progrès génétique et Indexation

II.2.1. Progrès génétique

Comme le rappelle Ollovier (1974) cité dans Matheron et Rouvier (1977), lorsque la sélection est la même dans les deux sexes, le progrès génétique attendu par unité de temps, R , est fonction de 4 paramètres : l'intensité de sélection (i), l'intervalle de génération (T), la corrélation $R(\hat{A}A)$ entre la valeur génétique additive A que l'on veut améliorer et celle estimée par l'indice de sélection \hat{A} et enfin l'écart type génétique δ_A .

Le progrès génétique représente la supériorité de la valeur phénotypique des descendants par rapport à celle des parents (Mefti-Korteby, 2012). Il dépend de la sélection et de la diffusion de reproducteurs selon 4 voies : Père-fils, Père-fille, Mère-fils, Mère-fille (HALLAIS, 2012).

$$PG = PG/gn = P(Gn + 1) - P(Gn) = A(Gn + 1) - A(Gn)$$

PG: Progrès génétique

PG/gn : Progrès génétique par génération

P : Performance moyenne

A : Valeur génétique additive moyenne

(GN + 1) : Génération des descendants

(Gn) : Génération parentale

II.2.2. Indexation

L'estimation de la valeur génétique additive est appelée indexation. Elle peut être effectuée à partir des performances individuelles et/ou à partir de celles d'animaux apparentés (ascendants, collatéraux et descendants). De ce fait, quatre méthodes peuvent être mises en œuvre, selon la nature génétique du caractère : sélection sur performance (Performances test), sur ascendants (Pedigree test), sur collatéraux (Sib test) et sur descendants (Progeny test). L'information collectée *via* le contrôle de performances est traitée de façon à fournir la meilleure estimation possible, avec un coefficient de précision avoisinant le un (1) (Khedim, 2013).

L'index peut concerner un caractère ou plusieurs caractères simultanément.

Cet index est plus ou moins différent de la valeur génétique additive vraie, inconnue, puisqu'il n'en constitue qu'une estimation, toujours entachée d'erreur (Jussiau et *al.*, 2006).

L'erreur est inversement proportionnelle à l'héritabilité.

Les principaux critères de sélection des lignées paternelles sont la vitesse de croissance post sevrage ou le poids à un âge type (Estany et *al.*, 1992 ; Lukefahr et *al.*, 1996 ; Larzul et *al.*, 2004). Dans certains schémas de sélection, les critères sont le rendement et l'adiposité de la carcasse (Garreau et *al.*, 2008).

Selon Larzul et Gondret (2005), les études visant à la sélection d'une souche donnée de lapin pour un critère de croissance montrent toutes l'efficacité de cette sélection (Tableau 13).

II.3. Amélioration des performances par croisement

Selon Bonnes et *al.*, (1991), c'est l'accouplement des individus de la même espèce appartenant à des races différentes.

Sous le terme de lapin « hybrides », on englobe tous les croisements de races différentes ; pratiques utilisées de tous temps pour améliorer une aptitude particulière grâce à une souche présentant cette aptitude (Perrot, 1991).

Le croisement des espèces permet de combiner les avantages de différentes races (Kerry et Keppler, 1997). En effet, les limites de la sélection et de l'élevage en race pure, ont conduit à rechercher des possibilités d'accouplement entre les représentants de races différentes (Mefti-Korteby, 2012).

Selon Jussiau et *al.*, (2006), le croisement a donc pour objectifs :

- ✓ De créer des souches composites, susceptibles de devenir des races ;
- ✓ D'accroître la variabilité génétique et d'améliorer une race ;
- ✓ De permettre le remplacement d'une race par une autre ;
- ✓ De valoriser la complémentarité entre races ;
- ✓ De bénéficier de l'effet d'hétérosis.

II.3.1. Complémentarité

Les croisements permettent d'exploiter des effets de complémentarité entre des races ou souches sélectionnées dans des directions différentes (caractères de production pondérale dans la race du père, caractères de reproduction pour la race de la mère). Ceci constitue un palliatif aux insuffisances de l'élevage en race pure (Mefti- Korteby, 2012).

II.3.2. Effet hétérosis

Selon Hallais (2012), l'hétérosis (H) est l'expression des phénomènes d'interaction entre les gènes qui sont amplifiés avec croisement de races ou de lignées génétiquement différentes : c'est la supériorité phénotypique moyenne des produits croisés par rapport à la moyenne des performances des populations parentales.

L'effet d'hétérosis est d'autant plus grand que les deux races sont éloignées génétiquement. L'hétérosis pour un caractère est en général, d'autant plus élevé que les animaux sont placés dans des conditions de milieu plus difficiles. Comme il dépend la nature génétique du caractère considéré. Il est évalué entre 10% à 20% pour les caractères de qualité d'élevage ; de 5% à 8% pour les caractères de production et un effet négligeable pour les caractères de qualité de production (Bonnes et *al.*, 1991).

Les croisements exploitent les effets d'hétérosis qui s'expliquent notamment par les effets de dominance (Elsen, 2000).

DEUXIEME PARTIE :
ETUDE
EXPERIMENTALE

**ESSAI 1 : ANALYSE RETROSPECTIVE ET CINETIQUE DU PROGRES
GENETIQUE DES PERFORMANCES DE CROISSANCE DE LA SOUCHE
SYNTHETIQUE CUNICOLE ITELV 2006**

I. Introduction

Face d'une part, à la faible productivité du lapin de population locale, et, d'autre part, à la faible adaptation aux conditions d'élevage locales des souches améliorées importées, rechercher des types génétiques à la fois productifs et adaptés constitue la voie la plus prometteuse pour promouvoir le développement de la cuniculture en Algérie.

En Europe, les schémas classiques d'amélioration génétique du lapin sont basés sur la sélection de lignées parentales utilisées en croisement discontinu (Baselga, 2004). Basés sur les travaux notamment de Matheron et Rouvier, 1977 ; De Rochembeau, 1998 ; Baselga, 2004 et Garreau et *al.*, 2004), ce schéma qui consiste à produire une femelle parentale à partir du croisement de deux souches et de la croiser avec un mâle d'une autre souche sélectionnée sur ses caractéristiques de croissance pour produire un lapereau de boucherie permet de bénéficier au maximum de tous les avantages du croisement, à savoir l'hétérosis, notamment sur les caractères de reproduction de la femelle parentale, et la complémentarité entre souche. Ce modèle d'amélioration génétique qui fait appel à un schéma pyramidal combinant la sélection des souches pures, la multiplication et la diffusion des animaux croisés, demande un degré d'organisation et d'intégration assez importants (Gacem et Bolet, 2005).

Une autre solution, plus simple à mettre en œuvre et qui a été appliquée avec succès en amélioration génétique des plantes (Demarly, 1977) mais aussi des animaux (Ricordeau et *al.*, 1992), a été retenue pour mettre en place au niveau de la ferme expérimentale de l'Institut Technique des Elevages (ITELV) de Baba Ali (Alger) un programme d'amélioration génétique pour produire des lapins adaptés au contexte algérien. Elle a consisté en la création d'une lignée synthétique obtenue par un croisement continu entre deux races : le lapin de population locale, animal rustique mais peu productif et la souche INRA2666, réputée améliorée sur les performances maternelles.

Afin de caractériser cette souche synthétique du point de vue zootechnique et génétique pendant la période de croissance, une analyse rétrospective a été exécutée sur les 4^{ème} et 5^{ème} générations suivie d'une étude sur la 6^{ème} génération.

II. Matériel et méthodes

II.1. Les animaux

Il s'agit de lapins de souche synthétique ITELV2006 obtenus par croisement génétique de lapins de population locale avec la souche INRA2666. Les animaux de la population locale proviennent de neuf Wilayas d'Algérie. Ce cheptel a été constitué en 1998 à partir d'un croisement rotatif fermé selon le schéma décrit par Matheron et Chevalet (1977). Celui-ci permet d'éviter la progression rapide de la consanguinité. La rotation a été fermée en 2005.

La première génération de croisement (F1) de la souche synthétique a été obtenue en inséminant en décembre 2003 80 femelles de la population locale, entretenues dans l'élevage de l'ITELV à Baba Ali, avec la semence de mâles de la souche INRA2666 (Gacem et Bolet, 2005). Cette souche est elle-même une souche synthétique expérimentale créée en 1996. Elle est issue du croisement entre la souche INRA 2066 et la souche *Verde* dite V de l'université de Valencia en Espagne (Brun et Baselga, 2004). La souche INRA2066 a été créée en 1970 par croisement du Géant russe et du lapin californien. La sélection a commencé en 1976 sur la taille de la portée à la naissance à l'INRA de Toulouse (France) (Brun, 1993). La lignée *Verde* est une lignée maternelle créée en 1981 par croisement de 4 lignées synthétiques à aptitudes maternelles. Après 4 générations sans sélection, la lignée est sélectionnée pour augmenter la taille de la portée (Estany et *al.*, 1989).

Les animaux sont en 5^{ème} génération en maternité et en 6^{ème} génération en engraissement. Les performances sont mesurées sur les animaux de la 6^{ème} génération. Les données relatives aux performances des 4^{ème} et 5^{ème} générations nous ont été fournies par l'ITELV.

Les effectifs des 3 générations, objet de cette étude sont consignés dans le tableau 19.

Tableau 19 : Effectifs des 4^{ème}, 5^{ème} et 6^{ème} générations

Gn	Nés	Sevrés	Abattus
G4	3000	2093	1332
G5	3217	2374	2057
G6	2982	2090	1711

II.2. Equipements et conditions d'élevage

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

Le clapier, d'une superficie d'environ 320m² comprend une salle de maternité et une salle d'engraissement. Celles-ci sont séparées par un hall composé d'un espace sanitaire et de deux salles pour le stockage des aliments, des produits vétérinaires et du matériel d'élevage (Figure 1). Chaque salle est munie d'extracteurs de 6000m³/h (deux à extraction haute et deux à extraction basse) et de Pad Cooling.

La salle de maternité, d'une superficie de 130m², contient 80 cages grillagées dotées d'une boîte à nid et qui sont destinées aux lapines reproductrices et 20 cages destinées aux mâles reproducteurs et de remplacement. Les cages sont disposées en 2 rangées principales, parallèles et séparées par un couloir de service de 1 mètre de largeur pour faciliter la manipulation des animaux (saillie, palpation, alimentation...).

De type Flat Deck, les cages sont surélevées sur une fosse à déjection. Elles sont métalliques en acier galvanisé et équipées d'abreuvoirs automatiques et de mangeoires d'une capacité de 3kg.

La salle d'engraissement, d'une superficie de 135m², comprend 100 cages disposées en 2 rangées parallèles et séparées également par un couloir de service. Les cages sont de type Flat Deck, en métal galvanisé. Elles sont équipées d'une trémie d'alimentation d'une capacité de 4 kg et d'une tétine pour l'abreuvement automatique.

Le programme lumineux, d'une intensité de 28 lux/m², diffère entre les salles. Le nycthémère est de « 16Light/8 Dark » en salle de maternité et de « 8 Light/16 Dark » en salle d'engraissement.

La température dans le bâtiment est contrôlée par un thermomètre placé dans chaque cellule. Lorsque la température ambiante baisse en hiver, le chauffage se fait par les radiants alimentés par des bouteilles de gaz. En été, lorsque la température est élevée, le refroidissement se fait par des refroidisseurs de type « pad colling ».

II.3. L'aliment

L'aliment granulé utilisé, de type mixte (reproduction, engraissement), provient de l'unité de fabrication des d'aliments du bétail de Bouzaréah (Alger). Il est composé de poudre de luzerne, d'orge, de maïs, de son de blé, de tourteau de soja et d'un complément minéral vitaminé (CMV). La composition centésimale de l'aliment en matières premières est consignée dans le tableau 20. La couleur de l'aliment diffère selon les approvisionnements ce qui laisse supposer que les proportions des matières premières qui rentrent dans sa composition sont variables.

Pour déterminer la composition chimique de l'aliment, plusieurs échantillons ont été prélevés dans plusieurs sacs sur tous les approvisionnements.

Les reproducteurs sont rationnés à 100g / jour et les lapines en gestation reçoivent 250 g/j de granulé après que le diagnostic de gestation ait été confirmé. Les lapines allaitantes et les lapins en engraissement sont alimentés *ad libitum*.

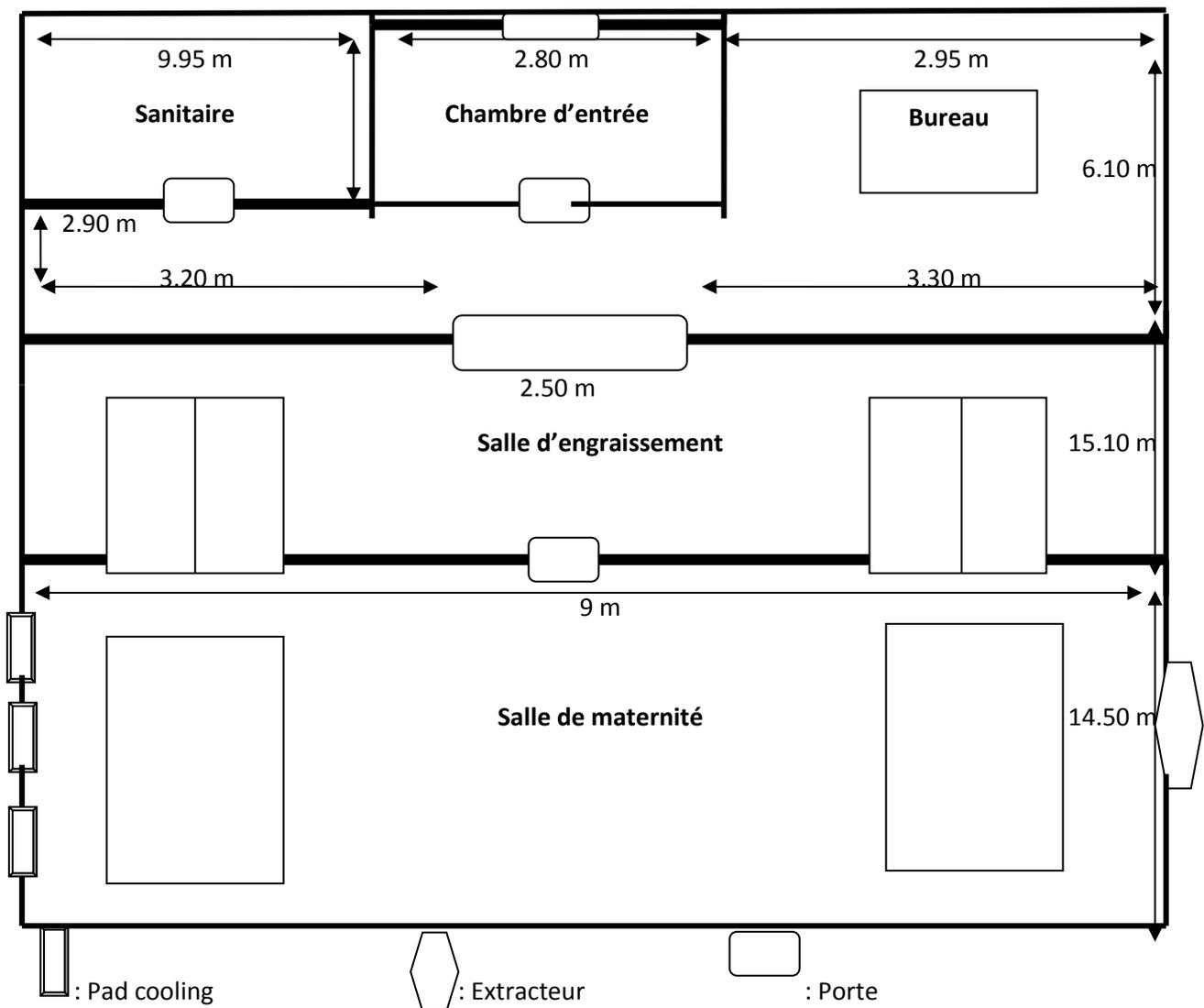


Figure 1 : Schéma général du clapier de l'ITELV

Tableau 20 : Composition centésimale de l'aliment en matières premières

Matière	Luzerne	Mais	Son de blé	Tourteau de soja	Orge	CMV
%	44	4	21	8	20	3

II.4. Conduite de l'élevage

Après 32 ± 3 jours de vie, les lapins sevrés de la 6^{ème} génération (les données relatives aux 4^{ème} et 5^{ème} générations sont antérieures et nous ont été fournies par l'ITELV) sont transférés à la salle d'engraissement suite à une pesée individuelle, suivie d'une identification des sujets par tatouage à l'oreille.

Les lapereaux sevrés sont installés dans des cages collectives par fratrie. Par la suite, ils sont pesés une fois par semaine en fonction de leur date de sevrage, à heure fixe (entre 9h et 11 h), de la 5^{ème} à la 11^{ème} semaine.

Lapereaux reçoivent *ad libitum* un aliment granulé de type standard. L'eau est fournie à volonté par des abreuvoirs automatiques.

II.5. Analyses chimiques de l'aliment

Les analyses chimiques de l'aliment utilisé, réalisées au département des productions animales de l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique (ENSA), portent sur la détermination des taux de matière sèche, de matières azotées totales, de matières grasses, de matières minérales et de cellulose brute. Les méthodes d'analyses sont celles décrites par l'INRA (1981) :

- La teneur en matière sèche est déterminée conventionnellement par le poids des aliments après dessiccation dans une étuve à air réglée à $105^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ durant 24 heures.
- L'azote total est dosé par la méthode de Kjeldahl
- La teneur en matières minérales est déterminée par l'incinération et destruction de la matière organique au four à moufle
- Les matières grasses sont extraites à l'aide de l'éther de pétrole au Soxhlet.
- La teneur en cellulose brute est déterminée par la méthode de Weende.

II.6. Méthodes de calcul

II.6.1. Les paramètres de croissance

- **Le poids vif (g)** : Il est déterminé par la pesée individuelle des lapereaux une fois par semaine en fonction de leur date de sevrage, à heure fixe (entre 9h et 11 h), de la 5^{ème} à la 11^{ème} semaine.
- **Le gain moyen quotidien (g/j)** : Il représente le gain de poids moyen quotidien. Il est déduit par le calcul des poids vifs hebdomadaires des lapereaux à partir de la 5^{ème} à la 11^{ème} semaine.

$$\text{GMQ} = (\text{Poids vif final} - \text{Poids vif initial}) / \text{Nombre de jours}$$

- **Le taux de mortalité :**

$$M (\%) = (\text{Nb de sujets sevrés} - \text{Nb de sujets à la fin de l'engraissement}) / \text{Nb de sujets sevrés}$$

II.6.2. Les paramètres génétiques

Les formules appliquées pour l'évaluation des paramètres génétiques sont les suivantes :

- **Corrélations (r)**

La corrélation entre deux caractères chez un même individu est déterminée à l'aide de la formule de Pearson-Bravais :

$$r_{XY} = \frac{\Sigma xy - \frac{\Sigma x \cdot \Sigma y}{n}}{\sqrt{\left(\Sigma x^2 - \frac{(\Sigma x)^2}{n}\right) \cdot \left(\Sigma y^2 - \frac{(\Sigma y)^2}{n}\right)}}$$

X = Performances du premier jour

Y = Performances du deuxième caractère mesuré sur le même individu

n = Nombre d'individu

Selon Minvielle (1990), la lecture de la corrélation se fait comme suit :

- ✓ $r < 0,4$: la corrélation est dite faible
- ✓ $0,4 \leq r \leq 0,7$: la corrélation est dite moyenne
- ✓ $0,7 \leq r \leq 0,9$: la corrélation est dite forte
- ✓ $r > 0,9$: la corrélation est dite très forte

➤ **Indexation**

Il s'agit de calculer les valeurs génétiques additives (VGA) individuelles afin de choisir les meilleurs géniteurs pour la future génération sur les critères poids à 5 semaines, poids à 11 semaines et gain moyen quotidien du sevrage à l'abattage selon la formule suivante :

$$\hat{A} = (X_i - \bar{X}) / \sigma$$

X_i : Valeur phénotypique individuelle

\bar{X} : Moyenne de la performance de la G6

σ : Ecart type

La lecture se fait de la manière suivante :

$\hat{A} = 0$: l'index indique que la valeur génétique additive est à la moyenne de la population.

$\hat{A} < 0$: l'index indique que la valeur génétique additive est inférieure à la moyenne de la population.

$\hat{A} > 0$: l'index indique la valeur génétique additive est supérieure à la moyenne de la population.

- \hat{A} est un multiple de 3, le géniteur représente 1% de sa population.

- \hat{A} est un multiple de 2, le géniteur représente 5% de sa population.

- \hat{A} est un multiple de 1, le géniteur représente 32% de sa population.

➤ **Progrès génétique**

Le progrès génétique ou la réponse à la sélection, est calculé selon Minvielle (1990) et Bonnes *et al.* (1991) de la manière suivante :

$$E = P (Gn + 1) - P (Gn)$$

P : Progrès génétique

Gn : Génération parentale

Gn + 1 : Génération des descendants

II.7. Analyses statistiques

Les moyennes, les écarts types, les valeurs minimales et les valeurs maximales, les corrélations ainsi que les indexations ont été calculés avec le logiciel SPSS Statistics (Version 2.0).

III. Résultats et discussion

III.1. Caractéristiques nutritionnelles de l'aliment granulé

L'examen du tableau 21 qui rapporte les résultats de l'analyse de la composition chimique de l'aliment utilisé montre que l'apport moyen en matières azotées totales (12,48%) se révèle plus faible que celui recommandé par Ouhayoun (1990) et Maertens (1996) qui préconisent un taux de 16% pour les lapins en engraissement. Il en est de même pour la teneur en cellulose brute qui s'établit à seulement 11,25% alors que la teneur recommandée par Maertens (1996) s'élève à 14,5%. Toutefois, ce taux peut être considéré comme acceptable selon Ouhayoun (1990) qui estime qu'un taux de cellulose brute de 10 à 14% est suffisant en élevage cunicole.

Enfin, la teneur moyenne en matières grasses enregistrée (4,60%) est conforme à la recommandation de Maertens (1996) qui situe ce taux entre 3 et 5%.

Tableau 21 : Composition chimique de l'aliment granulé

	Aliment utilisé (%)	Recommandation en % Maertens (1996)
Matière sèche	88,35	89-90
Matières minérales	6,6	7-8
Cellulose brute	11,25	14,5
Matières grasses	4,60	3-5
Matières azotées totales	12,48	16

III.2. Performances de croissance

III.2.1 Evolution du poids vif

Les poids moyens des portées et individuelles des 4^{ème}, 5^{ème} et 6^{ème} générations à la naissance (J0), au sevrage (J35) et à l'abattage (77J) sont consignés dans le tableau 22

III.2.1.1. Poids des portées à la naissance, au sevrage et à l'abattage

A la naissance (J0), les poids moyens des portées des 4^{ème}, 5^{ème} et 6^{ème} générations sont similaires avec respectivement 428,48±132,40, 425,25±136,82 et 425,22±144,46g.

Ces valeurs sont légèrement inférieures à celles observées pour les générations précédentes de la même souche par Gacem et *al.* (2009) (459g) et Zerrouki et *al.* (2014) (452,4g).

Elles sont en revanche plus élevées que celles rapportées aussi bien pour la population locale que pour la population blanche.

Pour la population locale, Zerrouki et *al.* (2007), Gacem et *al.* (2009), Cherfaoui-Yami (2015) et Abdelli-Larbi (2016) enregistrent respectivement les valeurs de 296, 357, 343 et 395,71g.

Pour la population blanche, Gacem et *al.* (2009) et Zerrouki et *al.* (2014) rapportent respectivement 409 et 399,3g. Les poids moyens des portées à la naissance des 4^{ème}, 5^{ème} et 6^{ème} générations sont comparables à ceux observés dans les conditions d'élevage en Egypte par Iraqi et *al.* (2006) sur la race pure égyptienne Gabali et sur la souche Néo-Zélandaise, soit respectivement 422 et 429,4g.

Au sevrage (J35), si les poids des portées de la 5^{ème} (4084,95±1425,67g) et de la 6^{ème} génération (4020,34±1122,97g) demeurent comparables, ils se révèlent par contre plus élevés que celui obtenu pour la 4^{ème} génération avec seulement 3360,36±900,15g.

Sur la population locale, Belhadi et *al.* (2002) rapportent des poids de portée au sevrage (à 30 jours) largement plus faibles que ceux constatés pour les 5^{ème} et 6^{ème} générations mais assez proches de la valeur affichée par la 4^{ème} génération, soit 3283g.

Sur la souche Papillon Anglais, Bolet et *al.* (2001) signalent quant à eux des poids de portées nettement plus faibles (2960g). Selon Matheron et Rouvier (1978) et De Rochambeau (1989), le poids total moyen des lapereaux au sevrage résulte des effets génétiques directs et maternels.

A l'abattage (J77), la supériorité des poids moyens de portées affichée à la naissance et au sevrage par les 5^{ème} et 6^{ème} génération persiste avec cependant un léger avantage pour la 5^{ème} génération qui enregistre un poids moyen de portée de 10298,06±4295,95g contre 10073,51±4000,77 et 7999,33±3161,57g respectivement pour la 6^{ème} et la 4^{ème} génération.

III.2.1.2. Poids individuels à la naissance, au sevrage et à l'abattage

Les poids moyens individuels à la naissance (J0) des lapereaux de la 5^{ème} et de la 6^{ème} génération sont comparables avec respectivement 52,04±11,96 et 51,97±13,07g et se révèlent légèrement supérieurs à celui observé pour la 4^{ème} génération qui s'établit à 50,31±9,66g.

Pour les générations précédentes, Gacem et *al.* (2009) rapportent un poids moyen individuel des lapereaux à la naissance de 54g. Celui-ci est ainsi légèrement plus élevé que celui enregistré par chacune des 3 générations.

Pour la population blanche, ces mêmes auteurs signalent un poids moyen individuel également plus élevé (62g).

Par contre, les poids affichés par les lapereaux des 3 générations (G4, G5 et G6) se révèlent légèrement plus importants que ceux constatés par Moulla et Yakhlef (2007) et Zerrouki et *al.* (2014) pour les lapereaux de la population locale avec respectivement 49,28 et 49,40g.

Ainsi, globalement, il apparaît que le poids des lapereaux à la naissance est sensiblement amélioré par l'effet croisement.

Au Maroc, sur une population locale, Jaouzi et *al.* (2004) obtiennent à la naissance des lapereaux de 75g. Cette performance est plus élevée que celle rapportée par Gidenne et *al.* (2013) pour les souches sélectionnées, soit 75g. Par contre, au Liban, Hajj et *al.* (1998) obtiennent un poids moyen individuel à la naissance de 45g pour le lapin local. En Egypte, Saleh et *al.* (2005) enregistrent une valeur encore plus faible pour le lapin Baladi Black, soit 40,3g.

Selon Matheron et Rouvier (1979), l'expression du poids du jeune lapereau à la naissance est également déterminée d'une part, par son propre potentiel de croissance, appelé effet direct, et d'autre part, par l'influence de sa mère.

Le poids individuel au sevrage (J35) des lapereaux de la 6^{ème} génération s'établit à 574,92±141,45g. Cette valeur est supérieure à celle affichée par la 5^{ème} génération (565,98±162,66g) et surtout par la 4^{ème} génération (473,50±123,12g). Toutefois, les poids obtenus pour les 3 générations (G4, G5 et G6) sont plus élevés que ceux enregistrés par Lounaouci-Ouyed et *al.* (2009) sur des lapereaux de la population locale à l'âge de 35 jours (464g). Néanmoins, la meilleure performance qui est à l'actif de la 6^{ème} génération avec un poids de 574,92±141,45g à la naissance reste légèrement plus faible que celle observée par Moulla (2006) sur la population locale, soit 579,39g, ce qui montre que malgré une évolution positive des poids au sevrage, il semble qu'il n'y a pas eu de sélection sur le critère poids au sevrage ou que probablement, la faible production laitière n'a pas permis aux lapereaux d'extérioriser leur potentiel génétique.

Ainsi, les poids individuels obtenus à 35 jours d'âge sur les lapereaux de la 4^{ème} génération et dans une moindre mesure de la 5^{ème} et de la 6^{ème} générations apparaissent assez modestes en comparaison avec le poids de 599g rapporté par Belhadi et *al.* (2002) pour des lapereaux de la population blanche à 30 jours d'âge.

Les valeurs obtenues apparaissent également plus faibles que celles constatées chez les souches sélectionnées pour leur performance de croissance.

En effet, En Italie, Lazzaroni et *al.* (1999) rapportent un poids au sevrage de 946g chez le lapin local. De même, Bolet et *al.* (2001) observent au sevrage un poids de 826 et 952g respectivement pour la souche c 77 et le lapin argenté de Champagne.

A l'abattage (J77), le poids moyen des lapereaux de la 6^{ème} génération atteint 1711,29±311,65g. Cette moyenne se révèle sensiblement comparable à celle obtenue pour la 5^{ème} génération (1798,39±625,49g mais reste largement supérieure à celle des lapereaux de la 4^{ème} génération (1452,11±265,91g). Les poids moyens individuels des lapereaux de la 5^{ème} et de la 6^{ème} génération s'avèrent ainsi plus élevés que les mesures effectuées d'une part, par Gacem et al. (2009) sur les générations précédentes de la même souche (1562 et 1534g), et, d'autre part, par Zerrouki et al. (2008) sur les lapins de la population blanche (1579g).

Chez la population locale, Chaou (2006) obtient des poids moyens de 1432,23±277,43 et 1781,43±314,18g respectivement à 11 et 13 semaines d'âge.

Le croisement génétique entre la lapine locale et la souche INRA2666 a permis ainsi de réduire la durée d'élevage de 2 semaines en moyenne. Cependant, à l'abattage, nos animaux demeurent plus légers que les lapins d'origine Californienne âgés de 77 jours élevés en Tunisie (Ben Rayan et al., 2009).

Les coefficients de variation liés aux poids sont importants ce qui témoigne incontestablement d'une grande hétérogénéité entre les individus.

Tableau 22 : Poids moyens individuels et par portée des 4^{ème}, 5^{ème} et 6^{ème} générations

Gn	Poids vif (g)					
	Portée			Individuel		
	Naissance	Sevrage (35j)	Abattage (77j)	Naissance	Sevrage (35j)	Abattage (77j)
G4	428±132,40 (30,90%)	3360,36±900,15 (26,79%)	7999,33±3161,57 (39,52%)	50,31±9,66 (19,20%)	473,50±123,12 (26%)	1452,11±265,91 (18,31%)
G5	425,25±136,82 (32,17%)	4084,95±1425,67 (34,90%)	10298,06±4295,95 (41,72%)	52,04±11,96 (22,98%)	565,98±162,66 (28,34%)	1798,39±625,49 (34,78%)
G6	425,22±144,46 (26,92%)	4020,34±1122,97 (27,93%)	10073,51±4000,77 (39,72%)	51,97±13,07 (25,15%)	574,92±141,45 (24,60%)	1711,29±311,85 (18,22%)

Les valeurs entre parenthèses représentent les coefficients de variation

L'examen de la figure 2 qui rapporte la distribution normale du poids au sevrage laisse apparaître un poids minimum de 200g qui peut être jugé trop insuffisant et un poids maximum de 1000g qui peut correspondre à des individus à bonne aptitude de croissance.

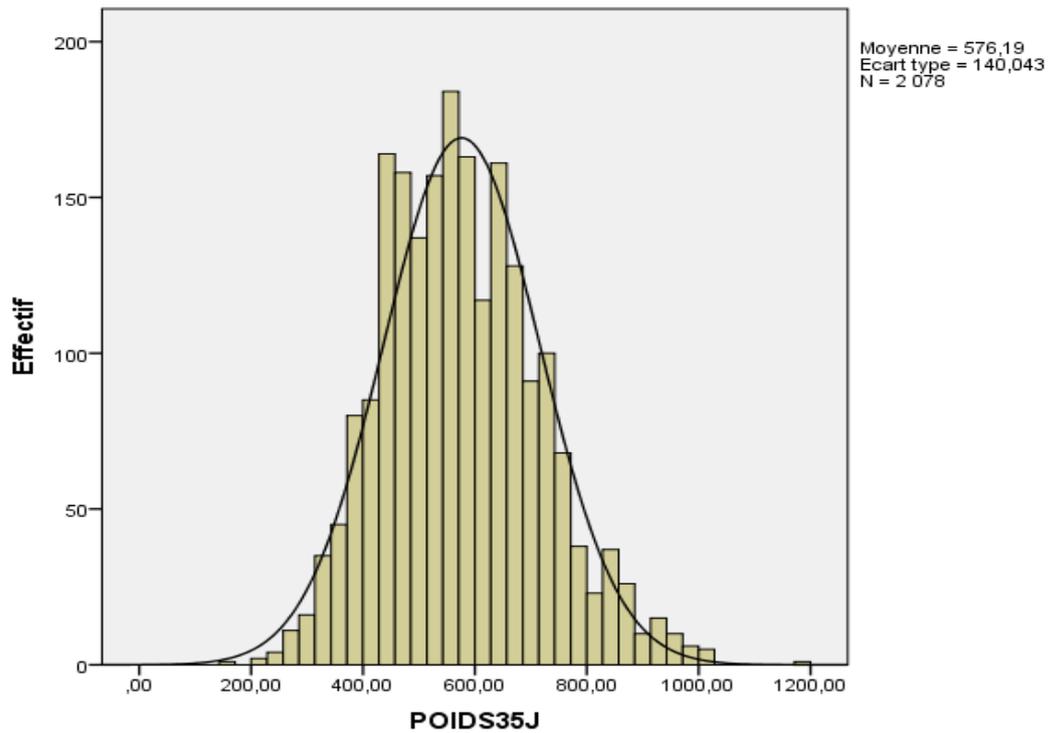


Figure 2 : Distribution des poids au sevrage

La distribution des poids à l’abattage (Figure 3) montre l’existence de lapereaux aux poids minimum de moins 1000g qui devraient être éliminés par la sélection et des lapereaux aux poids maximum de plus de 25000g qu’il faudrait essayer d’atteindre par le choix de géniteurs à index élevé.

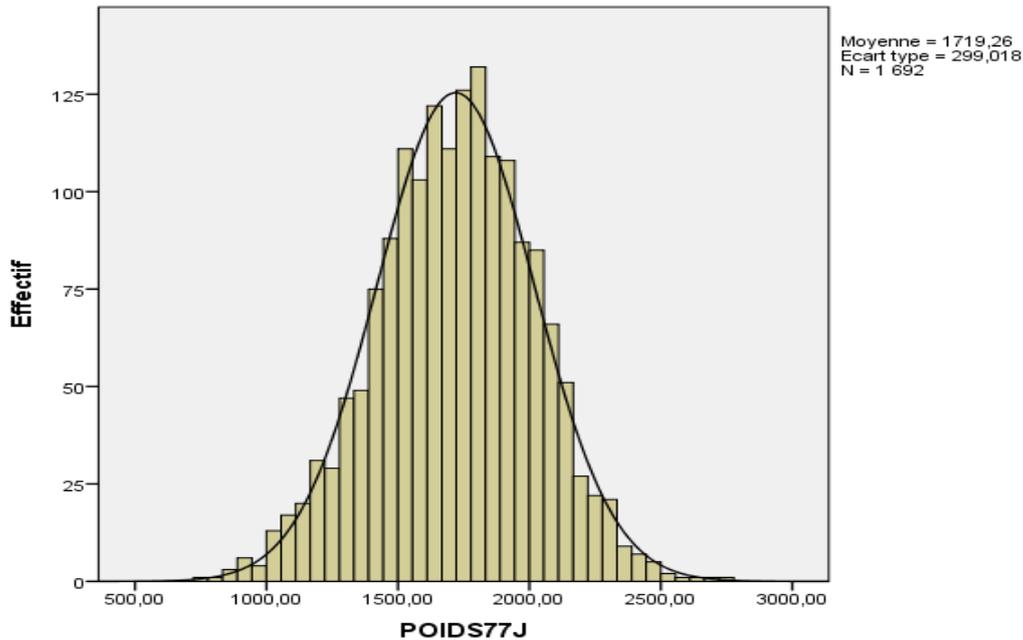


Figure 3 : Distribution des poids à l'abattage

III.2.2. Evolution du gain moyen quotidien (GMQ)

III.2.2.1. Evolution du gain moyen quotidien naissance – sevrage

Le gain moyen quotidien naissance –sevrage des lapereaux de la 6^{ème} génération qui s'établit à $12,45 \pm 5,04$ g est similaire à celui de la 5^{ème} génération ($12,24 \pm 4,90$ g). Il est par contre plus élevé que celui affiché par les lapereaux de la 4^{ème} génération ($10,07 \pm 3,02$ g) (Tableau 23). Selon Ouhayoun (1978), la croissance du jeune lapereau dépend fortement du milieu maternel : la taille de la portée et l'aptitude de la lapine à couvrir les besoins de ses petits en quantité et en qualité.

III.2.2.2. Evolution du gain moyen quotidien sevrage - abattage

En post sevrage, la plus faible vitesse de croissance est à l'actif de la 4^{ème} génération avec $22,55 \pm 5,26$ g (Tableau 23).

Cette vitesse de croissance rejoint le niveau atteint par les lapins de population blanche (23,55g) rapporté par Gacem et *al.* (2009) mais reste sensiblement plus faible que celle indiquée par ces mêmes auteurs pour les lapereaux des générations précédentes de la même souche. Les lapereaux de la 6^{ème} génération dont la vitesse de croissance affichée durant la période naissance –croissance est sensiblement identique à celle des lapereaux de la 5^{ème} génération enregistrent contre toute attente un gain moyen quotidien plus faible, soit $26,91 \pm 6,28$ g contre $29,20 \pm 13,93$ g pour les lapereaux de la 5^{ème} génération.

Les valeurs enregistrées sur les lapereaux de la 6^{ème} et surtout de la 5^{ème} génération sont comparables à celles observées par Zerrouki *et al.* (2007), Zerrouki *et al.* (2008) et Benali *et al.* (2011) sur les lapins de population blanche avec respectivement 28,7, 28,3 et 28,4g.

Ces valeurs se révèlent cependant plus élevés que celles rapportées d’une part, par Gacem *et al.* (2009) sur les générations précédentes de la même souche, soit 24g, et d’autre part, par Berchiche (2000), Moulla (2006), Ouyed *et al.* (2007) et Bouguerra (2011) chez la population locale avec respectivement 21,22, 20,44, 22, et 24,38g.

Les modestes gains de poids obtenus sont probablement à mettre, en partie, en relation avec le déséquilibre nutritionnel de l’aliment distribué qui limite la consommation ce qui provoque la réduction de la croissance des animaux. En effet, l’utilisation d’un aliment mal équilibré ne permet pas aux animaux de bénéficier pleinement de leur potentiel génétique. Ainsi, en améliorant la qualité nutritionnelle de l’aliment (utilisation d’un aliment fermier à la place de l’aliment commercial), des vitesses de croissance plus importantes ont été enregistrées sur les sujets de population locale par Berchiche et Kadi (2002) (30g/j), Lakabi-Ioualitène *et al.* (2008) (27,98g/j) et Kadi *et al.* (2011) (38g). L’utilisation d’un aliment expérimental, mieux équilibré sur le plan nutritionnel a permis également à Lebas et Gacem et Bolet (2005) et à Lebas *et al.* (2012) d’enregistrer, sur les lapereaux des premières générations de la même souche des vitesses de croissance comparables à celles observées pour la 5^{ème} génération, soit 29,0 et 29,2g.

Tableau 23 : Valeurs des GMQ des 4^{ème}, 5^{ème} et 6^{ème} générations

Gn	GMQ (g/j)	
	Naissance - sevrage	Sevrage – abattage
G4	10,07 ± 3,02 (30%)	22,55 ± 5,26 (23,32%)
G5	12,24 ± 4,90 (40,03%)	29,20 ± 13,93 (47,70%)
G6	12,45 ± 5,04 (40,48%)	26,91 ± 6,28 (23,34%)

Les valeurs entre parenthèses représentent les coefficients de variation.

La figure 4 qui rapporte la distribution normale du GMQ naissance-sevrage laisse apparaître un GMQ de 20g/j. Ce gain est insuffisamment élevé pour la période pré sevrage pour permettre le choix des lapereaux à bonne aptitude de croissance.

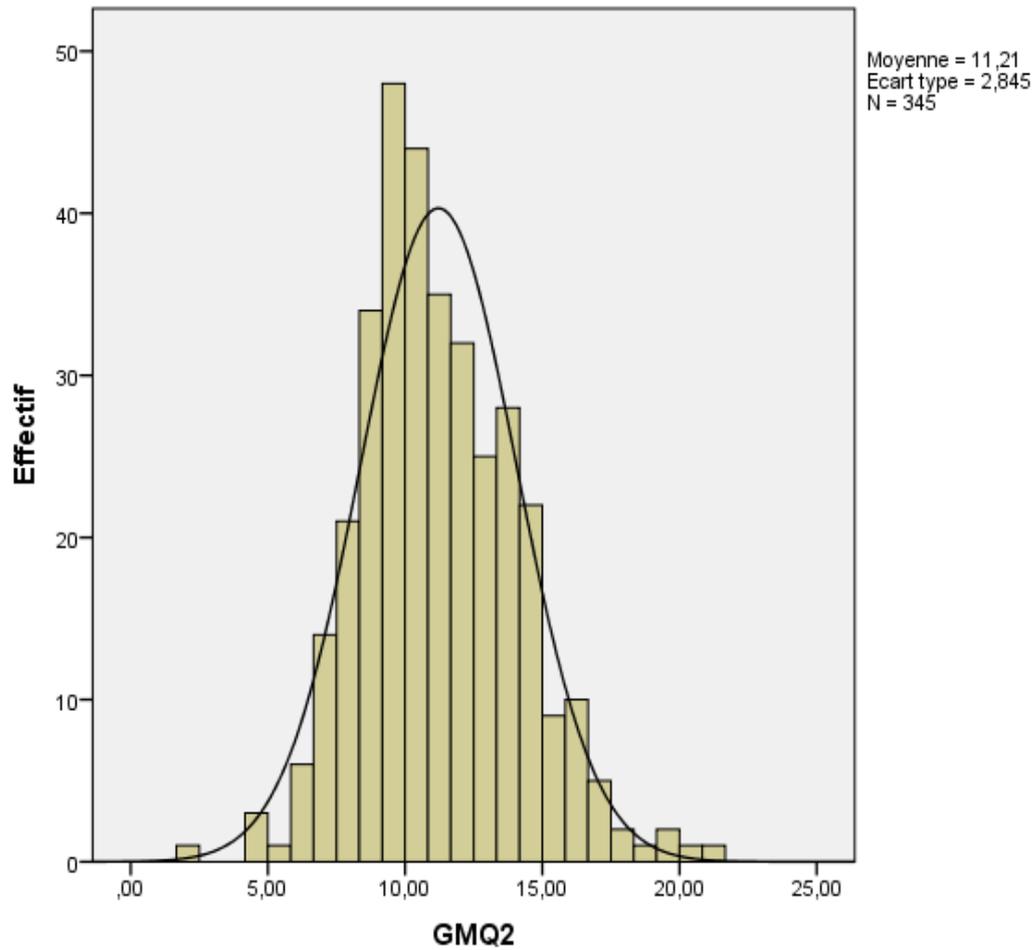


Figure 4 : Distribution du GMQ naissance – sevrage

La figure 5 qui illustre la distribution normale du GMQ sevrage – abattage contre un GMQ de plus de 40g/j. Selon Mefti-Korteby (2012), ce gain correspond aux normes du lapin sélectionné de format moyen qui dépasse les 40g/j.

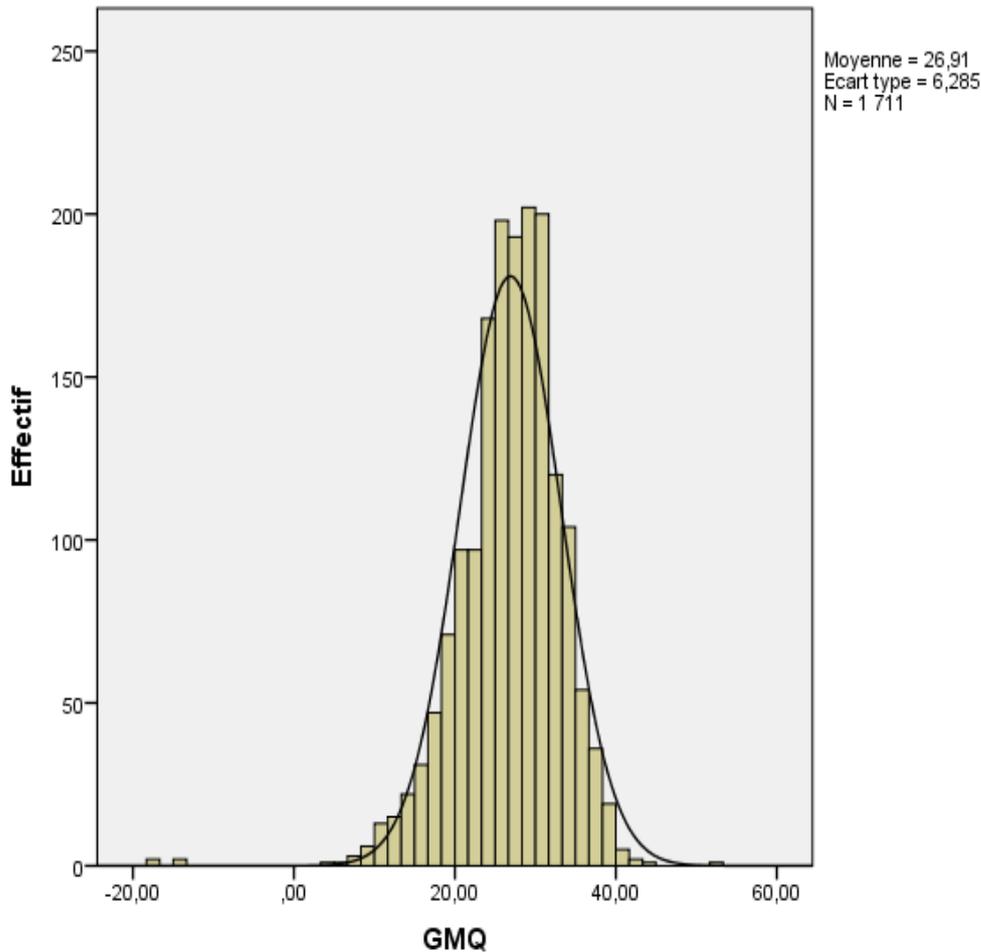


Figure 5 : Distribution du GMQ sevrage – abattage

III.2.3. Taux de mortalité

III.2.3.1. Naissance – sevrage

Les taux de mortalité naissance - sevrage des lapereaux de la 5^{ème} (26,20%) et de la 6^{ème} génération (26%) sont similaires. Ces taux, considérables, restent néanmoins moins élevés que celui relevé pour les lapereaux de la 4^{ème} génération, soit 30,23%. Toutes ces valeurs sont largement supérieures à celle rapportée par Gacem et *al.* (2009) sur les générations précédentes de la même souche (17,5%).

Les taux de mortalités observés se situent dans l'intervalle des résultats compris entre 12,2 et 37,3% relevés sur la population locale par plusieurs auteurs : Zerrouki et *al.* (2005) (13,3%), Moulla (2006) (35%), Saidj (2006) (37,3%), Zerrouki et *al.* (2005) (15,7%), Sid (2010) (35,3%), Fellous et *al.* (2012) (12,2%), Cherfaoui –Yami (2015) (16,77%). Les taux de mortalité enregistrés sont particulièrement élevés sachant que la limite tolérée dans un élevage rationnel est selon Lebas (1991) de 10%.

En moyenne, dans notre élevage, les taux de mortalité avant le sevrage atteignent un peu plus du triple de la valeur de 8% rapportée par Coutelet (2013) pour les élevages rationnels français. Cette forte mortalité durant la période pré sevrage serait probablement liée au nombre insuffisant de télines chez les femelles prolifiques. Saidj (2006) rapporte en effet que le nombre de tétons le plus fréquent (64% des femelles) est de 8.

De ce fait, un écart de poids entre les lapereaux avant le sevrage peut conduire à la perte des plus petits. Par conséquent, les plus gros lapereaux présentent une meilleure survie.

III.2.3.2. Sevrage – abattage

En pot sevrage, le taux de mortalité calculé pour la 6^{ème} génération s'établit à 18,13% (Tableau 24). Cette valeur est supérieure à celle obtenue pour les lapereaux de la 5^{ème} génération (13,35). Elle est en revanche nettement inférieure à celle enregistrée pour la 4^{ème} génération (30,32%). Gacem et *al.* (2009) rapportent un taux moyen de mortalité de 25% pour les générations précédentes de la même souche (G1, G2 et G3) et un taux de 23% pour la population locale. Comparé aux taux de mortalité observés par Reniffi et Bouala (2002) chez le lapin local (9,32%) et Koehl (1979), chez le lapin amélioré (9,9%) mais aussi par Rossilet (2001) dans les élevages français (10 à 15%) et en Afrique du Nord (15 à 20%), le taux de mortalité enregistré par les lapereaux de la 4^{ème} génération apparaît inhabituel.

Les principales causes de ces mortalités seraient liées à l'apparition de la gale et aux troubles digestifs dont le principal symptôme est la diarrhée. Les troubles digestifs associés à une déficience en fibres de l'aliment utilisé ont déjà été constatés par plusieurs auteurs parmi lesquels Lebas et *al.* (1991), Berchiche et *al.* (1995), Lounaouci (2001), Benali et *al.* (2011) et Bouguerra (2011).

Tableau 24 : Taux de mortalité des 4^{ème}, 5^{ème} et 6^{ème} générations de la naissance à l'abattage

Gn	Taux de mortalité (%)	
	Naissance - sevrage	Sevrage -abattage
G4	30,23	32,32
G5	26,20	13,35
G6	26	18,13

III.3. Paramètres génétiques de croissance

III.3.1. Etude des coefficients de corrélation

Les valeurs des corrélations entre les différents paramètres de croissance de la souche synthétique ITELV2006 à la 6^{ème} génération sont consignées dans le tableau 25.

III.3.1.1. Entre le poids au sevrage et le poids à l'abattage

La corrélation entre le poids au sevrage et le poids à l'abattage est de +0,61**. Elle est positive, moyenne et très significative. Cette corrélation est de + 0,72** pour la population locale (Mefty-Korteby, 2012).

Porter un choix sur le poids au sevrage offre ainsi de fortes chances de retrouver ces individus sélectionnés à un poids fortement élevé à l'abattage.

III.3.1.2. Entre le poids au sevrage et le GMQ

La corrélation entre le poids au sevrage et le gain moyen quotidien (GMQ) s'établit à +0,21**. Elle est positive, faible et très significative. Les lapereaux à poids élevé au sevrage ne présentent pas les meilleurs gains moyens quotidiens. Pour la population locale, cette corrélation est de +0, 53** (Chaou, 2006). Ce constat devrait conduire à pratiquer une sélection obligatoirement simultanée sur le poids au sevrage et le gain moyen quotidien (GMQ) afin d'obtenir des individus sélectionnés pour les 2 critères à la fois.

III.3.1.3. Entre le poids à l'abattage et le GMQ

La corrélation entre le gain moyen quotidien (GMQ) et le poids à l'abattage est de +0,90**. Cette corrélation est positive, très forte et très significative. Si le gain moyen quotidien (GMQ) augmente, le poids à l'abattage augmente également. Dans ce cas, on peut pratiquer une sélection indirecte mais tardive. Pour la population locale, Mefty Korteby (2012) montre que porter un choix sur le poids vif à l'abattage ($r = +0,72^{**}$) est plus rentable que le choix sur le gain moyen quotidien ($r = +0,50^{**}$).

Tableau 25 : Valeurs des corrélations entre les critères de croissance

Critères	Poids au sevrage	Poids à l'abattage	GMQ
Poids au sevrage		+ 0,61**	+ 0,21**
Poids à l'abattage	+ 0,61**		+ 0,90 **
GMQ	+ 0,21**	+ 0,90 **	

*Corrélation très significative ** à $P \leq 1\%$*

III.3.2 Estimation de la valeur génétique additive

III.3.2.1. Interprétation de l'indexation

Indexer consiste à obtenir la valeur génétique additive car les caractères quantitatifs sont polygéniques à effets additifs.

Un géniteur ne transmet pas à sa descendance sa valeur génotypique (constituée de la valeur génétique additive, des effets de dominance et des effets d'épistasie) mais uniquement la moitié de sa valeur génétique additive. L'autre moitié provient de l'autre parent pour reconstituer la valeur génotypique dont la composante est héritable (valeur génétique additive) et non héritable (effets de dominance et effets d'épistasie).

L'index est l'estimé \hat{A} de la valeur génétique additive A d'un individu à un moment donné. C'est un outil de classement des candidats à la sélection. Sa présentation est généralement standardisée avec une moyenne égale à 0 ou 100 (Jussiau et *al.* 2006).

L'index 0 indique que le géniteur porteur d'une telle valeur représente la moyenne de la population. Son choix mène à garder des valeurs moyennes de la population à l'état statique d'une génération à l'autre.

L'index positif indique que le géniteur mène la moyenne de la population vers un dynamisme positif dit progrès génétique ou réponse à la sélection. Ce paramètre dépend de la différentielle de sélection qui n'est autre que la différence entre la moyenne des sélectionnés et la moyenne de la population. Plus la différentielle de sélection est élevée, plus est important le progrès génétique.

Parmi les index positifs :

- Index égal à + 3 : de tels géniteurs ne constituent que 1% de leur population ; ils présentent des différentielles de sélection très élevées. Leur choix est idéal pour la sélection génétique en race pure.

- Index égal à + 2 : de tels géniteurs constituent 5% de leur population ; ils présentent des différentielles de sélection élevées. Leur choix est bon pour la sélection génétique en race pure.

- Index égal à + 1 : ces géniteurs constituent 32% de leur population ; ils présentent des différentielles de sélection moyennes. Leur choix mène à un progrès génétique assez intéressant en sélection génétique en race pure.

- L'index négatif n'intéresse en aucun cas le généticien. Il est responsable d'une régression de la moyenne des performances.

III.3.2.2. Index des critères de croissance

Le tableau 26 regroupe les résultats des valeurs génétiques additives des critères de croissance de la souche ITELV2006 à la 6^{ème} génération.

Tableau 26 : Valeurs génétiques additives des critères de croissance

	N	Min	Max	Moyenne	Ecart type
Index poids vif 35 jours	2079	- 4,06	4,35	0,03	0,95
Index poids vif 77 jours	1694	- 5,49	3,27	0,02	0,96
Index GMQ sevrage-abattage	1702	- 7,04	4,07	0,02	0,99

➤ **Index du poids vif au sevrage**

Parmi les 2079 individus, 1040 sont des mâles. Parmi eux, 10 individus sont à index 3, 52 individus sont à index 2 et 332,8 à index 1. Les besoins annuels de l'ITELV ne dépassent pas 30 mâles aussi bien pour les géniteurs potentiels que pour ceux de remplacement.

On peut supposer que les 30 individus seront capables de donner des poids à l'abattage entre 800 et 1000g.

Les besoins en femelles à l'ITELV sont 5 fois plus importants que ceux des mâles. Pour 150 femelles, on suppose que 10 seront à index 1, 52 à index 2 et 88 entre index 1 et 2. Elles sont capables de donner des poids entre 600 et 1000g. Il est certain que le progrès provenant par la voie des mâles est plus important que celui ramené par la voie des femelles.

La figure 6 montre une distribution normale des valeurs génétiques additives du poids vif au sevrage avec une valeur maximale de +3,00 et une valeur minimale de -3,00.

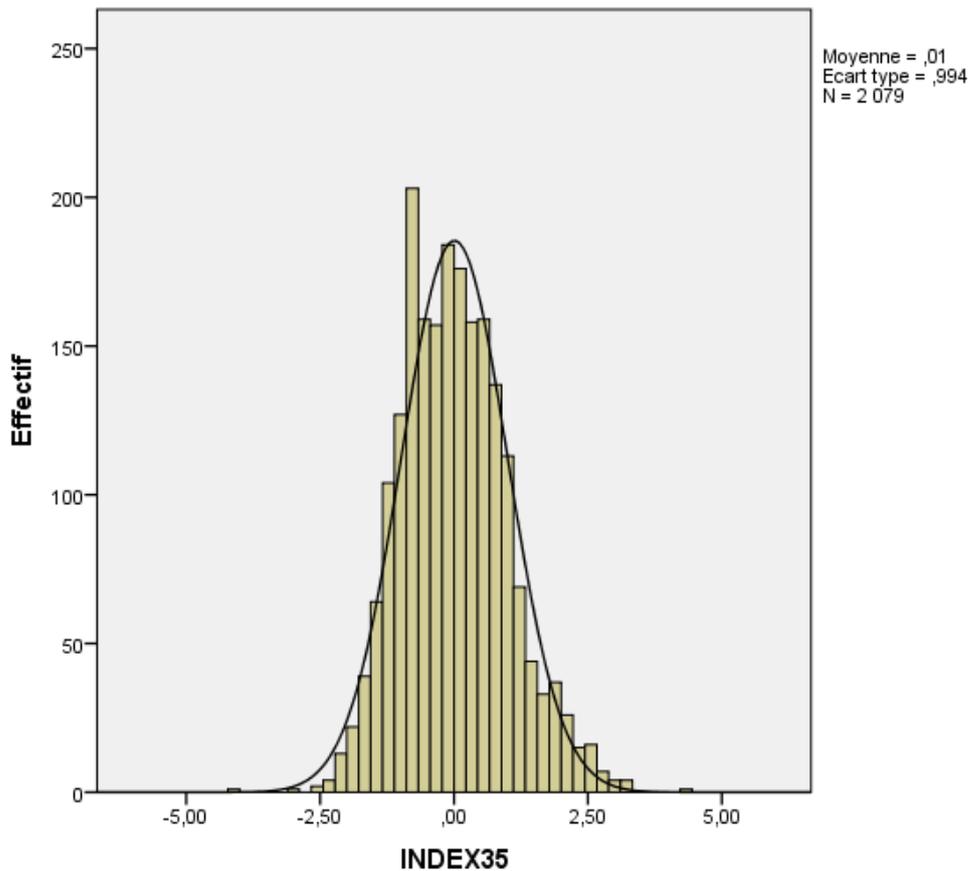


Figure 6 : Histogramme des index de poids vif au sevrage

➤ **Index du poids vif à l’abattage**

Parmi les 1694 individus arrivés à l’âge d’abattage, soit à 77 jours, 847 sont des mâles. Parmi eux, 8 individus sont à index 3, 44 individus sont à index 2 et 271 à index 1. Si on suppose que les besoins de l’ITELV en géniteurs sont de 30 males, il est certain qu’ils soient tous supérieurs à index 2. On peut supposer que les 30 individus sont capables de donner des poids à l’abattage entre 2200 et 1000g.

Les besoins en femelles à l’ITELV sont 5 fois plus importants que ceux des males. Pour 150 femelles, on aura 8 qui seront à index 1, 44 à index 2 et 98 entre index 1 et 2. Elles sont capables de donner des poids à l’abattage entre 1550g et 2500g.

L’histogramme des index par rapport au poids à l’abattage qui est rapporté par la figure 7 suit une distribution normale. Cette dernière montre des valeurs intéressantes.

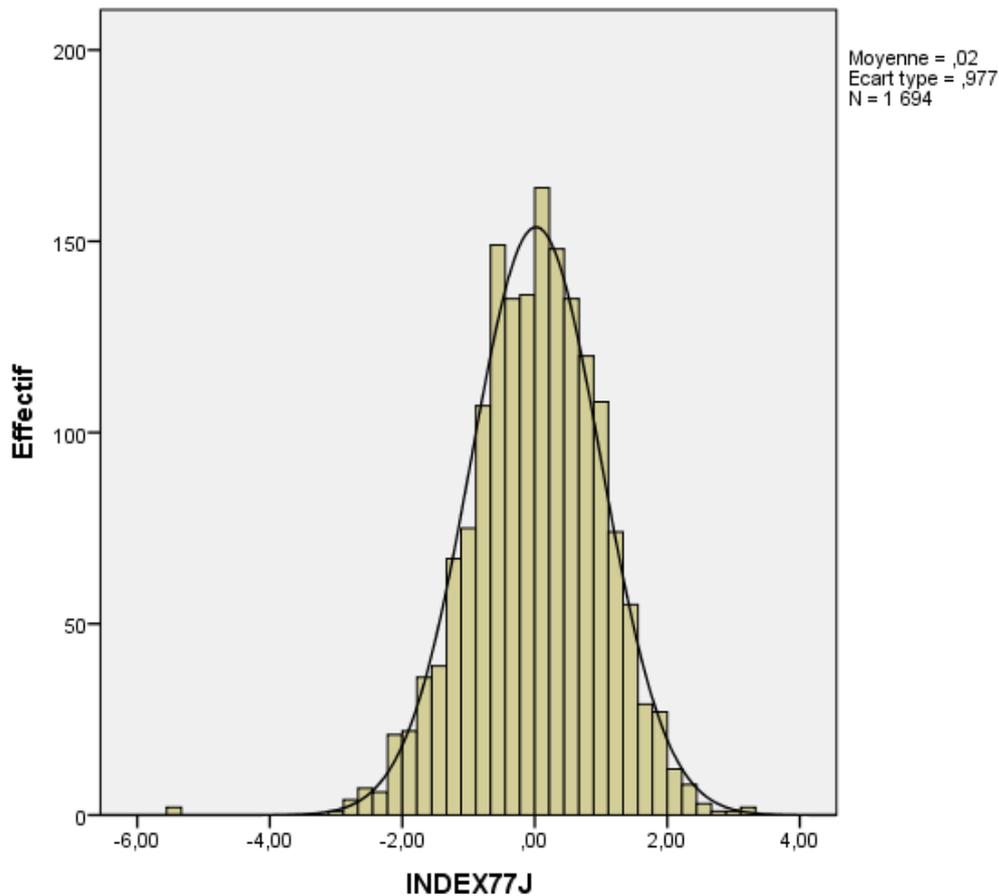


Figure 7 : Histogramme des index de poids vif à l'abattage

➤ **Index des GMQ**

Parmi les 1702 individus, 851 sont des mâles. Parmi eux, 8 individus sont à index 2,5, 43 individus sont à index 2 et 272 à index 1.

Les besoins annuels de l'ITELV ne dépassent pas 30 mâles aussi bien pour les géniteurs potentiels que pour ceux de remplacement. Les 30 individus seront capables de donner des gains moyens quotidiens qui se situeraient entre 38 et 40 g/j.

Pour 150 femelles utilisées en reproduction, on suppose que 8 seront à index 1, 43 à index 2 et 99 entre index 1 et 2. Elles sont capables de donner des gains entre 30 et 40g/j.

L'histogramme des index par rapport au GMQ (Figure 8) suit une distribution normale. L'index le plus élevé est 2,5 ; une sélection sur GMQ semble efficace et capable de donner des géniteurs à valeur génétique élevée.

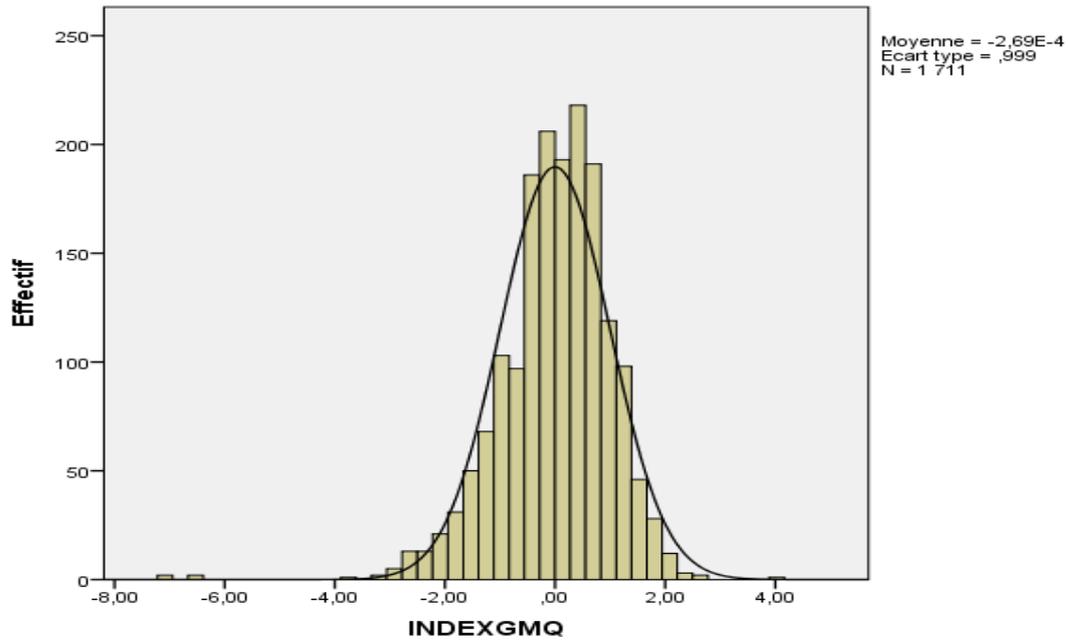


Figure 8 : Histogramme des index des GMQ

III.3.3. Cinétique du progrès génétique

Les valeurs des performances de croissance des 4^{ème}, 5^{ème} et 6^{ème} générations comparées à celles de la population locale (Moulla, 2006), des premières générations d'homogénéisation (Zerrouki et al., 2005) et des 4 premières générations de sélection (Khedim, 2013) sont consignées dans le tableau 27 et illustrées par la figure 9.

Tableau 27 : Performances de croissance comparées des 4^{ème}, 5^{ème} et 6^{ème} générations

	Poids naissance (g)	Poids sevrage (g)	Poids abattage (g)	GMQ (g)
Population locale	49,28*	579,39*	1432,23****	20,44*
F1	44±9,7**	479±177**		
F2	51,1±11,3**	626±153**		
G0		661,41***	1904,80***	29,60***
G1		499,24***	1368,14***	20,68***
G2		566,35***	1740,03***	27,95***
G3		473,53***	1453,90***	23,34***
G4	50,31±9,66	473,50±123,12	1452,11±265,91	22,55±5,26
G5	52,04±11,96	565,98±162,66	1798,39±625,49	29,20±13,93
G6	51,97±13,07	574,92±141,45	1711,29±311,85	26,91±6,28

* Moulla (2006), ** Zerrouki et al. (2005), *** Khédim (2013), **** Chaou (2006)

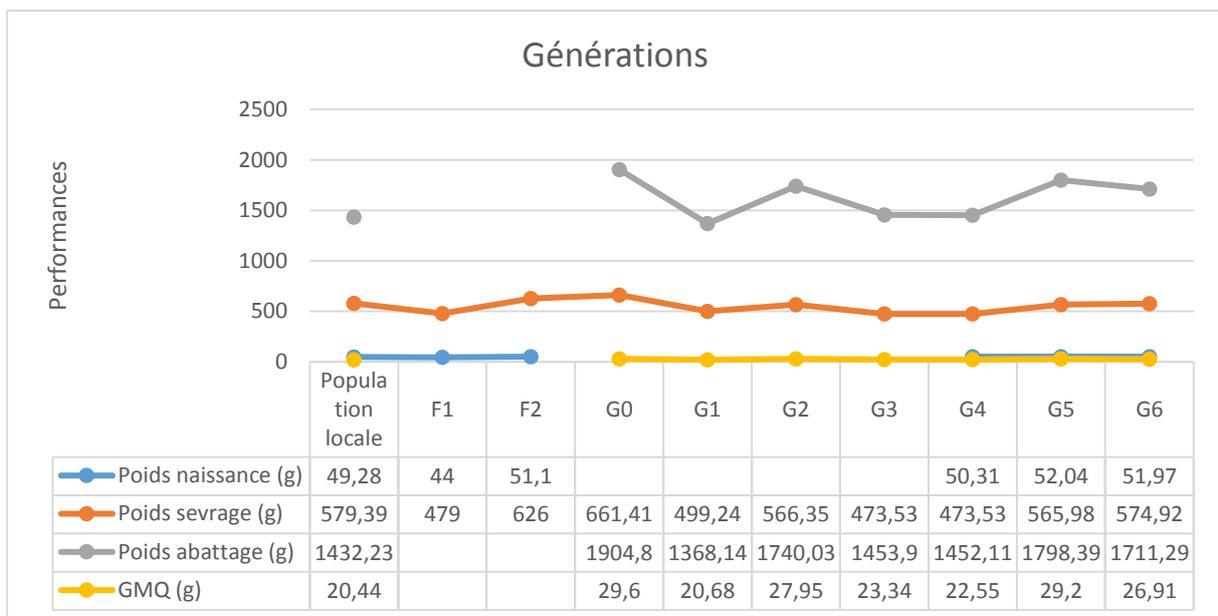


Figure 9 : Evolution comparée des performances de croissance

Les valeurs du progrès génétique pour les critères de croissance des 4^{ème}, 5^{ème} et 6^{ème} générations ainsi que des générations précédentes rapportées par Khédim (2013) sont consignées dans le tableau 28.

Un progrès génétique positif mais faible (+1,73) est observé pour le poids à la naissance des lapereaux des générations G4 et G5. En revanche, ce paramètre affiche une perte pour les 2 dernières générations (G5 et G6) (- 0,27).

Pour le poids au sevrage, un progrès génétique positif est constaté pour les générations G4/G5 et G5/G6. Celui-ci est cependant plus élevé pour les générations G4/G5 avec +92,48 contre +8,94 pour les générations G6/G5.

A l'abattage, le progrès génétique observé est positif et élevé (+346,28) pour les générations G4/G5 et négatif pour les générations G5/G6 (-87,1).

Le progrès génétique observé pour le gain moyen quotidien de la naissance au sevrage est positif mais faible pour les générations G5/G4 (+2,17) et G6/G5 (+0,21). Enfin, le progrès génétique observé pour le gain moyen quotidien du sevrage à l'abattage est positif pour les générations G5/G4 (+6,65) et négatif pour les générations G6/G5 (-2,29).

Les progrès génétiques rapportés par Khédim (2013) pour les générations précédentes s'établissent comme suit :

- Pour le poids au sevrage : -162,17, +67,11, -92,82 et +92,44 pour respectivement les générations G1/G0, G2/G1, G3/G2 et G4/G3.
- Pour le poids à l'abattage : -536,66, +286,13, -293,15 et +326,48 respectivement pour les générations G1/G0, G2/G1, G3/G2 et G4/G3.
- Pour le gain moyen quotidien du sevrage à l'abattage : -8,92, +7,27, -461 et +7,57 respectivement pour les générations G1/G0, G2/G1, G3/G2 et G4/G3.

Ces critères évoluent donc aléatoirement d'une génération à l'autre (Figure 10). A l'origine, on peut incriminer le choix des géniteurs et/ou l'aliment qui ne correspond probablement pas aux exigences de cette souche.

Tableau 28 : Progrès génétique des performances de croissance de la souche synthétique

Gn	Progrès Génétique				
	Poids (g)			GMQ (g)	
	Naissance	Sevrage	Abattage	Naissance-sevrage	Sevrage-abattage
G1/G0*		-162,17	-536,66		
G2/G1*		+67,11	+286,13		
G3/G2*		-92,82	-276,13		
G4/G3*		+92,44	+326,48		
G5/G4	+1,73	+92,48	+346,28	+2,17	+6,65
G6/G5	-0,27	+8,94	-87,1	+0,21	-2,29

Source : Khédim (2013)

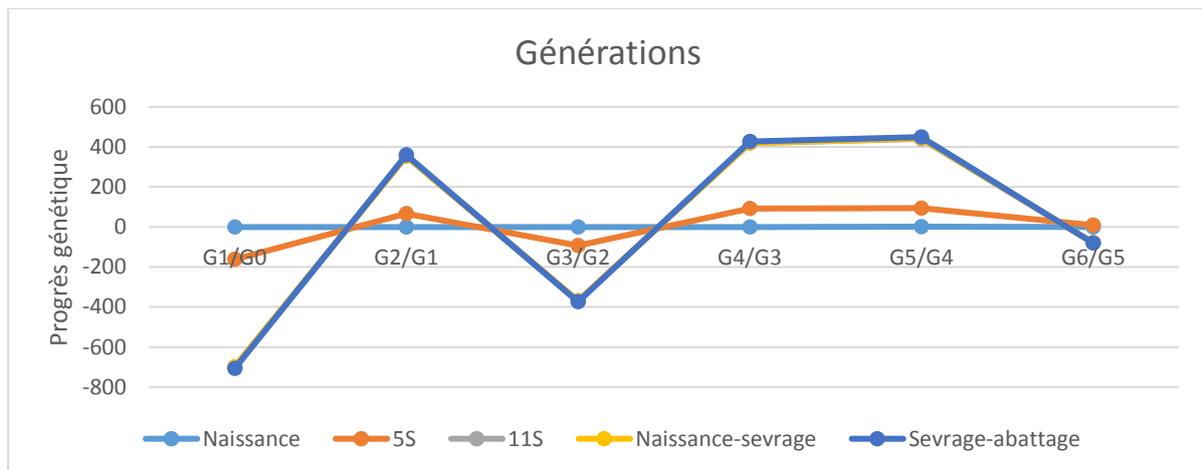


Figure10 : Evolution des progrès génétiques liés au poids à différents âges de 7 générations de sélection de la souche synthétique ITEL V2006

IV. Conclusion

Afin d'évaluer le progrès génétique des performances de croissance de la souche synthétique ITELV 2006, une analyse rétrospective a été réalisée sur les 4^{ème} et 5^{ème} générations suivie d'une étude sur la 6^{ème} génération.

A la lumière des résultats obtenus, il ressort en premier lieu que la souche synthétique a bénéficié d'une amélioration due au croisement avec la souche INRA puisque les performances enregistrées sont globalement supérieures à celles couramment rapportées pour la population locale. Les écarts types sont importants ce qui exprime une forte hétérogénéité. Les performances de croissance des lapereaux en engraissement se révèlent ainsi plus élevées que celles de la population locale. La souche synthétique présente une réduction d'âge à l'abattage de deux semaines, soit 11 semaines contre 13 semaines pour le lapin de population locale ce qui signifie qu'elle présente un meilleur gain moyen quotidien pour avoir réalisé cette performance. De meilleures performances auraient été probablement enregistrées avec un aliment mieux équilibré. Il serait donc nécessaire d'améliorer la qualité de l'aliment mais aussi d'insister sur la sélection sur index.

L'objectif de la sélection sur croissance est donc atteint puisque son objectif est soit de réduire l'âge à l'abattage ou d'augmenter le poids à un âge type.

Les taux de mortalité enregistrés pour la souche synthétique sont très élevés. Des efforts doivent donc être fournis afin d'améliorer les conditions et la conduite d'élevage.

L'étude des corrélations sur les données de croissance montre d'une part l'efficacité d'une sélection précoce sur le poids et le gain moyen quotidien et, d'autre part, qu'une sélection directe sur le gain moyen quotidien peut améliorer le poids par effet indirect ou corrélatif.

Les index des futurs géniteurs de la 6^{ème} génération se situent entre 2 et 3 ce qui leur permettra de transmettre une valeur génétique additive élevée à leurs descendants.

Le progrès génétique fluctue d'une génération à l'autre. Avec de meilleures conditions d'élevage, ces animaux auraient pu extérioriser davantage leurs potentiels génétiques.

Ce travail confirme l'intérêt de la souche synthétique, obtenue à partir du croisement entre une population locale et une souche de l'INRA (France) et ceci via l'expression des potentialités génétiques globalement nettement meilleures que celles de la population locale.

ESSAI 2 : EFFETS DU CROISEMENT DU LAPIN DE SOUCHE SYNTHETIQUE ITELV2006 AVEC LA LAPINE HYBRIDE SUR LES PERFORMANCES ZOOTECHNIQUES

I. Introduction

Le choix de la population ou de la race à exploiter est à l'origine de la réussite d'un élevage de lapins et de sa rentabilité. Ainsi, le développement de cet élevage en Algérie est étroitement lié à la disponibilité d'un matériel biologique performant et adapté aux conditions locales.

La satisfaction de cette exigence passe nécessairement par la production de femelles à haute productivité numérique et une vitesse de croissance des lapins conséquente ; la vitesse de croissance étant un paramètre économique d'importance en engraissement.

L'utilisation du croisement génétique comme instrument d'amélioration permet en effet d'exploiter les effets hétérosis, la complémentarité entre races ou populations et l'obtention de la vigueur hybride.

Les résultats relatifs aux performances de croissance obtenus sur les 4^{ème}, 5^{ème} et 6^{ème} générations de la souche synthétique ITELV 2006 mais aussi l'ensemble des résultats rapportés par quelques auteurs sur cette souche (Gacem et *al.* 2009) permettent de mettre en évidence ses qualités et ses insuffisances. Ainsi, et comparativement au lapin de population locale, sa prolificité et son poids à la saillie, à la palpation et à la mise bas sont améliorés.

Sur le plan des performances de croissance, cette souche se révèle supérieure puisque la durée d'engraissement est réduite de deux semaines. Toutefois, le poids à l'abattage ne dépasse pas les 2 kg comme souhaité. Ainsi, à 11 semaines d'âge qui coïncide avec le temps normatif d'abattage à l'étranger, l'animal a un poids vif en moyenne de 1711 g ; un poids jugé insuffisant avec des carcasses difficilement acceptables par les consommateurs. Il convient donc d'explorer toutes les voies qui puissent permettre d'améliorer davantage ces performances zootechniques.

C'est dans cette optique qu'une expérience de croisement entre la souche synthétique et la souche hybride a été exécutée au clapier du département des productions animales à l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique.

II. Matériel et méthodes

II.1. Le matériel biologique

Les animaux constituant la génération « F0 » sont issus pour les 16 femelles nullipares utilisées d'un élevage privé de Rouiba. Elles ont été acquises à un âge estimé à 3 mois et demi. Celles-ci présentent deux types de robes :

- Phénotype partiellement albinos, robe blanche à extrémités foncées (museau, manchons et queue) et yeux rouges,
- Phénotype entièrement albinos à robe entièrement blanche et yeux rouges.

Leur poids à la saillie est en moyenne de $3118,21 \pm 339,23$ g.

Les 4 reproducteurs mâles utilisés appartiennent à la 6^{ème} génération de la souche synthétique ITELV 2006. Ils proviennent de l'élevage cunicole de la station expérimentale de l'ITELV de Baba Ali. Les 4 mâles présentent différents phénotypes :

- Mâle de souche synthétique, yeux noirs, couleur la robe fauve (MSSF)
- Mâle de souche synthétique, yeux noirs, couleur la robe tachetée (MSST)
- Mâle de souche synthétique, yeux noirs, couleur la robe gris argenté (MSSG1)
- Mâle de souche synthétique, yeux noirs, couleur la robe gris argenté (MSSG2)

Leur poids moyen à la mise en reproduction est de $2748,75 \pm 347,76$ g.

Les lapereaux de la première génération (F1) issus de ce croisement sont élevés jusqu'à l'âge adulte de 4 mois. Par la suite, pour constituer la génération suivante (F2), 8 mâles de différents phénotypes et 19 lapines nullipares ont été choisis et mis en reproduction à un poids moyen respectif de $2853,32 \pm 9,42$ et $2971,03 \pm 33,12$ g.

Les phénotypes présents pour les mâles sont les suivants :

- MCAL : Mâle croisé albinos, yeux rouges, couleur de la robe entièrement blanche ou blanche à extrémités colorées (museau, pattes et queue).
- MCTA : Mâle croisé, yeux noirs, couleur de la robe tachetée ;
- MCNO : Mâle croisé, yeux noirs, couleur de la robe noire ;
- MCGR : Mâle croisé, yeux noirs, couleur de la robe grise argentée ;
- MCFA : Mâle croisé, yeux noirs, couleur de la robe fauve.

Les phénotypes observés pour les femelles sont les suivants :

- Femelle croisée albinos, yeux rouges, couleur de la robe entièrement blanche ou blanche à extrémités colorées (museau, pattes et queue) (FCAL)
- Femelle croisée, yeux noirs, couleur de la robe tachetée (FCTA)
- Femelle croisée, yeux noirs, couleur de la robe noire (FCNO)
- Femelle croisée, yeux noirs, couleur de la robe grise argentée (FCGR)
- Femelle croisée, yeux noirs, couleur de la robe fauve (FCFA)

II.2. Le bâtiment d'élevage

Le bâtiment utilisé est de type semi plein air à ambiance non contrôlée. Il est fermé par 3 murs pleins et d'une façade munie de 6 fenêtres grillagées pour assurer l'aération et l'éclairage. Le bâtiment est couvert par une toiture en fibrociment ondulé (Schéma 1).

Le clapier, d'une superficie d'environ 97 m² (23,45 m de longueur, 4,15 m de largeur et 3,45 m de hauteur) comprend une cellule pour le stockage des aliments, des produits vétérinaires et du matériel d'élevage, une cellule de maternité et d'engraissement et une cellule de maternité (Schéma 2).

- Cellules de maternité : Les 16 reproductrices sont réparties dans deux cellules mitoyennes et installées dans des cages individuelles disposées en Flat-deck. Chaque cage est munie d'une boîte à nid, d'une trémie d'alimentation et d'un système d'abreuvement automatique à tétine.

Les reproducteurs mâles sont placés dans des cages individuelles et isolés des femelles.

- Cellule d'engraissement : Les animaux sont placés dans trois batteries de type californienne disposées en deux rangées et à deux niveaux, séparées par un plan incliné pour l'évacuation des déjections. Chaque niveau est constitué de quatre cages équipées d'une trémie d'alimentation et d'un abreuvoir à bouteille.

Avant l'installation des animaux, un vide sanitaire a été effectué suivi d'une dératisation et du chaulage de tous les murs. Les cages ont également subi un nettoyage à l'eau de javel, de formol et de détergent suivi d'un passage au chalumeau afin d'éliminer les poils et d'éventuels agents pathogènes laissés par les élevages précédents.

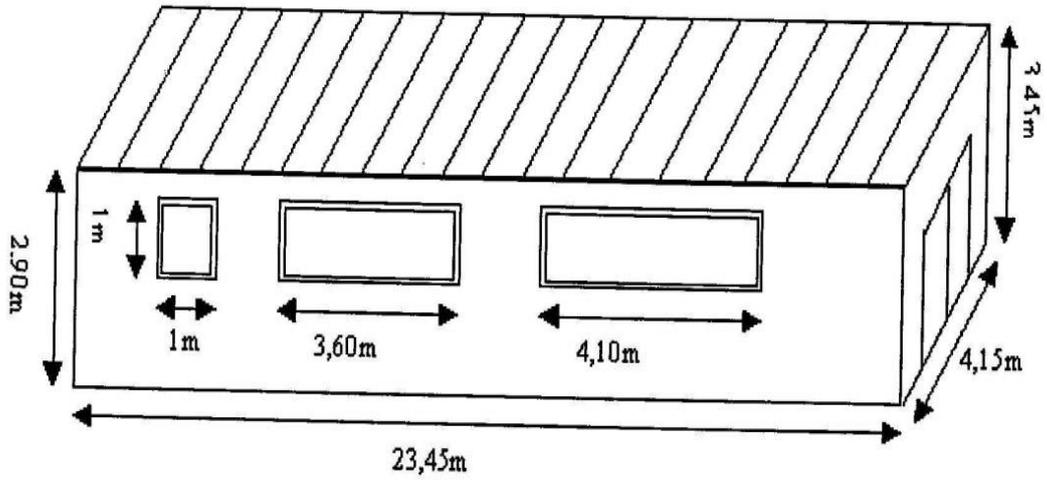


Schéma 1 : Vue externe du bâtiment d'élevage

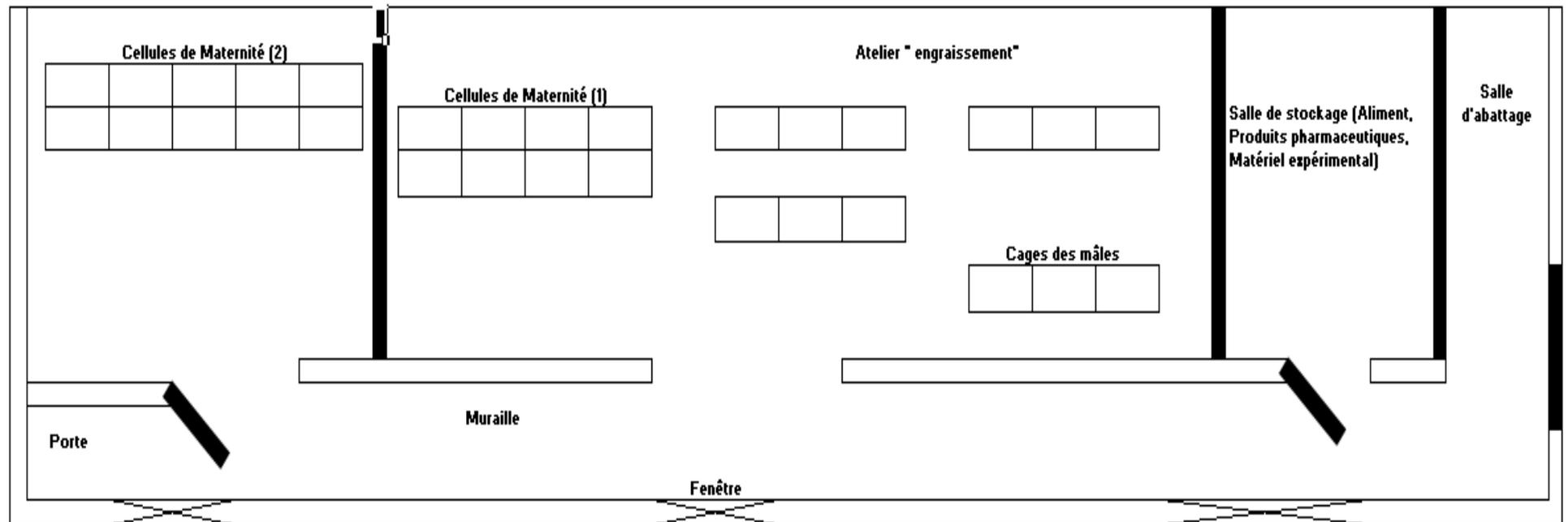


Schéma 2 : Vue interne du bâtiment d'élevage : Répartition des animaux dans les cages.

II.3. La conduite d'élevage

II.3.1. L'alimentation et l'abreuvement

L'aliment distribué est un granulé de type mixte (reproduction et engraissement) qui provient également de l'unité privée de fabrication des aliments du bétail de Bouzaréah (Alger). La formule alimentaire est la même que celle observée à la station expérimentale de l'ITELV de Baba Ali (44% de luzerne, 4% de maïs, 21% de son de blé, 8% de tourteau de soja, 20% d'orge et 3% de CMV).

Dans la maternité, la conduite alimentaire appliquée à la station expérimentale de l'ITELV a été reconduite. Ainsi, et après que le diagnostic de gestation ait été confirmé, les femelles gestantes reçoivent 250g/j. En cas de résultat négatif de la saillie, elles ne reçoivent que 100g/j. Après la mise bas, les lapines et les lapereaux sont alimentés à volonté. Les reproducteurs sont rationnés à 100g/j.

L'eau est distribuée à volonté par des tétines reliées à un dispositif de remplissage automatique pour les cages de maternité et par des abreuvoirs à bouteilles pour les cages d'engraissement.

Afin de déterminer la composition chimique de l'aliment distribué, des échantillons ont été prélevés de plusieurs sacs d'aliments.

II.3.2. La reproduction

La saillie pratiquée est naturelle ; elle s'effectue dans la cage du mâle. En raison du nombre restreint de mâles reproducteurs disponibles et afin de ne pas les épuiser, les femelles sont saillies par groupe de trois à intervalle de 48h. Cette opération est exécutée le matin entre 9h et 14h tout en observant le comportement des animaux afin d'apprécier la réceptivité des femelles.

Les croisements des parentaux sont effectués selon le diagramme rapporté par le schéma 3.

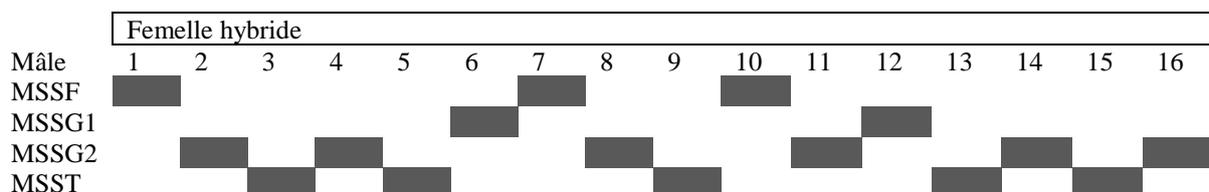


Schéma 3 : Croisements des parentaux

Pour la constitution de la F2, le choix du mâle et de la femelle à accoupler est effectué de manière à ce que les 2 animaux soient issus de portées et de parents différents. Les croisements effectués sont rapportés dans le schéma 4.

Femelles			Mâles	
Numéros	Phénotypes		Numéros	Phénotypes
01	FCTA	X	07	MCAL
02	FCFA	X	01	MCTA
03	FCNO	X	06	MCGR
04	FCAL	X	05	MCNO
05	FCGR	X	03	MCTA
06	FCAL	X	04	MCFA
07	FCTA	X	07	MCAL
08	FCNO	X	06	MCGR
09	FCNO	X	01	MCTA
10	FCAL	X	05	MCNO
11	FCAL	X	08	MCAL
12	FCAL	X	03	MCTA
13	FCTA	X	04	MCFA
14	FCTA	X	02	MCAL
15	FCGR	X	01	MCTA
16	FCTA	X	04	MCFA
17	FCNO	X	02	MCAL
18	FCAL	X	03	MCTA
19	FCNO	X	06	MCGR

Schéma 4 : Croisements effectués pour l'obtention de la F2

Quatre jours avant la date présumée de la mise bas, les boîtes à nid sont ouvertes et préparées. Juste après la mise bas, les portées sont dénombrées (nés totaux, nés vivants et nés morts).

La date de saillie, le poids de la femelle à la saillie, la date de palpation, le résultat de la palpation, la date de la mise bas, le poids de la femelle à la mise bas, le nombre de lapereaux nés vivants, le nombre de lapereaux morts nés, le poids total des lapereaux (vivants et morts), le poids des lapereaux vivants, le nombre de lapereaux morts avant le sevrage, le nombre de lapereaux sevrés et le poids des lapereaux et de la portée sevrée sont relevés sur des fiches individuelles.

II.3.3. Le sevrage et l'engraissement

Après 32 ± 3 jours de vie, les lapereaux sont séparés de leurs mères, pesés individuellement et par portée puis transférés dans la cellule d'engraissement pour être placés dans des cages collectives par fratrie. Par la suite, leur poids est relevé 2 fois par semaine à heure fixe (entre 9h et 10h) en fonction de leur date de sevrage, de la 5^{ème} à la 11^{ème} semaine.

II.4. Méthodes de calcul

Lors de cet essai, plusieurs paramètres sont calculés à partir des mesures effectuées.

II.4.1. Les paramètres de reproduction

- **Le taux de réceptivité** : c'est le rapport du nombre de femelles ayant acceptées la saillie sur le nombre de femelles présentées aux mâles
- **Le taux de fertilité** : c'est le rapport du nombre de mises bas sur le nombre de saillies
- **La prolificité à la naissance** : c'est le rapport du nombre de nés sur le nombre de femelles ayant mis bas
- **La mortalité** : c'est le rapport du nombre de nés morts sur celui des nés totaux
- **La prolificité au sevrage** : c'est le rapport du nombre de lapereaux sevrés sur le nombre des nés vivants

II.4.2. Les paramètres de croissance

- **Le gain moyen quotidien (GMQ)** : Il est déduit par le calcul des poids vifs hebdomadaires des lapereaux : $GMQ = (\text{poids vif final} - \text{poids vif initial}) / \text{nombre de jours}$
- **Le taux de mortalité** : $\text{Mortalité (\%)} = (\text{nombre de sujets sevrés} - \text{nombre de sujets à la fin de l'engraissement}) / \text{nombre de sujets}$

II.5. Analyses chimiques de l'aliment

Afin d'évaluer la valeur nutritionnelle de l'aliment utilisé, les échantillons prélevés ont subi les mêmes analyses que celles appliquées lors de la première expérimentation. Les dosages ont porté sur les taux de matière sèche (MS), de cellulose brute (CB), de matières minérales (MM), de matières azotées totales (MAT) et de matières grasses (MG).

II.6. Analyses statistiques

Les moyennes et les écarts types, les valeurs minimales et les valeurs maximales ainsi que les corrélations ont été traités par le logiciel SPSS IBM stat (Statistical Package for the Social Sciences, version 2.0).

III. Résultats et discussion

III.1. Caractéristiques nutritionnelles de l'aliment utilisé

A l'exception de la teneur en matières azotées totales ($17,15 \pm 0,7\%$) qui se révèle plus élevée que celle recommandée par Maertens (1996) (16%), les teneurs des autres composants sont relativement proches des recommandations citées dans la littérature (Tableau 29). A noter, selon Gidenne et Garcia (2006) que l'excès en matières azotées totales peut constituer une source de graves problèmes digestifs des lapins en particulier des jeunes.

Comparés aux résultats d'analyse obtenus pour l'aliment utilisé à l'ITELV, ces résultats laissent apparaître que les indications du fabricant ne sont pas respectées et que par conséquent, la formule alimentaire dépend en réalité de la disponibilité des matières premières sur le marché.

Tableau 29 : Composition chimique de l'aliment utilisé

	Aliment utilisé (%)	Recommandation en % Maertens (1996)
Matière sèche	89,42	89-90
Matières minérales	6,06	7-8
Cellulose brute	13,99	14,5
Matières grasses	2,98	3-5
Matières azotées totales	17,15	16

III.2. Paramètres zootechniques de reproduction

III.2.1. Les paramètres d'ambiance

III.2.1.1. Durant les périodes de reproduction des parentaux

➤ Evolution de la température

Les températures qui ont été relevées durant 17 semaines varient, pour les minimales de 12 à plus 21°C et pour les maximales de 19 à plus 30°C. La température courante moyenne enregistrée durant toute la période de l'essai s'établit à 22,04°C. L'examen de l'évolution des

températures montre que les maximales affichent une hausse considérable à partir de la 12^{ème} semaine (Figure 11).

Des températures similaires, voire plus élevées ont été relevées en semi plein air dans divers pays méditerranéens (Kennou, 1990 ; Colin, 1992). L'évolution des températures minimales montre que la hausse commence à partir de la 10^{ème} semaine.

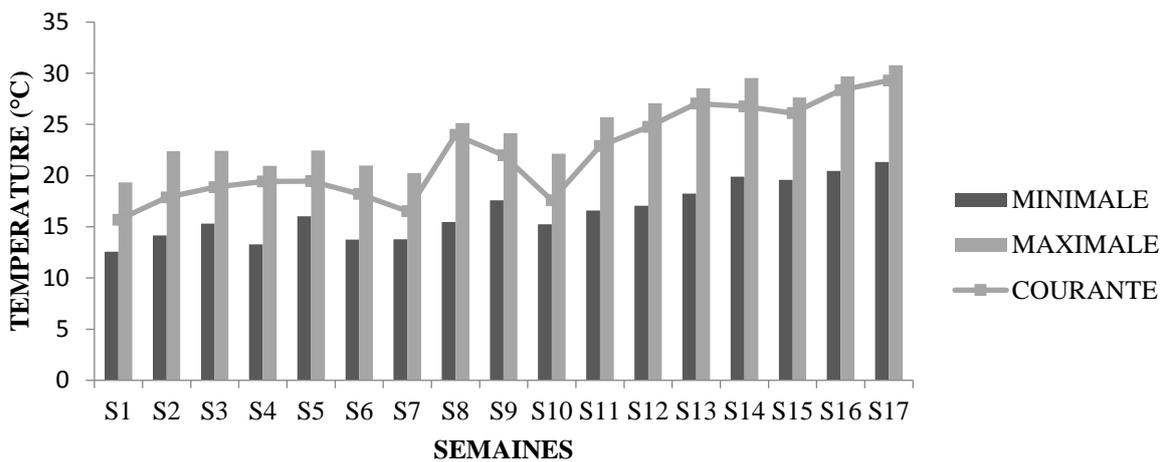


Figure 11 : Evolution des températures durant la période de reproduction (Parentaux)

➤ Evolution de l'hygrométrie

L'hygrométrie qui a été également relevée durant 17 semaines, varie, pour les valeurs minimales de 17 à plus de 62% alors que les valeurs maximales varient de 67 à plus de 90%. L'hygrométrie courante moyenne enregistrée durant toute la période de l'essai s'établit à 62,93%. L'hygrométrie courante accuse une nette régression à partir de la 10^{ème} semaine du fait des températures estivales qui s'installent (Figure 12).

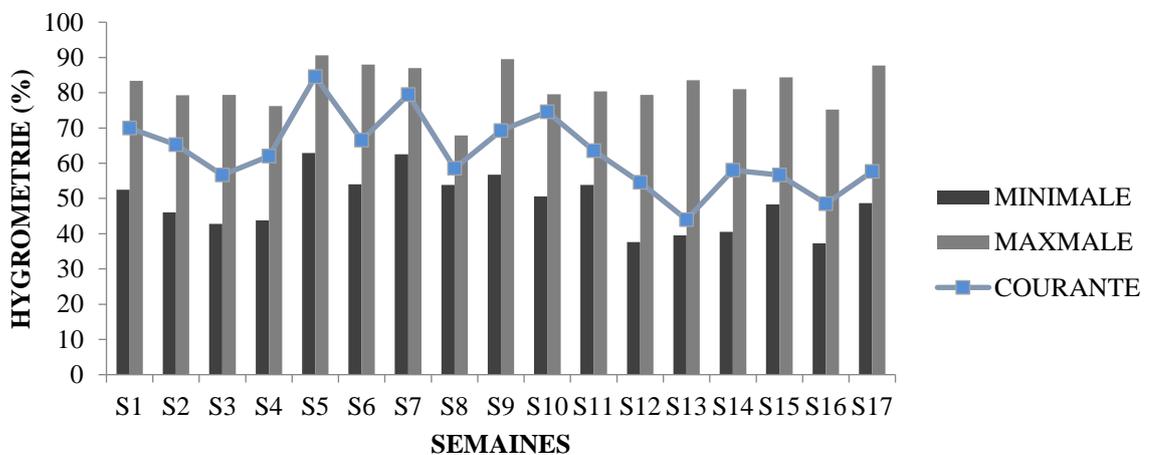


Figure 12 : Evolution de l'hygrométrie durant la période de reproduction (Parentaux)

Pour un élevage de lapins, les paramètres d'ambiance enregistrés restent élevés ; cependant, la bonne aération du bâtiment constitue un élément favorable qui réduit le stress thermique.

III.2.1.2. Durant la période de reproduction de la F1

➤ Evolution de la température

L'évolution des températures qui varient de 12 à 15°C et de 14 à 17 respectivement pour les valeurs minimales et les valeurs maximales est rapportée par la figure 13. La température courante moyenne relevée sur toute la période de l'essai s'élève à $14,60 \pm 0,89^\circ\text{C}$.

Ces résultats sont proches des recommandations formulées par Lebas et *al.* (1991) et Fayez et *al.* (1994), soit respectivement 16 et 21°C .

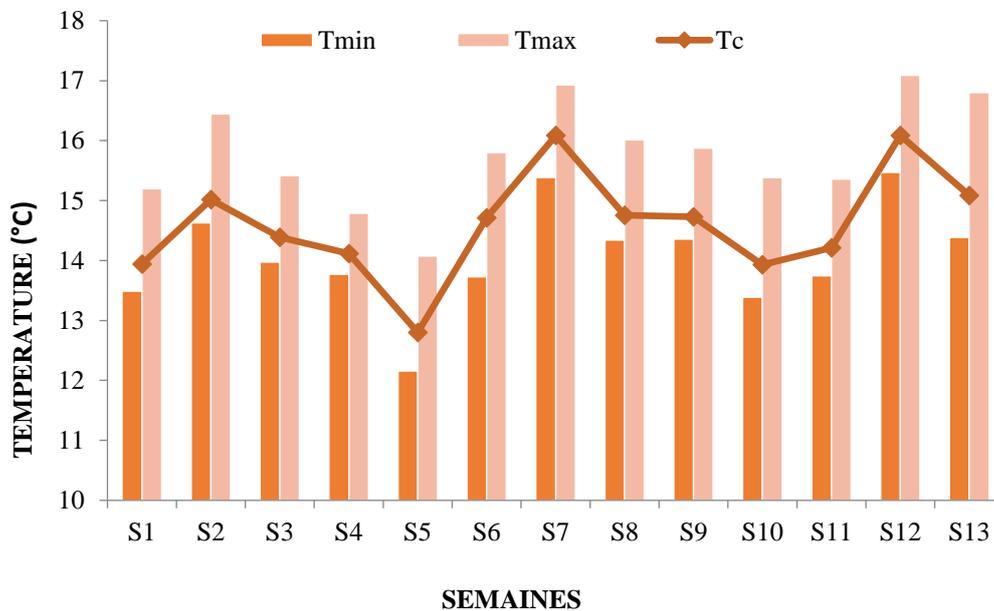


Figure 13 : Evolution des températures durant la période de reproduction (F1)

➤ Evolution de l'hygrométrie

L'évolution de l'hygrométrie durant toute la période de l'essai est rapportée par la figure 14. Les valeurs minimales varient de 50 à 72% alors que les maximales s'étalent de 70 à 80%. L'hygrométrie courante moyenne s'établit à $71,51 \pm 4,81\%$.

Ces résultats sont conformes aux recommandations de Dany et *al.* (2001) qui sont comprises entre 55 et 80%.

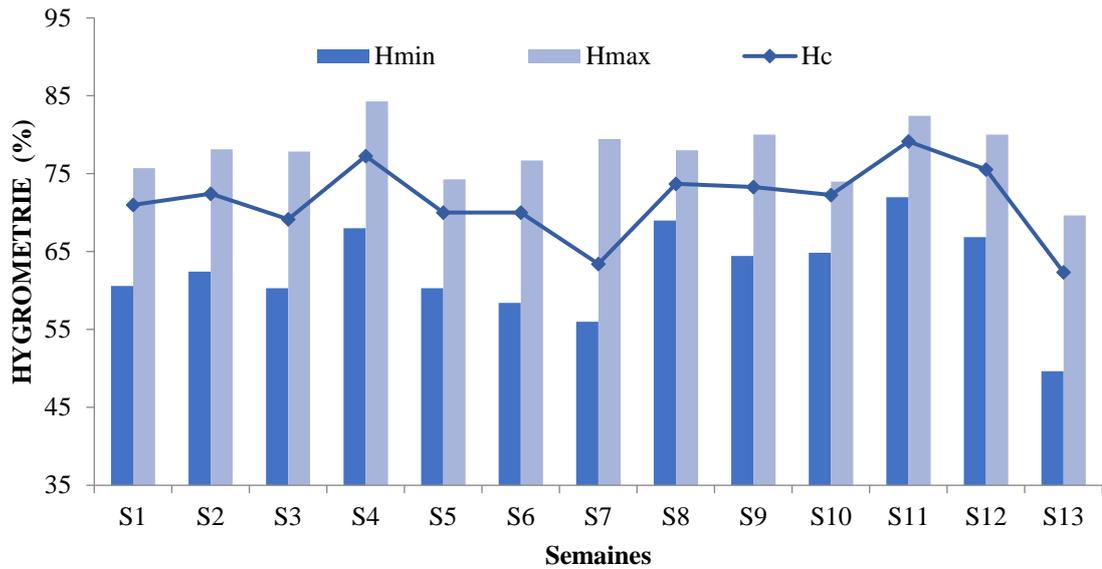


Figure 14 : Evolution de l'hygrométrie durant la période de reproduction (F1)

III.2.1.3. Durant la période de croissance des lapereaux de la F1

➤ Evolution de la température

L'examen de l'évolution des températures minimales, maximales et courante durant la période de croissance (Figure 15) montre une hausse continue des températures ambiantes. Celles-ci varient de 15 à plus 27 °C pour les minimas et à plus de 33°C pour les maximas ; la température moyenne courante étant de 26,03°C.

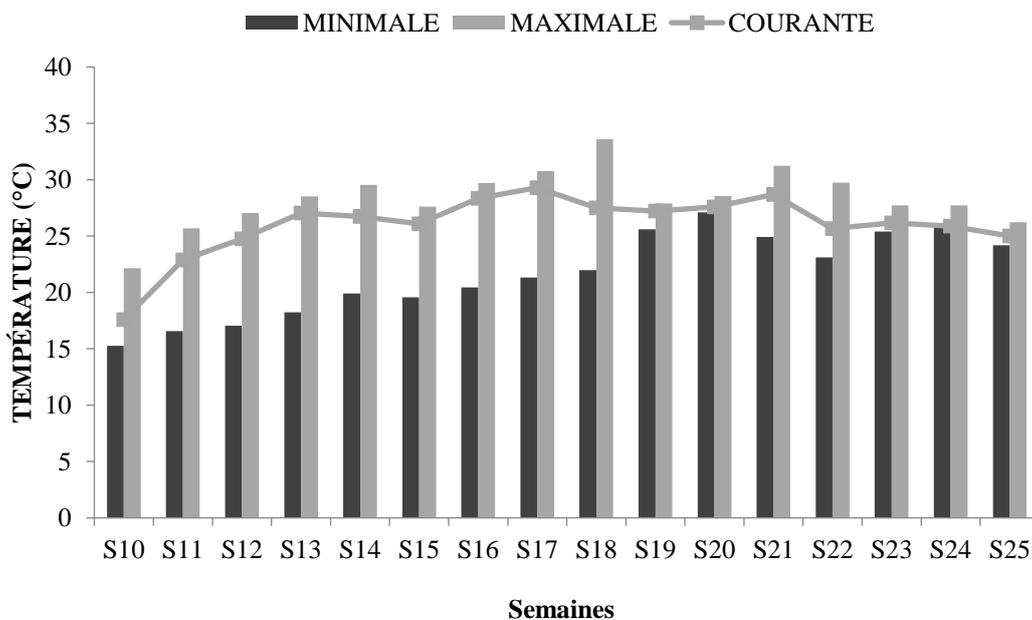


Figure 15 : Evolution de la température durant la période de croissance

➤ **Evolution de l'hygrométrie**

La lecture de la figure 16 qui rapporte l'évolution de l'hygrométrie apparaitre de nombreuses fluctuations durant la période de l'essai. Les valeurs enregistrées varient de 37 à 77% pour les minimas et de 75 à 95% pour les maximas.

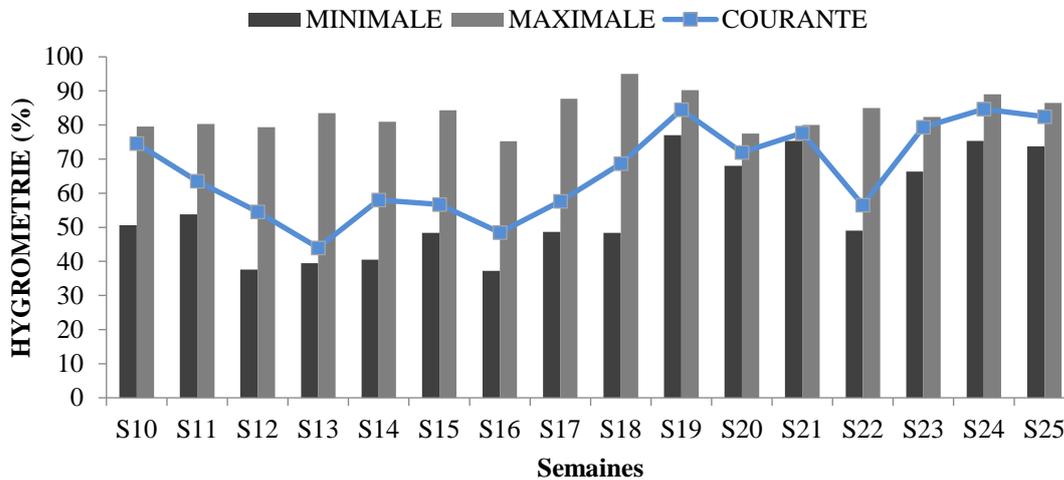


Figure 16 : Evolution de l'hygrométrie durant la période de croissance

III.2.1.4. Durant la période de croissance des lapereaux de la F2

➤ **Evolution de la température**

La figure 17 qui illustre l'évolution des températures relevées durant la période de croissance montre que les valeurs minimales sont comprises entre 17 et 21°C alors que les valeurs maximales varient de 19 à 21°C ; la température courante ambiante étant de 20,03°C.

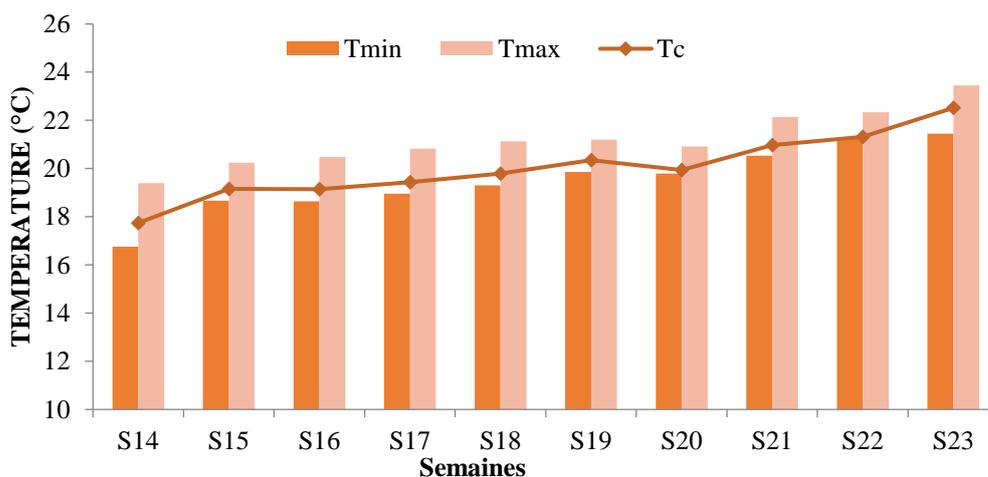


Figure 17 : Evolution de la température durant la période de croissance

➤ Evolution de l'hygrométrie

L'examen de l'évolution des valeurs de l'hygrométrie relevées durant cette période (Figure 18) montre que celles-ci varient de 50 à 70% pour les minimales et de 65 à 79% pour les maximales.

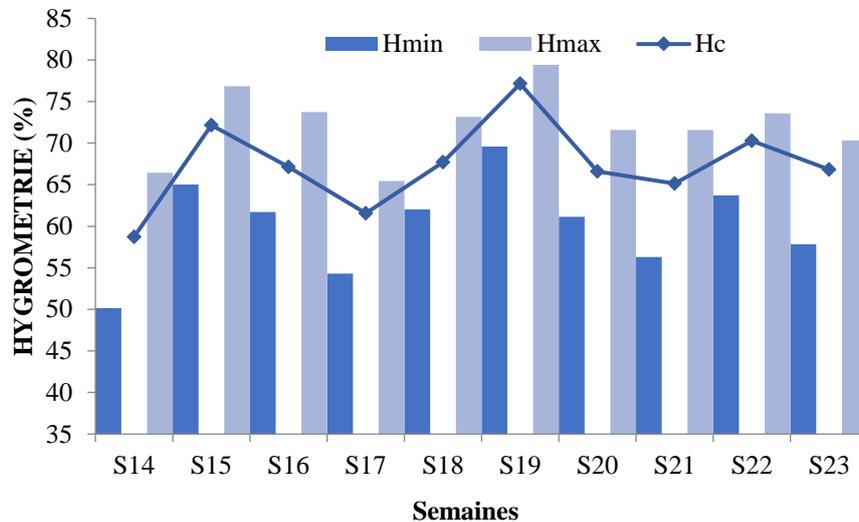


Figure 18 : Evolution de l'hygrométrie durant la période de croissance

III.2.2. La réceptivité

Le taux de réceptivité des parentales (93,75%) se révèle plus élevé que celui observé pour les femelles de la F1 (81,58%) (Tableau 30). La plus faible performance des femelles de la F1 est probablement liée aux fortes chaleurs enregistrées durant cette période. Arveux (1988) constate à cet effet une difficulté de l'acceptation du mâle au-delà de 25°C. Ces taux de réceptivité demeurent néanmoins plus importants que ceux rapportés d'une part, par Chekikene (2014) pour la 3^{ème} et la 5^{ème} génération de la souche synthétique ITELV2006, soit respectivement 71 et 71,4% et, d'autre part, par Gacem et *al.* (2009) sur la même souche après 5 générations de brassage et d'homogénéisation. Pour la 4^{ème} génération de la souche synthétique, Chekikene (2014) indique une valeur intermédiaire, soit 89%.

Chez la population locale, Berchiche et Kadi (2002), Zerrouki et *al.* (2005), Gacem et *al.* (2009), Bouguerra (2011) et Cherfaoui – yami (2015) observent des taux de réceptivité plus faibles, soit respectivement 81,70, 74,3, 64, 63,07 et 78,83%.

En Tunisie, Daboussi (2014), sur des lapines de population locale, enregistre un taux de réceptivité de 60%. Pour les souches sélectionnées, Theau-Clément (2007) rapporte, en insémination artificielle, la valeur de 88,7%.

Les taux de réceptivité des parentales et des femelles de la F1 sont appréciables ; ils résulteraient de la pratique de la saillie naturelle mais aussi de la présence permanente des mâles dans la maternité. En effet, selon Olo et *al.* (2013) in Cherfaoui-Yami (2015), la proximité des mâles et des femelles améliore le taux de réceptivité.

III.2.3. La fertilité

Selon Theau – Clément (2005), la fertilité dépend de l'aptitude de la femelle à ovuler, à être fécondée et à mener à terme une gestation.

Le taux de fertilité enregistré pour les femelles parentales (81,25%) est nettement plus élevé que celui affiché par les femelles de la F1 avec seulement 68,42% (Tableau 30). La valeur obtenue pour les parentales est comparable à celle observée par Chekikene (2014) pour la 5^{ème} génération de la souche synthétique (80%) mais se révèle par contre supérieure à celles rapportées par le même auteur pour les 4^{ème} et 5^{ème} générations de la même souche, soit respectivement 76 et 70%.

Chez la population locale, Moulla (2006) enregistre dans les mêmes conditions d'élevage un taux de fertilité supérieur, soit 86,95%. En revanche, Zerrouki et *al.* (2005) et Cherfaoui-Yami (2015), toujours sur les lapines de population locale, indiquent des taux de fertilité inférieurs à celui des parentales mais supérieurs à celui des femelles de la F1 avec respectivement 73,1 et 78,62%. Le taux de fertilité des femelles de la F1 est similaire à la valeur rapportée par Bouguerra (2011) pour des lapines de population locale élevées dans les mêmes conditions (68,18%). Kennou et Bettaib (1990) rapportent pour leur part un taux de fertilité plus faible (61%) chez les lapines locales tunisiennes conduites en saillie naturelle. Bloher et Franchet (1990) enregistrent, sur des lapines hybrides conduites également en saillie naturelle, un taux comparable à celui observé pour les femelles de la F1.

Le faible taux de fertilité de la F1 peut s'expliquer par la mise en reproduction des lapines en automne, saison qui se caractérise selon plusieurs auteurs (Zerrouki et *al.*, 2005 ; Moulla, 2006 ; Bouguerra, 2011) par la baisse de l'activité sexuelle de la femelle.

III.2.4. La prolificité

III.2.4.1. Prolificité à la naissance

La taille moyenne de la portée à la naissance des parentales qui s'établit à 7,8 nés totaux et 6,4 nés vivants est plus élevée que celles de la F1 qui enregistrent 6,42 nés totaux et 5,42 nés vivants (Tableau 30). Ces performances sont plus faibles que celles rapportées par Chekikene (2014) pour la souche synthétique ITELV 2006 avec 9,32 nés totaux et 8,42 nés vivants en 3^{ème} génération, 9,08 nés totaux et 8,46 nés vivants en 4^{ème} génération et 9,55 nés totaux et 8,38 nés vivants en 5^{ème} génération mais aussi par Brun et Baselga (2004) avec 9,97 nés totaux et 8,94 nés vivants. Les valeurs obtenues, aussi bien pour les parentales que pour la F1, demeurent également moins importantes que celles observées par Gacem et Bolet (2005) pour les 2 premières générations d'homogénéisation (F1 et F2) de la même souche synthétique, soit 9,19 nés totaux et 8,37 nés vivants pour la F1 et 8,04 nés totaux et 7,74 nés vivants pour la F2.

Les valeurs affichées par les parentales sont assez proches de celles obtenues d'une part, chez la lapine de population locale par Zerrouki *et al.* (2005) (7,2 nés totaux et 6,2 nés vivants) et Bouguerra (2011) dans les mêmes conditions d'élevage (7,40 nés totaux et 6,60 nés vivants), et, d'autre part, chez la lapine de population blanche par Zerrouki *et al.* (2008) (7,14 nés totaux et 6,67 nés vivants) et Cherfaoui *et al.* (2013) (7,05 nés totaux et 6,16 nés vivants).

La taille moyenne de la portée des femelles de la F1 est par contre comparable aux valeurs enregistrées d'une part, sur la lapine de population locale par Abdelli-Larbi *et al.*, (2014) avec 6,98 nés totaux et 5,84 nés vivants, et, d'autre part, par Kennou et Bettaib (1990) en Tunisie avec 6,32 nés totaux et 6,20 nés vivants.

III.2.4.2. Prolificité au sevrage

Le nombre moyen de sevrés est faible aussi bien chez les parentales que chez les femelles de la F1. Celui-ci s'établit à 5 et 4 lapereaux sevrés par lapine ayant mis bas respectivement pour les parentales et les femelles de la F1. Nos résultats sont plus faibles que ceux rapportés par Chekikene (2014) pour les 3^{ème}, 4^{ème} et 5^{ème} générations de la souche synthétique ITELV 2006 avec respectivement 6,55, 6,44 et 6,23 lapereaux sevrés.

Chez la lapine de population locale, la taille de la portée au sevrage est de 5,45 (Zerrouki, 2005), 4,5 (Saidj, 2006), 5,78 (Mefty, 2010), 5,48 (Bouguerra, 2011), 4,02 (Mazouzi *et al.*, 2014) et 5,16 (Cherfaoui, 2015).

Les valeurs de prolificité observées dans nos conditions d'élevage se révèlent également inférieures à celles rapportées par Poujardieu et Theau–Clément (1995) pour la souche A1077 avec 6,60 sevrés et Brun et Baselga (2004) pour la souche INRA2666 avec 7,52 lapereaux par portée.

Les performances obtenues restent toutefois plus intéressantes que celles observées en Egypte par Khalil (2002) sur la lapine Baladi Black avec 3,8 sevrés par portée et en Tunisie par Kennou et Lebas (1990) avec 3,88 sevrés par portée.

Cette faible prolificité au sevrage ne dépend pas uniquement du type génétique de la femelle mais aussi des conditions du milieu et de l'alimentation de la mère qui agit sur la production laitière. Ainsi, elle serait liée beaucoup plus d'une part, à la mortalité des lapereaux durant la première semaine de la naissance du fait du faible poids de certains lapereaux, et d'autre part, au cannibalisme et à l'abandon des portées constaté chez quelques lapines.

III.2.5. Les mortalités

III.2.5.1. Les mortinatalités

Les taux de mortinatalité enregistrés chez les parentales (17,95%) et les femelles de la F1 (17,60%) sont élevés et similaires (Tableau 30). Ces taux sont légèrement supérieurs à la valeur observée par Zerrouki et *al.* (2005b) sur la lapine de population locale, soit 16,4%. En revanche, nos résultats sont largement supérieurs à ceux recueillis, toujours sur la lapine de population locale, par Berchiche et Kadi (2002), Belhadi et *al.* (2002), Zerrouki et *al.* (2008), Bouguerra (2011), Fellous et *al.* (2012) et Abdelli et *al.* (2014) avec respectivement 12,77, 9,34, 10,88, 7,3, 5,02 et 13,96%.

Chez la souche synthétique ITELV 2006, Gacem et *al.* (2009) rapportent également un taux de mortinatalité inférieur, soit 11,3%.

En Tunisie, Kennou et Lebas (1990) enregistrent, sur les lapines locales, un taux de mortalité à la naissance plus important (24%). En revanche, des taux de mortinatalité plus faibles sont constatés en Italie par Lazzaroni et *al.* (1999) chez la population locale avec 9% et en Egypte par Khalil (2002) chez le Baladi White avec 5,6%.

III.2.5.2. Les mortalités naissance – sevrage

La mortalité naissance sevrage est évaluée à 21,88 et 19,16% respectivement pour les parentales et les femelles de la F1 (Tableau 30).

Il s'agit d'une mortalité relativement forte, mais elle reste inférieure aux valeurs que nous avons relevées pour la souche synthétique ITELV 2006 avec 30,73, 26,20 et 26% respectivement pour la 4^{ème}, la 5^{ème} et la 6^{ème} génération mais aussi à la valeur de 29,3% rapportée par Chekikene (2014) pour la 3^{ème} génération de cette souche synthétique. Par contre, Gacem *et al.* (2009) enregistrent, sur les lapines de cette même souche synthétique un taux de mortalité naissance sevrage relativement plus faible, soit 17%.

Chez la lapine de population locale, les valeurs répertoriées dans la littérature montrent une grande variabilité des résultats. C'est ainsi que des taux de mortalité naissance sevrage de 14, 26,21, 37, 35, 3, 25,66, 12 et 39,80% sont rapportés respectivement par Zerrouki *et al.* (2005b), Moulla (2006), Saidj (2006), Sid (2010), Bouguerra (2011), Fellous *et al.* (2012) et Abdelli *et al.* (2014).

Brun et Baselga (2004), sur la souche INRA 2666, observent un taux de mortalité naissance sevrage plus faible, soit 15,8%. Sur le lapin local d'Italie, Lazzaroni (1999) pour sa part, enregistre une valeur supérieure à celle constatée pour les femelles de la F1 mais du même niveau que celle relevée pour les parentales.

Plusieurs causes seraient à l'origine des taux élevés de mortalité et des mortalités naissance sevrage. Il s'agit du comportement déficient de certaines lapines (non constitution des nids, mises bas hors des nids, refus d'allaiter...), d'une production laitière insuffisante des mères mais aussi des conditions d'élevage en semi plein air défavorables.

III.2.6. Durée de gestation

La durée moyenne de gestation observée pour les parentales s'établit à 31,7 jours (Tableau 30). Celle-ci est plus faible que celle relevée pour les femelles de la F1 qui est de 33,42 jours en moyenne. Elle est par contre du même niveau que celles rapportées d'une part, par Chekikene (2014) chez la souche synthétique ITELV 2006, soit 31,3, 31,7 et 31,8 jours respectivement pour la 3^{ème}, la 4^{ème} et la 5^{ème} génération, et, d'autre part, par Moulla (2006) et Bouguerra (2011)

sur la lapine de population locale avec respectivement des durées de gestation moyennes de 30,88 et 31,12 jours.

Tableau 30 : Performances de reproduction

Paramètres de reproduction	Parentales	F1
Nombre de femelles saillies (n)	16	19
Réceptivité des femelles (%)	93,75	81,58
Nombre de mises bas (n)	15	13
Fertilité (%)	81,25	68,42
Durée moyenne de gestation (j)	31,7	32,42
Prolificité à la naissance (n)	117 NT et 99 NV	125 NT et 103 NV
Nés totaux (n)	117	125
Nés vivants (n)	99	103
Mortinatalité (%)	17,95	17,6
Poids moyen de la portée naissance (g)	366,33	308,33
Portée moyenne (n)	7,8	6,42
Portée vivante moyenne (n)	6,4	5,42
Mortalité au sevrage (%)	21,88	19,1
Poids moyen portée au sevrage (g)	2553,33	2130,38
Prolificité au sevrage (n)	5	4

III.2.7. Poids des femelles reproductrices

L'évolution du poids moyen des lapines en gestation est consignée dans la figure 19.

III.2.7.1. A la saillie

Les poids moyens des femelles à la saillie sont de $3118,21 \pm 339,23$ g et de $3019,21 \pm 309,96$ g respectivement pour les parentales et les femelles de la F1 (Tableau 31).

Ces valeurs sont inférieures à celles enregistrées sur la lapine de souche synthétique ITELV 2006 par Gacem et Bolet (2005) qui rapportent les poids moyens de 3593g pour la F1 et 3582g pour la F2. Chez la même souche synthétique, Chekikene (2014) observe également des niveaux de poids supérieurs avec 3676, 3292 et 3731g respectivement pour la 3^{ème}, la 4^{ème} et la 5^{ème} génération. Par ailleurs, les poids des lapines à la saillie sont plus faibles que celui constaté par Zerrouki et *al.* (2007) pour la lapine de population blanche avec 3340g et par Brun et Baselga (2005) sur la souche INRA 2666, soit 4176g. En revanche, nos valeurs sont supérieures à celles rapportées, pour la lapine de population locale, par Zerrouki et *al.* (2002), Zerrouki et *al.* (2008), Moulla (2006) et Bouguerra (2011) avec respectivement 2890, 2965,19, 2800 et 2689,23g.

III.2.7.2. A la mise bas

Le poids moyen des femelles à la mise bas se révèlent d'un niveau plus élevé chez les parentales avec $3200,36 \pm 275,14$ g contre $2926,32 \pm 293,01$ g pour les femelles de la F1 (Tableau 31).

Contrairement à ce qui est observé pour les parentales, le poids moyen des femelles de la F1 diminue en moyenne de 92,89g pendant la période saillie-mise bas, soit une perte de 3,07%. Cette valeur est comparable à celle relevée par Mefti-Korteby (2012) pour la population locale (3%). Selon cet auteur, cette situation est plus accentuée chez la multipare que la primipare du fait que cette dernière présente une faible prolificité et ne nécessite pas de besoins de fin de lactation.

Les résultats obtenus sont faibles comparés à ceux rapportés par Chekikene pour la souche synthétique ITELV 2006, soit des poids moyens de 3549, 3160,07 et 3558g respectivement pour la 3^{ème}, la 4^{ème} et la 5^{ème} génération. Ils se révèlent par contre supérieurs à ceux constatés pour la population locale par Moulla (2006), Bouguerra (2011) et Mefti-Korteby (2012) avec respectivement 2873,52, 2613,89 et 2800g.

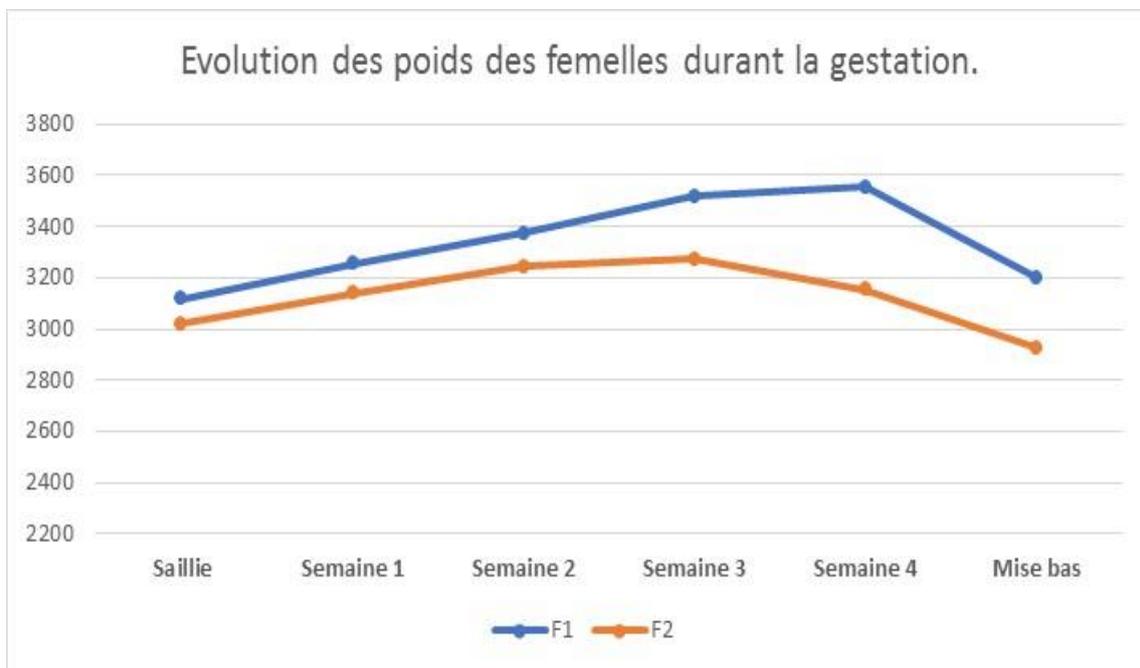


Figure 19 : Evolution du poids moyen des lapines durant la gestation

Tableau 31 : Poids des femelles reproductrices à la saillie et à la mise bas (g)

	Saillie	Mise bas
Parentales	3118,21±339,23	3200,36±275,14
F1	3019,21±309,96	2926,32±293,01

III.3. Performances de croissance

III.3.1. Evolution du poids vif

Les poids moyens des portées et individuels de la F1 et de la F2 à la naissance (J0), au sevrage (J35) et à l'abattage (J77) sont consignés dans le tableau 32.

III.3.1.1. Poids des portées à la naissance, au sevrage et à l'abattage

A la naissance (J0), le poids moyen de la portée des lapereaux de la F1 est sensiblement supérieur à celui affiché par les lapereaux de la F2 avec respectivement 366,33±65,16 et 323,46±85,96g. Ces valeurs sont nettement plus faibles que celles enregistrées pour les portées des 4^{ème}, 5^{ème} et 6^{ème} générations de la souche synthétique ITELV 2006 avec respectivement 428,48, 425,25 et 425,22g.

Elles sont également plus modestes que celles obtenues par Gacem et *al.* (2009) sur les générations d'homogénéisation F1 et F2 de cette même souche synthétique avec respectivement 372 et 374g mais aussi que celles rapportées d'une part, par Zerrouki et *al.* (2014), sur la population blanche élevée en Algérie, et, d'autre part, par Abdelli-Larbi et *al.* (2014) sur la lapine de population locale, soit respectivement 452,4 et 395,17g.

Dans les mêmes conditions d'élevage, Bouguerra (2011) observe, sur la lapine de population locale, un poids moyen de la portée à la naissance (335,87g) qui se situe entre le poids moyen de la portée de la F1 et de la F2.

Au sevrage (J35), les poids moyens des portées s'établissent à 2533,33±596,41g pour les lapereaux de la F1 et à 2130,38±702,94g pour les lapereaux de la F2. Ces résultats sont loin d'égaliser ceux enregistrés pour la 4^{ème} mais surtout les 5^{ème} et 6^{ème} générations de la souche synthétique ITELV 2006 avec respectivement 3360,36, 4084,95 et 4020,34g.

Si le poids moyen de la portée au sevrage de la F1 (2533,33g) est proche de celui observé par Gacem et *al.* (2009) pour la F1 des générations d'homogénéisation de la souche synthétique ITELV 2006, il reste toutefois nettement plus faible que celui rapporté par le même auteur pour la génération F2 de la même souche. La valeur observée pour la F2 se révèle plus faible que celles rapportées par plusieurs auteurs pour la lapine de population locale (Belhadi et *al.*, 2002 (3283g) ; Gacem et *al.*, 2009 (2864g) ; Zerrouki et *al.*, 2007 (2296g) ; Bouguerra, 2011 ; (3516,67g) et Cherfaoui, 2015 (2485g)).

A 77 jours, la supériorité du poids moyen de la portée de la F1 persiste ; celui-ci s'établit à $9096,19 \pm 419,79$ g contre $8109,45 \pm 382,21$ g pour la F2. Ces valeurs sont plus élevées que celles enregistrées pour la 4^{ème} génération de la souche synthétique (7999,33g) mais demeurent plus faibles que celles obtenues pour la 5^{ème} (10298,06g) et la 6^{ème} génération (10073,51g) de la même souche.

III.3.1.2. Poids individuels à la naissance, au sevrage et à l'abattage

A la naissance (J0), les poids moyens individuels enregistrés sont de $52,31 \pm 15,49$ g pour les lapereaux des parentaux (F1) et de $51,38 \pm 13,23$ g pour les lapereaux de la F2. Ces valeurs sont assez proches de celles obtenues pour les 4^{ème}, 5^{ème} et 6^{ème} générations de la souche synthétique ITELV 2006 mais aussi de la génération d'homogénéisation de cette même souche (Gacem et *al.*, 2009) avec respectivement 50,31, 52,04, 51,97 et 51,10g. Chez la première génération d'homogénéisation (F1) de la souche synthétique, Gacem et *al.* (2009), rapportent un poids moyen individuel plus faible, soit 44,9g. Comparés aux performances enregistrées sur la lapine de population locale, nos résultats se révèlent similaires à celui obtenu par Fellous et *al.* (2012) (52,10g), supérieurs à ceux observés par Zerrouki et *al.* (2005) (49,4 g) et Moulla (2007) (49,28g) mais inférieurs à ceux notés par Cherfaoui (2015) Abdelli et *al.* (2014) et surtout Gacem et *al.* (2009) avec respectivement 61, 57 et 54,41g. Sur la lapine de souche blanche, Gacem et *al.* (2009) obtiennent un poids moyen individuel à la naissance nettement plus élevé, soit 62g.

Au sevrage (J35), le meilleur poids moyen individuel est à l'actif des lapereaux de la F2 avec $538,14 \pm 123,09$ g contre $438,59 \pm 134,63$ g pour les lapereaux des parentaux (F1). Celui-ci est assez proche des valeurs obtenues chez les 5^{ème} et 6^{ème} générations de la souche synthétique ITELV 2006, soit respectivement 565,98 et 574,92g. Par contre, le poids moyen individuel des lapereaux des parentaux (F1) est comparable à celui observé chez la 4^{ème} génération de cette même souche synthétique.

Durant la croissance post sevrage (engraissement), ce sont les potentialités génétiques transmises par les parents en interaction avec le milieu (alimentation, ambiance) qui s'expriment (Cherfaoui, 2015). Ainsi, du sevrage à la fin de l'engraissement, la croissance des lapins dépend de la ration alimentaire distribuée, son maximum est observé selon Ouhayoun (1990) et Blasco et Gomez (1993) vers la 7^{ème} et 8^{ème} semaine.

A l'âge normatif d'abattage (77J), une différence de poids de 174,93g, à l'avantage des lapereaux de la F2, est constatée ce qui montre que les lapereaux les plus lourds au sevrage conservent cet avantage à l'âge de 11 semaines. Cependant, les résultats de différents auteurs sont contradictoires. Ainsi, pour Rouvier et *al.* (1973), les relations entre les critères de croissance sont différentes d'une race à l'autre. En revanche, pour Lebas (1973), un poids élevé au sevrage est un paramètre favorable pour atteindre un poids appréciable à l'abattage. Enfin, Dalle Zotte et Ouhayoun (1998) constatent l'existence d'une croissance compensatrice chez les lapins plus légers et l'absence d'effets du poids au sevrage sur le poids vif à l'abattage.

Comparativement aux résultats enregistrés sur la souche synthétique ITELV2006, il apparaît que le poids moyen des lapereaux de la F1 est similaire à celui observé pour la 4^{ème} génération tandis que celui de la F2 se situe à un niveau intermédiaire de celui obtenu pour les lapereaux de la 4^{ème} génération et ceux de la 5^{ème} et 6^{ème} génération.

Tableau 32 : Poids moyens individuels et par portée à la naissance, au sevrage et à l'abattage des lapereaux de la F1 et de la F2

	Poids vif (g)					
	Portée			Individuel		
	Naissance (J0)	Sevrage (J35)	Abattage (J77)	Naissance (J0)	Sevrage (J35)	Abattage (J77)
F1	366,33 ±65,16	2553,33 ±596,41	9096,19 ±419,79	52,31 ±15,49	438,59 ±134,63	1421,28 ±26,42
F2	323,46 ±85,96	2130,38 ±702,94	8109,45 ±382,21	51,38 ±13,23	538,14 ±123,09	1516,21 ±30,12

III.3.2. Evolution du gain moyen quotidien (GMQ)

La vitesse de croissance naissance sevrage des lapereaux de la F2 qui s'établit à $13,90 \pm 5,02 \text{g/j}$ est supérieure à celle observée pour les lapereaux de la F1 ($11,03 \pm 4,10 \text{g/j}$) (Tableau 33). La performance de croissance des lapereaux de la F2 est également plus élevée que celles constatées pour les 4^{ème}, 5^{ème} et 6^{ème} générations de la souche synthétique ITELV 2006 avec respectivement 10,07, 12,24 et 12,45g/j.

En post sevrage, les vitesses de croissance des lapereaux de la F1 et de la F2 se révèlent similaires ($23,39 \pm 3,85$ et $23,28 \pm 5,32 \text{g/j}$ respectivement). Ces valeurs sont légèrement supérieures à celle obtenue pour les lapereaux de la 4^{ème} génération de la souche synthétique ($22,55 \text{g/j}$). Elles sont en revanche plus faibles que celles observées pour les lapereaux de la 5^{ème} ($29,30 \text{g/j}$) et 6^{ème} ($26,31 \text{g/j}$) génération de la même souche synthétique.

Nos résultats sont de même niveau que ceux rapportés, pour les lapins de population locale, par Gacem et al. (2009) (23g/j) et Cherfaoui (2015) ($23,80 \text{g/j}$) mais demeurent plus modestes comparativement à ceux obtenus dans de meilleures conditions d'élevage par Berchiche et Kadi (2002), Lakabi –Ioualitène (2008) et Kadi et al. (2011), soit respectivement 30, 27,98 et 38g/j.

Selon Baselga (2000), le gain moyen quotidien pour la souche A (Espagne) est de 36,9g/j alors qu'il n'est que de 20,07g/j pour le lapin Tadla (Maroc) (Bouzarkaoui, 2002) et de 17,5g/j pour le lapin Giza White (Egypte) (Khalil, 2002b).

Tableau 33 : Gains moyens quotidiens des lapereaux de la F1 et de la F2

	Gains moyens quotidiens (g/j)	
	Naissance - sevrage	Sevrage – abattage
F1	11,03±4,10	23,39±3,85
F2	13,90±5,02	23,28±5,32

III.3.3. Taux de mortalité sevrage – abattage

En post sevrage, les taux de mortalité des lapereaux des parentaux (F1 et F2) sont comparables ; ils s'établissent respectivement à 17,21 et 16,55% (Tableau 34).

Ces taux se révèlent plus élevés que celui obtenu pour la 5^{ème} génération (13,55%) de la souche synthétique mais proches de ceux constatés pour la 6^{ème} génération (18,13%). Ils sont en revanche nettement plus faibles que le taux observé pour la 4^{ème} génération (32,32%).

Sur la lapine de population locale, Moulla (2007) et Bouguerra (2011) enregistrent des taux de mortalité légèrement plus faibles, soit 15,78 et 14,91%.

Ces taux de mortalité somme toute assez élevés mais qui se situent dans l'intervalle rencontré dans les élevages cunicoles d'Afrique du Nord (15 à 20%) rapporté par Rossilet (2001) résultent des maladies telles que la myxomatose et la gale et à différents troubles digestifs de différentes origines (parasitaire, virale et/ou alimentaire)

Tableau 34 : Mortalités sevrage - abattage

	Mortalités (%)
F1	17,21
F2	16,55

III.4. Performances zootechniques selon les phénotypes

III.4.1. Phénotypes des lapereaux obtenus en F1

Les divers croisements réalisés ont abouti à l'obtention de 99 lapereaux de différents phénotypes : phénotype blanc albinos qui regroupe les lapereaux qui représentent les caractères phénotypiques des femelles hybrides (Néo-Zélandais x Californien) qui sont soit albinos à robe blanche « LPBL » soit albinos à robe colorée « LPBC », phénotype noir « LPNO », phénotype gris argenté « LPGA », phénotype tacheté « LPTA » et phénotype fauve « LPFA » (Tableau 35, Figure 20).

Il apparaît une nette prédominance du phénotype blanc albinos « LPBL » avec un taux de 40%. Le phénotype gris « LPGR » arrive en deuxième position avec 19%. Les fréquences d'apparition des phénotypes fauve « LPFA » et blanc coloré « LPBC » sont faibles (6 et 8% respectivement). La fréquence du nouveau phénotype qui apparaît (noir, « LPNO ») n'est pas négligeable (12%).

Enfin, le phénotype dominant est sans conteste celui de la race Néo-Zélandais (blanc entier, albinos) alors que les caractères de la race Californienne ne s'expriment que faiblement.

Tableau 35 : Phénotypes de la descendance des mâles utilisés

	Nombre de lapereaux	LPBL	LPBC	LPTA	LPGR	LPFA	LPNO
MSSFA	24	9	3		5	6	1
MSSTA	37	14		15			8
MSSG1	11	6	3	1			3
MSSG2	27	11	2		14		
Totaux	99	40	8	16	19	6	12
%	100	40,40	8,08	16,16	19,19	6,06	12,12

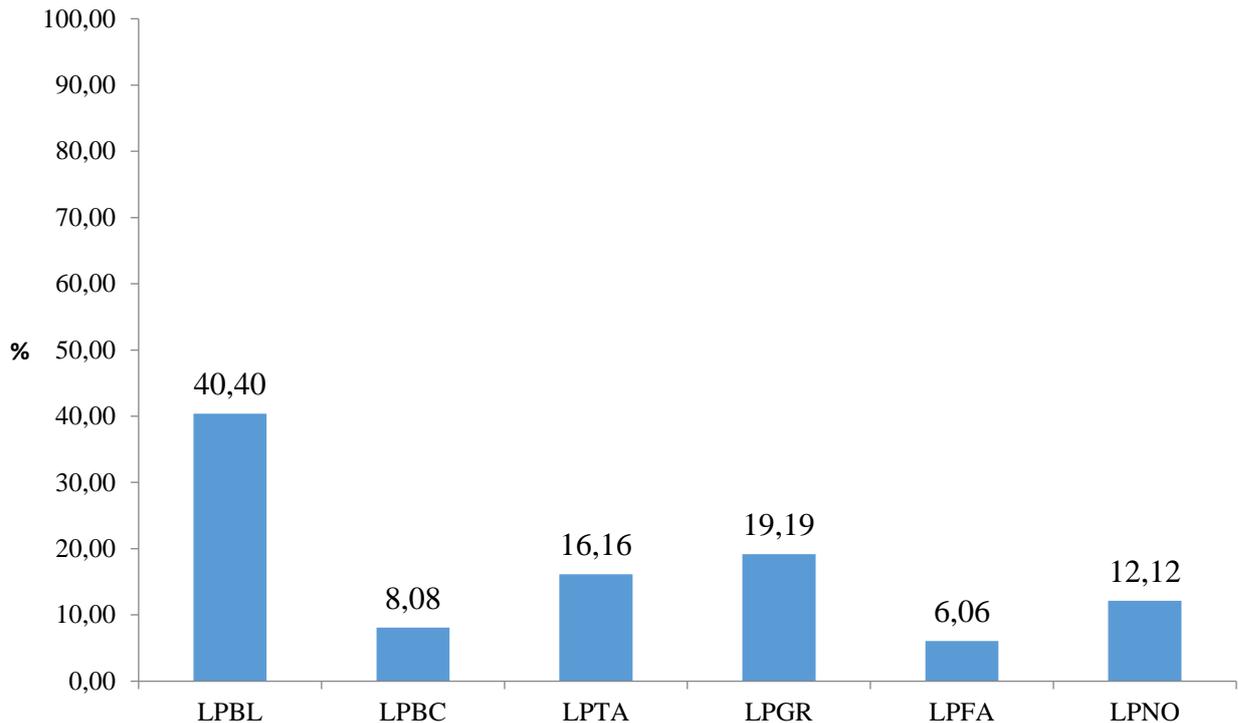


Figure 20 : Proportions des différents phénotypes

III.4.2. Gain moyen quotidien (sevrage-abattage) selon les différents phénotypes des lapereaux de la F1

Le meilleur gain moyen quotidien est à l'actif des lapereaux à robe noire avec $27,20 \pm 3,12$ g/j (Tableau 36). Cette valeur est plus élevée que celles obtenues d'une part, pour l'ensemble du cheptel de la F1 ($23,39$ g/j) et, d'autre part, pour les lapereaux des 4^{èmes} ($22,55$ g/j) et 6^{èmes} générations ($26,91$ g/j) de la souche synthétique ITELV 2006. Elle est en revanche plus faible que celle constatée pour la 5^{ème} génération de la même souche synthétique ($29,20$ g/j).

Les vitesses de croissance des phénotypes blanc et tacheté qui sont par ailleurs comparables avec respectivement $26,21 \pm 8,29$ et $26,30 \pm 7,75$ g/j rejoignent celle observée pour la 6^{ème} génération de la souche synthétique.

Les plus faibles vitesses de croissance sevrage –abattage sont enregistrées par les phénotypes fauve et gris avec respectivement $19,11 \pm 7,65$ et $18,15 \pm 8,14$ g/j.

En définitive, les résultats obtenus pour la vitesse de croissance sevrage –abattage montrent que les phénotypes qui présentent les meilleures performances sont les phénotypes blancs, tachetés et noirs.

Tableau 36 : Gain moyen quotidien (sevrage-abattage) selon les phénotypes des lapereaux de la F1

Phénotype	GMQ (g/j)
LPBL	26,21±8,29
LPFA	19,11±7,65
LPGR	18,15±8,14
LPTA	26,30±7,75
LPNO	27,20±3,12

III.4.3. Phénotypes des lapereaux de la F2

L'analyse phénotypique a été effectuée sur les lapereaux qui ont atteint 2 mois d'âge, soit 53 individus. La figure 21 laisse apparaître la présence de 5 phénotypes : le phénotype blanc (39,62%) « LPAL » qui regroupe les lapereaux qui présentent les caractères phénotypiques du lapin hybride (Néo-Zélandais x Californien) donc soit albinos à robe blanche ou albinos à robe colorée, le phénotype noir (26,42%) « LPNO », le phénotype gris (9,43%) « LPGR » et le phénotype tacheté (24,53%) « LPTA ».

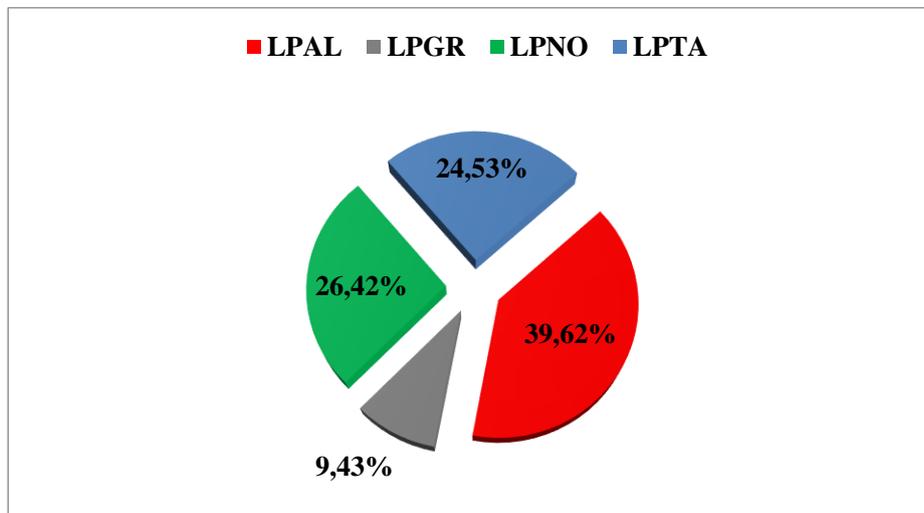


Figure 21 : Proportions des différents phénotypes observés

III.4.5. Gain moyen quotidien (sevrage-abattage) selon les différents phénotypes des lapereaux de la F2

La vitesse de croissance sevrage - abattage la plus intéressante ($25,65 \pm 9,80$ g/j) est à l'actif du phénotype « LPGR » (Tableau 37). Cette valeur, supérieure à la moyenne du cheptel ($23,28$ g/j) est proche de celle observée pour la 6^{ème} génération de la souche synthétique ITELV 2006, soit $26,91$ g/j.

Les valeurs affichées par les phénotypes « LPAL » ($22,15 \pm 8,17$ g/j) et « LPTA » ($22,14 \pm 8,00$ g/j) sont identiques avec respectivement $22,15$ et $22,14$ g/j. Elles se révèlent plus faibles que celles enregistrées pour les phénotypes correspondants en F1 ($26,21$ et $26,30$ respectivement). Elles sont par contre comparables à celles calculées pour la 4^{ème} génération de la souche synthétique.

La vitesse de croissance du phénotype noir « LPNO » ($23,20 \pm 8,22$ g/j) est moins importante que celle observée pour le phénotype correspondant en F1 ; elle est en revanche identique à la moyenne établie pour le cheptel ($23,28$ g/j).

Tableau 37 : Gain moyen quotidien (sevrage-abattage) selon les phénotypes des lapereaux de la F2

Phénotypes	GMQ (g/j) Sevrage-abattage
LPAL	$22,15 \pm 8,17$
LPGR	$25,65 \pm 9,80$
LPNO	$23,20 \pm 8,22$
LPTA	$22,14 \pm 8,00$

IV. Conclusion

Cet essai porte sur l'évaluation des performances zootechniques et plus particulièrement des performances de croissance de deux générations de lapins (F1 et F2). La première génération est issue du croisement de femelles primipares hybrides avec des mâles de la 6^{ème} génération de la souche synthétique ITELV 2006 et la deuxième génération, de l'accouplement des femelles nullipares de la F1 avec des mâles de la même génération.

Du point de vue performances de reproduction, cette étude a permis de constater que les niveaux de tous les paramètres de reproduction de la F2 (réceptivité des femelles, fertilité, poids de la portée à la naissance, poids de la portée vivante moyenne et poids moyen de la portée au sevrage) ont subi une dégradation. Cette situation est probablement à mettre en relation avec surtout les conditions d'ambiance déplorables qui ont régné au cours de la deuxième phase de l'essai (constitution de la 2^{ème} génération).

Les performances de croissance sont très modestes. Les gains moyens quotidiens (GMQ) sevrage-77 jours des deux générations étudiées sont comparables mais dépassent à peine 23g/j pour des poids à 77 jours de 1420g pour les lapereaux de la F1 et de 1516g pour les lapereaux de la F2. Ces poids à l'âge normatif d'abattage sont très faibles ce qui nous a amené à différer leur abattage à 90 jours d'âge. Le poids au sevrage a influencé le poids à 77 jours sans pour autant affecter le gain moyen quotidien d'où l'intérêt certainement d'une sélection sur le poids au sevrage afin de produire des lapins plus lourds à l'abattage et par la même réduire la durée d'engraissement.

Discussion générale

Afin de caractériser la souche cunicole synthétique ITELV2006 du point de vue zootechnique et génétique pendant la période de croissance et de réaliser une comparaison avec la population locale afin de vérifier si l'un des objectifs fixés qui consiste à améliorer le poids des lapereaux est atteint, une analyse rétrospective a été réalisée sur les 4^{ème} et 5^{ème} générations suivie d'une étude sur la 6^{ème} génération. Nos résultats qui corroborent ceux des travaux antérieurs (Gacem et Bolet, 2005 ; Gacem et *al.*, 2009) selon lesquels si les performances liées aux poids de la femelle et à la prolificité ont été améliorées de manière significative, les performances de croissance sous la mère et en engraissement restent modestes, nous ont amenés à exécuter un essai afin de vérifier l'effet sur les performances zootechniques et plus particulièrement de croissance des 2 premières générations (F1 et F2) issues du croisement du lapin de souche synthétique ITELV 2006 (6^{ème} génération) avec la lapine hybride (plus lourde).

Le poids des portées à la naissance, au sevrage et à l'abattage des 3 générations (4^{ème}, 5^{ème} et 6^{ème}) de la souche synthétique affichent une supériorité par rapport à ceux obtenus pour les générations F1 et F2 mais aussi par rapport aux valeurs enregistrées sur le lapin de population locale par plusieurs auteurs (Belhadi et *al.*, 2002 ; Zerrouki et *al.*, 2007 ; Moulla, 2006 ; Gacem et *al.*, 2009 ; Mefty, 2011 ; Cherfaoui –Yami, 2015 ; Abdelli-Larbi, 2016).

Les poids moyens à la naissance des lapereaux de la souche synthétique (G4 : 51,31g, G5 : 52,04g et G6 : 51,97g) sont proches de ceux obtenus pour les lapereaux de la F1 (52,31g) et de la F2 (51,38g). Ils sont en revanche plus élevés que ceux rapportés pour les lapereaux de la population locale par Moulla (2006) (49, 28g) et Zerrouki et *al.* (2015) (49,40g). Ainsi, globalement, il apparaît que le poids à la naissance est amélioré par l'effet croisement. Selon Abdelli-Larbi (2015), le poids du lapereau à la naissance est un paramètre très important pour sa viabilité. Dans ce sens, Lebas (2002) rapporte qu'un lapereau qui pèse moins de 50g à la naissance a moins de chance de survivre par rapport à un lapereau plus lourd.

Le sevrage est pratiqué à 35 jours ; certains travaux le signalent à 28 jours alors que d'autres, entre 30 et 40 jours. Au sevrage, les poids individuels des lapereaux des 5^{ème} (565,98g) et 6^{ème} (574,92g) génération de la souche synthétique sont assez proches de celui observé pour la génération F2 (538,14g). Ils restent comparables à la valeur rapportée par Moulla (2006) pour le lapin de population locale, soit 579,39g. Il semble ainsi qu'il n'ya pas eu de sélection sur le critère poids au sevrage ou que probablement, la faible production laitière n'a pas permis aux lapereaux d'extérioriser leur potentiel génétique.

A l'âge normatif d'abattage (77 jours), les meilleures performances sont à l'actif des 5^{èmes} (1798,39g) et 6^{èmes} (1711,29g) générations de la souche synthétique. Ces valeurs sont supérieures à celles relevées sur le lapin de population locale par Chaou (2006) (1432,23g). Le léger avantage pondéral constaté en début d'engraissement pour les lapereaux des 5^{èmes} et 6^{èmes} générations est conservé à 11 semaines d'âge. Il semble ainsi que les lapereaux les plus lourds au sevrage ont tendance à conserver cet avantage. L'étude des corrélations montre en effet que le poids au sevrage et le poids à l'abattage sont corrélés positivement ($r = +0,61^{**}$) ce qui laisse supposer que porter un choix sur le critère poids au sevrage offre de fortes chances de retrouver ces individus sélectionnés à un poids fortement élevés à l'abattage. Toutefois, les lapereaux de la F2 dont le poids au sevrage (538g) est assez proche de ceux observés pour les lapereaux de la 5^{ème} (565,98g) et de la 6^{ème} génération (574,92g) n'ont pas bénéficié de cet avantage. En effet, leurs poids à l'âge de 11 semaines (1516,21g) est largement inférieur à ceux constatés pour les 2 générations de la souche synthétique avec respectivement 1798,39 et 1711,29g. Ceci corrobore l'observation de Rouvier et *al.* (1973) pour lesquels les relations entre les critères de croissance sont différentes d'une race à l'autre.

Les mesures rapportées par Chaou (2006), Moulla (2006), Bouguerra (2011) et Fellous et *al.* (2012) situent l'âge d'abattage du lapin de population locale à 13 semaines. Si pour les lapereaux de la F1 et de la F2, aucune amélioration du poids à 11 semaines n'est constatée par rapport au lapin local, en revanche, même si les poids affichés à 11 semaines d'âge par les lapereaux des générations de la souche synthétique demeurent encore inférieurs aux 2kg comme souhaité (Berchiche et *al.*, 2012), il apparaît que le croisement génétique entre la lapine de population locale et le lapin de souche INRA 2666 a permis de réduire la durée d'élevage pratiquement de 2 semaines.

Le meilleur gain moyen quotidien (GMQ) de la naissance au sevrage est observé pour les lapereaux de la F2 (13,90g/j). Celui-ci dépasse de 1,45g/j la vitesse de croissance des lapereaux de la 6^{ème} génération (meilleure performance des 3 générations de la souche synthétique avec 12,45g/j). Chez les générations de la souche synthétique, la corrélation entre le poids au sevrage et le gain moyen quotidien est de $+0,21^{**}$ ce qui devrait conduire à pratiquer une sélection obligatoirement simultanée sur le poids au sevrage et le GMQ afin d'obtenir des individus sélectionnés pour les 2 critères à la fois. Ouhayoun (1978) indique que la croissance du jeune lapereau dépend fortement de la taille de la portée et de l'aptitude de la lapine à couvrir les besoins de ses petits en quantité et en qualité.

Cette tendance s'est estompée durant la période de croissance sevrage-abattage puisque les lapereaux de la 6^{ème} génération et surtout de la 5^{ème} génération ont repris l'avantage en affichant respectivement 26,91 et 29,20g/j contre 23,39 et 23,38g/j pour respectivement les lapereaux de la F1 et les lapereaux de la F2. La corrélation entre le gain moyen quotidien et le poids à l'abattage est de +0,90** chez les 3 générations de la souche synthétique. De ce fait, si le gain moyen quotidien augmente, le poids à l'abattage augmente également. Dans ce cas, il est préconisé de pratiquer une sélection indirecte mais plutôt tardive (Mefti-Korteby, 2012). Les performances obtenues par les lapereaux de la F1 et de la F2 sont de même niveau que celles rapportées pour les lapines de population locale par Gacem et *al.* (2009) (23g/j) et Cherfaoui (2015) (23,80g/j). En revanche, les performances de croissance des 5^{èmes} et 6^{èmes} générations de la souche synthétique se situent à un niveau plus élevé mais en dessous des résultats obtenus, sur la lapine de population locale dans de meilleures conditions d'élevage, par Berchiche et Kadi (2002) et Kadi et *al.* (2011) avec respectivement 30 et 38g/j. Ces modestes performances seraient liées surtout au déséquilibre nutritionnel de l'aliment utilisé.

Les mortalités naissance – sevrage sont globalement très élevées chez les lapereaux de la F1 (21,88%) et de la F2 (19,16%) mais plus particulièrement chez les lapereaux des 4^{ème} (30,23%), 5^{ème} (26,20%) et 6^{ème} (26,00%) générations de la souche synthétique. Ces taux de mortalités se situent cependant dans l'intervalle compris entre 12,2 et 37,3% rapporté pour la lapine de population locale par Zerrouki et *al.* (2005) (13,3%, Moulla (2006) (35%), Saidj (2006) (37,3%) et Fellous et *al.* (12,2%). Les facteurs incriminés dans d'aussi fortes mortalités sont nombreux et très divers. Il s'agit du comportement de certaines lapines (nids non préparés, mise bas hors du nid, refus d'allaiter), d'une production laitière insuffisante et des conditions d'élevage. Selon Delaveau et *al.* (1979), les causes de mortalités des lapereaux sous la mère sont souvent attribuées à la mauvaise construction du nid par la lapine. Par conséquent, un nid bien préparé est essentiel à la survie des lapereaux (Negatu et McNitt, 2002); certaines lapines ne confectionnent pas leur nid ou mettent bas en dehors du nid. Abdelli-Larbi (2015) rapporte que la qualité du nid influence significativement la viabilité des lapereaux à la naissance ($P < 0,001$) et de la naissance au sevrage ($P < 0,001$). Cet auteur note que les mortalités sont plus élevées dans les nids non préparés avec 32,67% pour la mortinatalité et 66,70% pour la mortalité naissance - sevrage contre respectivement 4,70% et 29,02% pour les nids bien préparés.

La taille de la portée est un autre facteur de variation de la viabilité des lapereaux sous la mère. En effet, les tailles de portées importantes présentent un taux de mortalité élevé en raison de la compétition pour le lait maternel mais aussi en raison du nombre insuffisant de tétines chez les femelles prolifiques. Les lapereaux de faible poids à la naissance têtent moins et sont ainsi susceptibles de mourir de faim (Drummond et *al.*, 2000 et Bautista et *al.*, 2005 et 2008).

La saison de mise bas influence également la mortalité des lapereaux sous la mère. Abdelli-Larbi et *al.* (2014) rapporte que les mortalités sous la mère sont significativement affectées par la saison de mise bas ($P=0,0012$) ; les plus fortes mortalités entre la naissance et le sevrage étant enregistrées après la fin de la période estivale.

En post sevrage, et à l'exception du taux de mortalité observé chez les lapereaux de la 4^{ème} génération de la souche synthétique qui est anormalement élevé (32,32%), les taux de mortalité enregistrés chez les lapereaux des 5^{ème} (13,35%) et 6^{ème} (18,13%) générations de la même souche ainsi que chez les lapereaux de la F1 et de la F2, quoiqu'assez importants, se situent tout de même dans l'intervalle rapporté par Rossilet (2001) pour les élevages cunicoles d'Afrique du Nord (15 à 20%). Ces mortalités s'expliqueraient par l'apparition de maladies telles que la gale et la myxomatose ainsi qu'à des troubles digestifs de différentes origines (parasitaires, virale et/ou alimentaire) associés à une déficience en fibres de l'aliment utilisé comme cela a été déjà constaté par plusieurs auteurs (Lebas et *al.*, 1991 ; Berchiche et *al.*, 1991 ; Lounaouci, 2001 ; Benali et *al.*, 2011 ; Bouguerra, 2011).

Le calcul du progrès génétique des paramètres de croissance durant les deux dernières générations de la souche synthétique ITELV 2006 (G5 et G6) montre que celui-ci fluctue d'une génération à l'autre aussi bien pour ce qui concerne le poids vif que la vitesse de croissance. Cette fluctuation serait liée au choix des géniteurs et/ou à l'aliment qui ne correspond pas aux exigences nutritionnelles de cette souche.

Les taux de réceptivité (93,75%) et de fertilité (81,25%) obtenues pour les parentales sont appréciables. Ces bonnes performances sont à mettre en relation avec la présence des mâles et des femelles dans la même cellule ce qui induit l'amélioration du comportement sexuel des deux sexes. La proximité des mâles et des femelles sur l'amélioration de l'ardeur sexuelle des mâles mais aussi sur la qualité de leur semence qui a un effet positif sur la fertilité a été mise en évidence par Rodriguez et *al.* (2010).

Les valeurs obtenues pour les femelles de la F1 sont très modestes ; elles s'expliqueraient par les fortes chaleurs ayant régnées durant cette période.

Les valeurs relatives à la prolificité ne sont pas satisfaisantes en dépit d'une fertilité appréciable aussi bien pour les parentales que pour les femelles de la F1. Les valeurs obtenues (7,8 nés totaux, 6,4 nés vivants et 5 lapereaux sevrés pour les parentales et 6,42 nés totaux, 5,42 nés vivants et 4 lapereaux sevrés pour les lapines de la F1) sont plus faibles que les valeurs indiquées d'une part, par Chekikene (2014) pour les 4^{ème} et 5^{ème} générations de la souche synthétique et, d'autre part, par Zerrouki et *al.* (2005), Zerrouki et *al.* (2007) et Mefti-Korteby et *al.* (2010) pour le lapin de population locale. Les niveaux de prolificité des deux générations accusent également un grand écart par rapport aux performances rapportées pour les souches européennes par Poujardieu et Théau-Clément (1995) et Brun et Baselga (2002). La faible taille de portée dépend à la fois du père et de la mère. En ce sens, De Rochambeau (1989) constate que le mâle intervient par ses effets génétiques transmis à l'œuf sur la viabilité et la croissance prénatale. Pour Piles et *al.* (2006), la faible prolificité est en partie liée aux échecs de la fécondation qui est tributaire du pouvoir fécondant des gamètes. La mère pour sa part intervient pendant la gestation en nourrissant l'embryon et en lui transmettant les défenses immunitaires puis, en construisant un nid et en allaitant ses petits (Garreau et *al.*, 2008).

Les quatre mâles accouplés avec les femelles hybrides ont permis d'obtenir une grande diversité phénotypique des lapereaux. Les individus de la première génération (F1) sont essentiellement de phénotype blanc albinos, gris, tacheté, noir et fauve avec une fréquence décroissante. Les phénotypes noir, blanc et tacheté se distinguent par le niveau appréciable de leur vitesse de croissance durant la période post sevrage.

Les phénotypes des lapereaux de la F2 sont quasiment les mêmes que ceux identifiés pour la génération F1, exception faite pour le phénotype fauve qui a disparu, mais ce sont plutôt les lapereaux de phénotype gris qui affichent la vitesse de croissance la plus intéressante. Plusieurs travaux ont porté sur l'étude de la couleur de la robe (Robinson, 1978 ; Cheeke et *al.*, 1987 ; Fontenesi et *al.*, 2010), mais peu d'entre elles ont mis en évidence une relation entre le gène de la couleur et les performances de croissance des lapereaux.

**CONCLUSION GENERALE
ET PERSPECTIVES**

Conclusion générale et perspectives

La production cunicole peut constituer en Algérie une solution pour fournir des protéines de bonne qualité à la population à partir de matières premières non utilisables par l'homme. Toutefois, la réussite du développement de cette activité en Algérie, c'est-à-dire son passage au rang d'activité économique à part entière, dépend d'abord de la mise à la disposition des éleveurs d'un matériel biologique performant et adapté aux conditions locales.

Ainsi, dans l'objectif de fournir aux éleveurs dont l'engouement pour l'élevage du lapin est manifeste, une souche génétiquement intéressante, l'ITELV, en collaboration avec l'INRA France, a établi un programme en vue d'améliorer la prolificité et le poids du lapin de population locale. La voie d'amélioration choisie est un croisement de métissage entre des femelles locales et des géniteurs de la souche INRA2666. Cet outil d'amélioration génétique permet d'exploiter les effets de complémentarité entre races ou populations et les effets hétérosis qui seraient plus importants pour les caractères de reproduction que ceux de croissance, autrement dit inversement proportionnels aux valeurs d'héritabilité.

Les études qui ont porté sur cette souche ont surtout mis l'accent sur ses performances de reproduction assez remarquables. Seules quelques-unes signalent les modestes performances de croissance des lapereaux sous la mère et en engraissement.

Afin d'apprécier le progrès génétique des performances de croissance de la souche synthétique ITELV 2006, une analyse rétrospective a été effectuée sur les 4^{ème} et 5^{ème} générations suivie d'une étude sur la 6^{ème} génération. Pour évaluer l'effet du croisement, une comparaison des performances obtenues est réalisée d'une part, avec celles, répertoriées dans la littérature, du lapin de population locale, et, d'autre part, de deux générations (F1 et F2) issues, pour la première, du croisement de femelles primipares hybrides avec des mâles de la 6^{ème} génération de la souche synthétique, et, pour la deuxième, de l'accouplement des femelles nullipares de la F1 avec des mâles de la même génération.

A la lumière des résultats obtenus à l'issue de cette étude, il ressort qu'en dépit du fait que les performances de croissance des lapereaux sous la mère et en engraissement sont effectivement modestes comparativement à celles des souches sélectionnées Européennes, celles-ci demeurent plus intéressantes que celles couramment rapportées pour le lapin de population locale mais aussi, de façon globale, des performances observées pour les lapereaux des générations F1 et F2 de notre essai ce qui confirme incontestablement l'intérêt de cette souche.

Cette supériorité de la souche synthétique est manifeste pour ce qui concerne le poids des portées à la naissance, au sevrage et à l'abattage. En outre, le poids moyen des lapereaux de la souche synthétique à la naissance, proches de ceux obtenus pour les lapereaux de la F1 et de la F2, sont supérieurs à ceux répertoriés dans la littérature pour les lapereaux de population locale ce qui témoigne de l'effet positif du croisement sur ce paramètre. En revanche, les résultats obtenus au sevrage laissent apparaître l'absence de sélection sur le critère poids au sevrage puisque le poids individuel des lapereaux des 5^{ème} et 6^{ème} générations, tout en restant proches de ceux observés pour les lapereaux de la F2, sont comparables à ceux du lapin de population locale.

La souche synthétique présente par ailleurs une réduction d'abattage des lapereaux de deux semaines par rapport au lapin de population locale et aux lapereaux de la F1 et de la F2 ce qui dénote un meilleur gain moyen quotidien pour atteindre cette performance. L'objectif de la sélection est donc en partie réalisé puisqu'il consiste, soit à réduire l'âge d'abattage ou d'augmenter le poids à un âge type.

Les taux de mortalité enregistrés en post sevrage, quoiqu'assez élevés, se situent tout de même dans l'intervalle couramment rapporté pour l'élevage cunicole en Algérie.

L'étude des corrélations sur les données de croissance de la souche synthétique met en évidence l'intérêt de sélectionner de façon précoce sur le poids et le gain moyen quotidien. En outre, il apparaît qu'une sélection directe sur le gain moyen quotidien est tout à fait indiquée pour améliorer le poids par effet direct.

Le progrès génétique varie d'une génération à l'autre entre celui du poids au sevrage et celui du poids à 11 semaines d'âge. Enfin, le poids et son progrès génétique évoluent aléatoirement ce qui laisse supposer que la souche synthétique 2006 n'est pas sélectionnée sur le poids à différents âges et /ou que l'aliment distribué ne couvre pas les besoins de cette souche limitant ainsi l'expression des polygènes responsables de la croissance. En effet, l'aliment peut être un facteur limitant dans la mesure où ses teneurs en protéines et en cellulose sont en dessous des normes préconisées pour l'alimentation du lapin.

L'essai d'évaluation des performances zootechniques et plus particulièrement de croissance des lapereaux des générations F1 et F2 n'a pas abouti aux résultats escomptés. En effet, les performances de croissance des lapereaux restent très modestes. Les gains moyens quotidiens sont relativement bas pour des poids à l'âge normatif d'abattage très faibles.

Ces performances de croissance sont cependant variables d'un phénotype à l'autre aussi bien pour les lapereaux de la génération F1 que des lapereaux de la génération F2.

Il serait par conséquent intéressant de reproduire cet essai sur un cheptel plus conséquent et dans de meilleures conditions d'élevage et d'alimentation.

Sur le plan des performances de croissance, les résultats obtenus sur le lapin de souche synthétique sont encourageants et en accord les objectifs théoriques. Cette souche manifeste les mêmes aptitudes d'adaptation aux conditions locales tout en conservant une supériorité sur le lapin de population locale. En optimisant le progrès génétique, notamment sur les aptitudes de croissance des lapereaux sous la mère et en engraissement, cette souche peut répondre aux exigences des éleveurs qui souhaitent élever des femelles à la fois prolifique et capables de produire des lapereaux plus lourds. Il est en effet, sans doute possible, d'améliorer davantage les performances de cette souche en appliquant certaines recommandations telles que :

- La fourniture d'aliment équilibré et répondant aux besoins de croissance de cette souche plus exigeante que le lapin de population locale,
- L'intensification de la sélection des futurs géniteurs de manière précoce afin d'homogénéiser les résultats de la production,
- Le suivi du programme d'amélioration génétique par des logiciels à traçabilité de manière à renforcer et optimiser les résultats obtenus,
- L'amélioration des conditions d'entretien de manière à réduire les taux de mortalité

Enfin, de nouvelles pistes de recherche sont envisageables à l'issue de ce travail. Il s'agit d'abord et en premier lieu de la mise en place d'autres croisements (si possible avec une lignée paternelle) pour de meilleures complémentarités et effets hétérosis. En deuxième lieu, pour tirer profit des croisements selon le phénotype, il serait judicieux de vérifier l'effet du phénotype du mâle.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

Références Bibliographiques

1. **ABDELLI O., BERCHICHE M., 2012.** Effet du phénotype de la lapine, de la qualité du nid et de la saison de mise bas sur la viabilité et la croissance des lapereaux de la Population locale algérienne, *3^{ème} Congrès Franco-Maghrébin de Zoologie et d'Ichtyologie*, 6-10 Novembre 2012, Marrakech, Maroc.
2. **ABDELLI-LARBI O., MAZOUZI-HADID F., BERCHICHE M., BOLET G., GARREAU H., & LEBAS F., 2014.** Pre-weaning growth performance of kits of a local Algerian rabbit population : influence of dam coat color, parity and kindling season. *World Rabbit Science*, 22(3), 231-239.
3. **ABDELLI-LARBI O. 2016.** Croissance et mortalité des lapereaux de population locale algérienne. Thèse de Doctorat en Biologie. Option : Biologie Animale. Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques. Université Mouloud Mammeri. Tizi Ouzou. Algérie. 123p.
4. **AIN BAZIZ H., BOULBINA I., ILES I., BELABBAS R., ZENIA S., TEMIM S., 2012.** Influence of environmental temperature and relative humidity on semen characteristics in male rabbit (*Oryctolagus Cuniculus*) of local Algerian population. *10^{ème} Congrès Mondial de Cuniculture*. Sharm El-Sheik. Septembre 2012.
5. **ALIANE L., MAKKED H., 2001.** Contribution à la caractérisation des performances des lapines de la population locale. Mémoire d'Ingénieur, Université de Tizi Ouzou, 63p.
6. **AL SOBAYIL K.A., AL HOMIDAN A.H., KHALIL M.H., MEHAIA M.A., 2005.** Heritabilities and genetic analysis of milk yield and components in crossing project of Saudi rabbits with Spanish V-line, *Livestock Research for Rural Development*, 17 (10).
7. **ANONYME, 2012.** Institut Technique de l'Agriculture Biologique. www.ITAB.asso.fr Consulté le 07/05/2016
8. **ANONYME, 2018.** www.AGRA.alimentation.fr Consulté le 07/05/2016
9. **ARGENTE M.J., SANTACREU M.A., CLIMENT A., BOLET G., BLASCO A., 1997.** Divergent selection for uterine capacity in rabbits, *Journal of animal science*, Vol.75, N° 9, pp 2350-2354.
10. **ARGENTE M.J., SANTACREU M.A., CLIMENT A., BLASCO A., 1999.** Phenotypic and genetic parameters of birth weight and weaning weight of rabbits born from intact does, *Livestock production science*, vol. 57, issues 2 (1), pp 159-167.

11. **ARVEUX P., 1988.** Production cunicole en période estivale. *Cuniculture* N°82, 15 (4), 197-199.
12. **ARVEUX P., 1993.** Un critère capital : L'indice de consommation globale, *Cuniculture*, N°114, 20 (6), pp 281-283.
13. **ARVEUX P., TROISLOUCHES G., 1994.** Influence d'un programme lumineux discontinu sur la reproduction des lapines. 6^{èmes} *Journées de la Recherche Cunicole*, La Rochelle, 6-7 Décembre 1994, Vol. 1, 121-126.
14. **AYYAT M.S, MARAI F.M., 1998.** Genetic and non genetic factors affecting milk production and preweaning litter of New-Zealand White does under Egyptian condition. *World Rabbit Science*, 3 : 119-124.
15. **BASELGA M., 2004.** Genetic improvement of meat rabbit, programs and diffusion. Proceedings of the 8th World Rabbit Congress, Puebla (Mexico). *World Rabbit Science*, 1-13. <https://world-rabbit-science.com/WRSA-Proceedings/Congress-2004/Puebla/Papers/Genetics/G0-Baselga.pdf>
16. **BAUTISTA A., MENDOZA-DEGANTE M., COUREAUD G., MARTINA-GOMEZ M., HUDSON R., 2005.** Scramble competition in newborn domestic rabbits for an unusually restricted milk supply. *Animal Behaviour* 70, 997-1002.
17. **BAUTISTA A., GARCIA-TORRES E., MARTINEZ-GOMEZ M., HUDSON R., 2008.** « Do newborn domestic rabbits *Oryctolagus cuniculus* compete for thermally advantageous positions in the litter huddle? », *Behavioral Ecology and Sociobiology*, Vol. 62, N° 3, p. 331-339.
18. **BELHADI S., BOUKIR M., AMRIOU L., 2002.** No genetic factors affecting rabbit reproduction in Algeria, *World Rabbit Science*, vol. 10 (3), pp 103-109.
19. **BELHADI S., BASELGA M., 2003.** Effets non génétiques directs sur les caractères de croissance d'une lignée de lapin, In : 10^{ème} *Journées de Recherche Cunicole*, 19-20 Novembre 2003, Paris.
20. **BELHADI S., 2004.** Characterization of local rabbit performances in Algeria. Environmental variation of litter size and weights, *Options Méditerranéennes-Série Séminaires*, pp 218-223.

21. **BENALI N., AIN BAZIZ H., LOUNAOUCI G., KADDOUR R., BELABAS R., DJELLOUT B., TEMIM S., 2011.** Caractérisation de deux populations de lapin local : performances de croissance, utilisation digestive, rendement à l'abattage et histométrie intestinale. *Livestock Research for Rural Development* 23 (12) 2011. <http://www.lrrd.org/lrrd23/12/bena23252.htm> Consulté le 07/04/2016
22. **BENRAIS F., CHIBANI C., 2004.** Les performances de croissance du lapin hybride élevé en semi plein air : Influence des conditions d'ambiance d'hiver, Mémoire d'Ingénieur en Sciences Agronomiques, Ecole Nationale Supérieure Agronomique, El Harrach, Alger, 47 p.
23. **BEN RAYAN A., LENGILIZ S., HAMIDA M., BERGAOUI R., 2009.** Effets de la restriction alimentaire sur les performances zootechniques des lapereaux en croissance. *13^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole*. INRA-ITAVI. Le Mans, 17-18 Novembre 2009, 51-54.
24. **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*. Paris 12-13 Décembre 1990.
25. **BERCHICHE M., 1992.** Système de production de viande de lapin au Maghreb. Séminaire approfondi. Institut Agronomique Méditerranéen de Saragosse (Espagne), 14-26 Septembre.
26. **BERCHICHE M., LEBAS F., 1994.** Rabbit rearing in Algeria: family farms in Tizi-Ouzou area, *Options Méditerranéennes, Séries Cahiers*, 8: 409-413.
27. **BERCHICHE M., LEBAS F., OUHAYOUN J., 1995.** Utilisation of field beans by growing rabbits.2. Effects of various plant supplementations. *World Rabbit Science*, 3 (2): 63-67.
28. **BERCHICHE M., 2000.** Reproduction des femelles de population locale: Essai d'évaluation de quelques paramètres en élevage rationnel. *3^{ème} Journée de Recherche sur les Productions Animales "Conduite et performances d'élevage"*. Université de Tizi Ouzou. 13, 14 et 15 Novembre 2000, pp. 293-298.
29. **BERCHICHE M., ZERROUKI N., LEBAS F., 2000.** Reproduction performances of local Algerian does raise in national condition, *7th World Rabbit Congress*, Valencia, 4-7 Juillet 2000. *World Rabbit Science*, 8 (sup; 1) B 43-49.
30. **BERCHICHE M., KADI S.A., 2002.** The Kabyle Rabbits (Algeria), CIHEAM, *Options Méditerranéennes*, pp 13-20.

- 31. BERCHICHE M., CHERFAOUI D., LOUNAOUCI G., KADI S.A., 2012.** Utilisation de lapins de population locale en élevage rationnel : Aperçu des performances de reproduction et de croissance en Algérie, *3^{ème} Congrès Franco-Maghrébin de Zoologie et d'Ichtyologie*, 6-10 Novembre 2012, Marrakech, Maroc.
- 32. BIDANEL J.P., 1992.** La gestion des populations : Comment exploiter la variabilité génétique entre races : du croisement simple à la souche synthétique, *INRA Productions Animales*, hors-série « Eléments de génétique quantitative et application aux populations animales », pp 249-254.
- 33. BLASCO A., GOMEZ E., 1993.** A note on growth curves of rabbit lines selected on growth rate on litter size, *Animal Production*, 1993, 57: 332-334.
- 34. BLOCHER F., FRANCHET A., 1990.** Fertilité, prolificité et productivité au sevrage en insemination artificielle et en saillie naturelle; influence de l'intervalle mise bas-saillie sur le taux de fertilité. *5^{èmes} JRC*, 12-13 Déc. Paris. Communication N° 2.
- 35. BOISOT P., DUPPERRAY J., GUYONVARCH A., 2005.** Intérêt d'une restriction hydrique en comparaison au rationnement alimentaire en bonnes conditions sanitaires et lors d'une reproduction expérimentale de l'Entéropathie Epizootique du lapin (EEL), *11^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole*, 29-30 Novembre 2005, Paris.
- 36. BOLET G. 1998.** Problèmes liés à l'accroissement de la production chez la lapine reproductrice. *INRA. Productions Animales*. 235-238.
- 37. BOLET G., BRUN J., LECHEVESTRIER S., LOPEZ M., BOUCHER S., 2001.** Evaluation des performances de reproduction de 8 races de lapins dans 3 élevages expérimentaux.
9^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole, 2001, Paris, France, 213-216.
- 38. BOLET G., SALEIL G., 2002a.** Strain INRA9077 (France). In *Rabbit Genetic Ressources in countries. Options Méditerranéenne*. Série B. N°38. 117-124.
- 39. BOLET G., SALEIL G., 2002b.** Strain INRA2066 (France). In *Rabbit Genetic Ressources in countries. Options Méditerranéenne*. Série B. N°38. 125-131.
- 40. 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. *Proceedings 10th World Rabbit Congress - September 3 - 6, 2012- Sharm El- Sheikh - Egypt*, 195 – 199.

- 41. BONNES G., AFKE A., DARRE, FUGIT G., GADOUD R., 1991.** Amélioration génétique des animaux domestiques, Paris/ Foucher, 287 p.
- 42. BOUCHER S., NOUAILLE L. (2002).** Maladies des lapins. Editions France Agricole, 2^{ème} édition.
- 43. BOUDJEMA C., LARAB M., 2013.** Croisement de lapines hybrides avec des lapins de souche locale : Analyse des caractères phénotypiques de la génération F1, Master en Sciences et Techniques des productions animales, Ecole Nationale Supérieure Agronomique. El Harrach, Alger, 57 p.
- 44. BOUGUERRA A., 2011.** Contribution à l'évaluation des performances zootechniques du lapin de population locale élevé en semi plein air, Mémoire de Magistère en Sciences Agronomiques, Ecole Nationale Supérieure Agronomique, El Harrach, Alger, 86 p.
- 45. BOUJENANE I., 1996.** Méthodes d'évaluation génétique des reproducteurs : Application aux taureaux d'IA du programme national de testage. Séminaire de l'ANPA sur « *L'amélioration génétique des bovins laitiers* », Taroudant, 24-25 Mai 1996, pp 75-84.
- 46. BOUMAHDJ-MERAD Z., THEAU-CLEMENT M., BERBAR A., KAIDI R. 2013.** Etude comparative des structures ovariennes des lapines en fonction de leur réceptivité au moment de l'accouplement et du stade *post coitum*. *15èmes Journées de la Recherche Cunicole, Le Mans 19-20 Nov. 2013*, 165-168.
- 47. BOUSSIT D., 1989.** Reproduction et insémination artificielle en cuniculture. Association Française de Cuniculture éditeur, Lempdes (France), 234p.
- 48. BOUZERKAOUI A., 2002.** The Tadla Rabbits (Morocco). Institut Technique Agricole de Fkih Ben Salah. <http://www.iamz.ciheam.org> Consulté le 08/06/2016
- 49. BRITO L.F.C., SILVA A.E.D.F., UNANIAN M.M., DOBE M.A.N, BARBOSA R.T., KASTELIC J.P., 2004.** Development in early and late-maturing Bos indicus and Bos indicus x Bos taurus crossbred bulls in Brazil. *Theriogenology* ; 62 : 1198-1217.
- 50. BRUN J.M., 1992.** Les bases de la génétique quantitative : Définition et mesure des paramètres, hors-série « Elément de génétique quantitative et application aux populations animales », pp 101-105.
- 51. BRUN J.M., 1993.** Paramètres du croisement entre trois souches de lapin et analyse de la réponse à une sélection sur la taille de portée : caractères des portées à la naissance et au sevrage. *Génét. Sél. Evol.*, 25: 459-474.

- 52. 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. *6^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole en France*. La Rochelle, 6-7 Décembre 1994, 195-202.
- 53. BRUN J.M., BASELGA M., 2004.** Analysis of reproductive performances during the formation of a rabbit synthetic strain. In : *8th World Rabbit Congress, Puebla, Mexico, 4-11 september, 2004* (p. 32-37). <https://prodinra.inra.fr/record/6975>
- 54. BRUN J.M., BASELGA M., 2005.** Analysis of reproductive performances during the formation of a synthetic rabbit strain. *World Rabbit Science*, 2005, 13 : 239 – 252.
- 55. BRUN J.M., AILLOUD E., BELMISSE E., SANCHEZ A., BOLET G., THEAU-CLEMENT M., 2013.** Héritabilité de la fécondance de la semence de lapin utilisée en insémination artificielle. *15^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole*. Le Mans (France). 205-208p.
- 56. CAMACHO J., BASELGA M., 1990.** Estimation des corrélations génétiques entre caractères de reproduction et de croissance à travers la réponse à la sélection, *5^{ème} Journées de la Recherche Cunicole*, Paris, France.
- 57. CANDAU M., AUVERGNE A., BABILE R., BENHALLOU A., 1982.** Influence des apports minéraux de la ration sur le sex ratio chez le lapin, *3^{ème} Journées de la Recherche Cunicole*, France, ITAVI, Ed. Paris.
- 58. CASTELLINI C., DAL BLASCO A., MUGNAI C., 2003.** Comparison of different reproduction protocols for rabbit does : effect of litter size and mitin interval. *Livest. Prod. Sci.* 83 : 131-139.
- 59. CHALABI A., ZENBOUDJI E., 2011.** Evaluation des paramètres de reproduction et de croissance chez la lapine de souche hybride, élevée en semi plein air en été, Mémoire d'Ingénieur en Sciences Agronomiques, Ecole Nationale Supérieure Agronomique, El Harrach, Alger, 46 p.
- 60. CHANTRY DARMON C., 2005.** Construction d'une carte intégrée génétique et cytogénétique chez le lapin européen : application à la primo localisation du caractère Rex. Thèse, de Docteur en Sciences, université de Versailles-Saint-Quentin, 219p.
- 61. CHAOU T., 2006.** Etudes des paramètres zootechniques et génétiques d'une lignée paternelle sélectionnée en GO et de sa descendance, du lapin local « *Oryctolagus Cuniculus* », Mémoire de Magistère en Médecine Vétérinaire, Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire, El Harrach, Alger, 127 p.

- 62. CHEEKE P.R., PATTON N.M., LUKEFAHR S.D., Mc NITT J.I., 1987.** Rabbit production. *Intersate Ed.*, Danville, IL, USA, 472 pp.
- 63. CHEKIKENE A.H., 2014.** Etudes rétrospective et cinétique du progrès génétique des performances de reproduction de la souche synthétique cunicole ITELV2006. Mémoire de magister en Sciences Agrovétérinaires. Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire. Alger. 58p.
- 64. CHERFAOUI-YAMI D., 2000.** Elevage de lapins de population locale : Etude de la reproduction et de la croissance à un niveau rationnel. Thèse de Magister en Sciences Agronomiques. Université de Blida, 110 p.
- 65. CHERFAOUI D.J., THEAU-CLEMENT M., ZERROUKI N., BERCHICHE M., 2013.** Reproductive performance of male rabbits of Algerian local population. *World Rabbit Science*, 21(2), 91-99.
- 66. CHERFAOUI-YAMI D., 2015.** Evaluation des performances de reproduction des lapines d'élevage rationnel en Algérie. Thèse de Doctorat. Université Mouloud Mammeri. Tizi Ouzou.
- 67. COLIN M., 1975.** Besoins nutritionnels et alimentation pratique du lapin, Informations techniques des services vétérinaires N 51 à 54, 1976.
- 68. COLIN M., 1992.** La cuniculture des pays méditerranéens. *Cun. Sciences*. Vol. 7, pp. 22-27.
- 69. COLIN M., LEBAS F., 1994.** Production et consommation de viande dans le monde : Une tentative de synthèse, 6^{ème} *Journées de la Recherche Cunicole*. La Rochelle, 6-7 Décembre, vol. 2, pp 449-458.
- 70. COLIN M., LEBAS F., 1996.** Rabbit meat production in the world. A proposal for every country. 6th *World Rabbit Congress*, Toulouse, France, 9-12 July1996, vol.3, 323-330.
- 71. COLIN M., TUDELA F., 2009.** Techniques d'élevage et économie. Journée d'étude ASFC « Vérone 2008 - Ombres et Lumières », *Cuniculture magazine*, 36, 38-42.
- 72. COMBES S., 2004.** Valeur nutritionnelle de la viande de lapin, *INRA Productions Animales*, 17 (5), pp 373-383.

- 73. COUDERT C.L., 2005.** Influence du sevrage précoce sur la sensibilité des lapereaux à une infection expérimentale par une souche d'Escherichia coli Entéropathogène O103 :H2, Thèse de Docteur Vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire, Toulouse, France, 76 p.
- 74. COULETEL G., 2013.** Résultats technico-économiques des éleveurs de lapins de chair en France en 2012. *15èmes Journées de la Recherche Cunicole*, Le Mans 19-20 Nov. 2013, 111-114.
- 75. COULETEL G., 2014.** Performances moyennes des élevages cunicoles en France pour l'année 2013. Résultats RENACEB. *Cuniculture magazine Volume 41* (année 2014), 25-26.
- 76. DABOUSSII., 2014.** Filière cunicole problématique et perspective de développement, GIPAC (2014)
- 77. DALLE ZOTTE A., OUHAYOUN J., 1998.** Effect of genetic origin, diet and weaning weight on carcass composition, muscle physicochemical and histochemical traits in the rabbit. *Meat Science* 50, 471-478.
- 78. DALLE ZOTTE A., 2014.** Rabbit farming for meat purposes. *Animal Frontiers October 2014*, Vol. 4, No. 4
- 79. DALLI Z.O., 2000.** Variations saisonnières de la prise alimentaires et des hormones plasmatiques de reproduction chez le lapin domestique de population locale (*Oryctolagus Cuniculus*). Thèse de Magister en Sciences Agronomiques, INA (El Harrach), 92p.
- 80. DANY M., CHARLES A., SIHAM Y., 2001.** L'élevage de lapin. Jal et Dib- Liban. 20 p.
- 81. DAOUDI-ZERROUKI N., 2006.** Caractérisation du lapin de la population locale : Evaluation des performances de reproduction des lapines en élevage rationnel, Thèse de Doctorat en Biologie Animale, Faculté des Sciences Biologiques et Sciences Agronomiques, Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, 131 p.
- 82. DELAVEAU A., LEMOINE G., COULMIN J.P., 1979.** Mortalité des Lapereaux au Nid. *Annales de zootechnie*, INRA/EDP Sciences, 1979, 28 (2), pp.165-172.
- 83. DELAVEAU A., 1986.** Accouplement et fertilité des femelles. Sélection, Reproduction et Techniques d'élevage du lapin de chair-ITAVI, 69-77.

- 84. DEMARLY Y., 1977.** Les variétés synthétiques. In Y. Demarly "*Génétique et amélioration des plantes*", Masson, Paris, pp.236-252.
- 85. DEPRES E., THEAU-CLEMENT M., LORVELEC O., 1994.** Productivité des lapines élevées en Guadeloupe : influence du type génétique, de l'allongement de la durée d'éclaircissement, de la saison et du stade physiologique. *6^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole*, La Rochelle (France), 6 et 7 Décembre 1994, Vol. 1, 153-162.
- 86. DE ROCHAMBEAU H., 1989.** La génétique du lapin, producteur de viande. INRA Productions animales, 1989, 2 (4), pp.287-295.
- 87. DE ROCHAMBEAU H., DE LA FUENTE L.F., ROUVIER R., OUHAYOUN J., 1989.** Sélection sur la vitesse de croissance post-sevrage chez le lapin, *Génét. Sél. Evol.*, 21, pp 427-546.
- 88. DE ROCHAMBEAU H., 1990.** Objectifs et méthodes de gestion génétique des populations viandes en France, Situation actuelle et perspectives, *Journées Cunicole*, 24-25 Novembre, pp 147-159.
- 89. DE ROCHAMBEAU H., 1998.** La « femelle parentale ». Presented at *7^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole*. Lyon (France). 13 et 14 Mai 1998. <https://prodinra.inra.fr/record/161863>
- 90. DIAZ P., COSALUEZ L.F., RODRIGUEZ J.M., 1988.** Sexual behaviour in the post partum period of domestic rabbits. *Animal Reproduction Science*. 17 (1988), 251-257.
- 91. DJAGO A.Y., KPODEKON M., LEBAS F., 2007.** Méthodes et techniques d'élevage du lapin. *Elevage en milieu tropical*. Mis en ligne le 18 Août 2007, 2^{ème} édition révisée *Le guide pratique de l'éleveur de lapins en Afrique de l'Ouest*, Ed. Association « cuniculture », France, 71 p.
- 92. DJELLAL, F., MOUHOUS A., KADI, S. A., 2006.** Performances de l'élevage fermier du lapin dans la région de, Tizi-Ouzou, Algérie. *Livestock Research for Rural Development*, 18 (7) 2006.
- 93. DRUMMOND H., VAZQUEZ E., SANCHEZ-COLON S., MARTINEZ-GOMEZ M., HUDSON R., 2000.** « Competition for milk in the domestic rabbit: survivors benefit from littermate deaths », *Ethology*, Vol. 106, N° 6, p. 511-526.
- 94. EADY S.J., GARREAU H., 2008.** An enterprise gross margin model to explore the influence of selection criteria for breeding programs and changes to management systems. *9^{ème} Congrès Mondial de Cuniculture*, Vérone, Italie, 10-14 Juin 2008.

- 95. EL RAFFA A.M., KOSBA M.A., 2002.** The Buscat rabbit (Egypt). In Rabbit Genetic Resources in Mediterranean countries. *Option Méditerranéennes*. Série B. N°38.65-47.
- 96. ELSSEN J.M., 2000.** Sélection et introgression assistées par marqueurs, INRA Prod. Anim. Hors-Série "Génétique moléculaire : Principes et application aux populations animales, pp 233-237.
- 97. ESTANY J., BASELGA M., BLASCO A., CAMACHO J., 1989.** Mixed model methodology for the estimation of genetic response to selection in litter size of rabbits, *Livest. Prod. Sci.*, 21: 67-75.
- 98. ESTANY J., CAMACHO J., BASELGA M., BLASCO A., 1992.** Selection response of growth rate in rabbit for meat production. *Genet. SEL. Evol.*, 24, pp 237-527.
- 99. EVANS E., JEBELIAN V., RYCQUART W.C., 1983.** Effects of potassium and magnesium levels upon performance of fryer rabbits, *J. Appl. Rabbit Res.*, 6, pp 49-51.
- 100. FAOSTAT, 2013.** Données statistiques de la FAO, domaine de la production agricole : Division de la statistique, Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture, Site web : <http://faostat3.fao.org/download/Q/QL/E> Consulté le 25/11/2016.
- 101. F.A.O. 2014.** The Statistics Division of the FAO. <http://faostat.fao.org/> Consulté le 26/11/2016
- 102. FATNASSI A., 2007.** Evaluation des performances de reproduction et de croissance du lapin de population locale élevé en semi plein air, Mémoire d'ingénieur d'état en Agronomie, Ecole Nationale Supérieure Agronomique, El Harrach, Alger, 48 p.
- 103. FAYEZ I., MARAI M., ALNAIMY A., HABEED M., 1994.** Thermoregulation in rabbits, CIHEAM, *Options Méditerranéennes*, Vol.8, pp 471-474.101.
- 104. FEKETE J., BOKORI, 1984.** Effect of the fiber and protein level of rabbit diets on spontaneous re-ingestion of Caecotrophes, *3rd World Rabbit Congress*.102.
- 105. FELLOUS N., REGUIG K., AINBAZIZ H., 2012.** Evaluation des performances zootechniques de reproduction des lapines de population locale Algérienne élevées en station expérimentale. *Livestock Res. for Rur. Dev.*, 24(3), 2012.103.

- 106. FERRAH A., YAHIAOUI S., KABLI J., 2003.** Les races de petits élevages (Aviculture, Cuniculture, Aquaculture, Pisciculture), Recueil des recommandations atelier N°3 « *Biodiversité importante pour l'agriculture* », MATE-GEF/PNUD, projet ALG/97/G3/ Tome X.52-61.104.
- 107. FEUGIER A., FORTUN-LAMOTHE L., 2006.** Extensive reproductive rhythm and early weaning improve body condition and fertility of rabbit does. *Anim. Res.*, Volume 55/N°5 (September-October 2006) 459-470.105.
- 108. FIELDING D., 1993.** Le lapin, Ed. Maisonneuve et Laros, 147 p.106.
- 109. FINZI, A., 2006.** Integrated backyard systems.107.
- 110. FONTANESI L., SCOTTI E., COLOMBO M., BERETTI F., FORESTIER L., DALL'OLIO S., DERETZ S., RUSSO V., ALLAIN D., OULMOUDEN A., 2010.** A composite six bp in-frame deletion in the melanocortin 1 receptor (MC1R) gene is associated with the Japanese brindling coat colour in rabbits (*Oryctolagus cuniculus*). *BMC Genet.* 2010 Jul. 1 ;11-59.108.
- 111. FORTUN-LAMOTHE 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, 1982-1986.109.
- 112. FORTUN-LAMOTHE L., LEBAS F., 1994.** Influence of the number of the sucking young and the feed level on foetal survival and growth in rabbit does. *Annales de zootechnie*, 43, 163-171.110.
- 113. FORTUN-LAMOTHE L., BOLET G., 1995.** Effet de la lactation sur les performances de reproduction chez la lapine. *INRA Productions Animales*, 8 (1), 49-56.111.
- 114. FORTUN-LAMOTHE L., MARIANA J.C., 1998.** Effets de la simultanéité de la gestation et de la lactation chez la lapine sur le développement folliculaire chez les filles futures reproductrices. *7èmes Journées de la Recherche Cunicole*, Lyon (France), 13-14 Mai 1998, 261-264.112.
- 115. FORTUN-LAMOTHE F., PRUNIER A., BOLET G., LEBAS F., 1999.** Physiological mechanisms involved in the effects of concurrent pregnancy and lactation on foetal growth and mortality in the rabbit *Livestock Production Science*. 60 (1999) 229 –241.113.

- 116. FORTUN-LAMOTHE L., GIDENNE T., 2000.** Effects of the suckled litter size on intake behavior, performance and health status of young and reproducing rabbits, *Ann. Zootech.*, pp 517-529.114.
- 117. FORTUN –LAMOTHE L., GIDENNE T., 2003.** Besoins nutritionnels du lapereau et stratégies d'alimentation autour du sevrage, *INRA Productions Animales*, 16 (1), pp 39-47.115.
- 118. FORTUN-LAMOTHE L., THOMAS M., TICHIT M., JOUVEN M., GONZALEZ-GARCIA E., DOURMAD J.-Y., DUMONT B., 2013.** Agro-écologie et écologie industrielle : deux voies complémentaires pour les systèmes d'élevage de demain. Applications potentielles aux systèmes cunicoles (Synthèse). *15èmes Journées de la Recherche Cunicole, Le Mans, 19-20 Nov. 2013*, 121-131.116
- 119. FRANCK T., 1990.** Etude comparative de deux systèmes d'engraisement de lapins de chair : semi plein air et tunnel isolé, Mémoire de fin d'étude, I.U.T de Perpignan.117.
- 120. FROMONT A., 2001.** L'élevage de lapin. Ed. Educagri. 123p.118
- 121. GACEM L., TLEMSANI I., 1999.** Réflexion sur la structure et la dynamique de la consommation et des prix des viandes de lapins en Algérie, Séminaire sur les produits agro-alimentaires en Algérie, Juin 1999.119.
- 122. GACEM M., LEBAS F., 2000.** Rabbit husbandry in Algeria. Technical structure and evaluation of performances. 7th World Rabbit Congress, Valencia, Spain, 4-7 July 2000, vol. B, 75-80.120.
- 123. GACEM M., BOLET G., 2005.** Création d'une lignée issue de croisement entre une population locale et une souche européenne pour améliorer la production cunicole en Algérie. 11^{èmes} journées de la Recherche Cunicole, 29-30 Novembre, Paris, 15-18.121.
- 124. GACEM M., ZERROUKI N., LEBAS F., & BOLET G., 2008.** Strategy for developing rabbit meat production in Algeria : Creation and selection of synthetic strain. <http://world-rabbit-science.com/Proceedings/Congress-2008-Veronaf>.122.
- 125. GACEM M., ZERROUKI N., LEBAS F., BOLET G., 2009.** Comparaison des performances de production d'une souche synthétique de lapins avec deux populations locales disponible en Algérie, *13^{ème} Journées de Recherche Cunicole*, 17-18 Novembre 2009, Le Mans, France.123.
- 126. GALAL E.S.E., KHALIL M.H., 1994.** Development of rabbit industry in Egypt. *Cahiers Options Méditerranéennes*, n° 8, 43-55.

- 127. GALLOUIN F., 1981.** Particularités de la physiologie de la reproduction chez le lapin. Session ADERPINA. Cours de physiopathologie de la reproduction chez le lapin, INA Paris Grignon, Paris, France, 1-15.
- 128. GARREAU H., SZENDRO Zs., DE ROCHAMBEAU H., 2000.** Genetic parameters and genetic trends of growth and litter size traits in the White Pennton breed., *Prod 7th World Rabbit Congress*, Valence, Espagne, A, pp 403-408.
- 129. GARREAU H., De ROCHAMBEAU H., 2003.** La sélection des qualités maternelles pour la croissance du lapereau. *10^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole*, 10-20 Novembre 2003, Paris (France), ITAVI. 64-69.
- 130. GARREAU H., PILES M., LARZUL C., BASELGA M., ROCHAMBEAU H. DE, 2004.** Selection of maternal lines: last results and prospects. *Proc. 8th World Rabbit Congr.*, September 7-10, Puebla, Mexico, 14-25.
- 131. GARREAU H., BRUN J.M. THEAU-CLEMENT M., BOLET G., 2008.** Evolution des axes de recherche à l'INRA pour l'amélioration génétique du lapin de chair, *INRA Prod. Anim.*, 21 (3), pp 269-276.
- 132. GHEZAL-TRIKI N., COLIN M., 2000.** La cuniculture des pays arabes, *Cuniculture* N°27, pp 265-270.
- 133. GIANINETTI R., 1986.** L'élevage rentable des lapins, Paris, Editions De Vecchi, 191 p.
- 134. GIDENNE T., 1996.** Conséquences digestives de l'ingestion de fibres et d'amidon chez le lapin en croissance : vers une meilleure définition des besoins, *INRA. Production Animale*, 9(4), pp 243-254.
- 135. GIDENNE T., GARCIA J., 2006.** Nutritional strategies improving the digestive health of the weaned rabbit. In *recent advances in rabbit sciences (Ed.)* L.Maertens and P. Coudert, 229-237.
- 136. GIDENNE T., 2007.** Filière cunicole française et systèmes d'élevage.
- 137. GIDENNE T., AUBERT C., DROUILHET L., GARREAU H., 2013.** L'efficacité alimentaire encuniculture: impacts technico-économiques et environnementaux. *15^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole*, 19-20 novembre 2013, Le Mans, France <http://www.cuniculture.info/Docs/Magazine/Magazine2013/mag40-029.html>

- 138. GONDRET F., COMBES S., LARZUL C., DE ROCHAMBEAU H., 2005.** Carcass composition, bone mechanical properties, and meat quality traits in relation to growth rate in rabbits, *J. Anim. Sci.*, 83:1526-1535.
- 139. GUEMOUR D., 2011.** Adaptation des systèmes d'élevage des animaux domestiques aux conditions climatiques et socio-économiques des zones semi-arides: cas de l'élevage cunicole de la région de Tiaret. Thèse de Doctorat en biologie. Option: Biologie Animale. Faculté des sciences. Département de Biologie. Université d'Oran. 147p.
- 140. GYARMATI T., SZENDRO Z., MAERTENS L., BIRO-NEMETH E., RADNAI I., MILISITS G., MATICS Z., 2000.** Effects of suckling twice a day on the performance of suckling and growing rabbits, In: *Proceedings of 7th World rabbit Congress* 4-7 July 2000, A. Blasco, Spain, Valencia Editions, *World Rabbit Science*, 8, suppl 1., Vol. C., pp 283-290.
- 141. HALLAIS J. P., 2012.** Bases de génétique et de sélection animale, Février 2012, 83p.
- 142. HAJJ E., BOUTROS C., DOUMET W., 1998.** Suivi technique des paramètres zootechniques dans un élevage cunicole au Liban. *World Rabbit Science*, 6 (2) : 263-267.
- 143. HENAFF R., PONSOT J.F., 1986.** Le critère de fertilité dans les élevages cunicoles, approche des facteurs favorables à son amélioration : Première analyse. *4^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole*, France, Tome 41.1-41.
- 144. HENAFF R., JOUVE D., 1988.** Mémento de l'éleveur de lapins, 7^{ème} Ed. Paris, Editions Lavoisier, 448 p.
- 145. HARLT D.L., JONES W.E., 2003.** Génétique, Les grands principes, 3^{ème} Edition Dunod, Paris, 607p.
- 146. HERNANDEZ P., ALIAGA S., PLA M., BLASCO A., 2004.** The effect of selection for growth rate and slaughter age on carcass composition and meat quality traits in rabbits, *J. Anim. Sci.*, 82:3138-3143.
- 147. HULOT F., MATHERON G., 1979.** Effet du génotype, de l'âge et de la saison sur les composantes de la reproduction chez la lapine. *Ann. Génét. Anim.* 11, 53-77.
- 148. HULOT F., MATHERON G., 1980.** Comparaison de la reproduction de lapines de deux génotypes. Effet de l'âge et de la saison. INRA. Toulouse. *2nd World Rabbit Congress*.

- 149. HULOT F., MATHERON G., 1980.** Effet du génotype; de l'âge et de la saison sur les composantes de la reproduction chez la lapine. *Ann. Génét. Sél. Anim.* 13(2), 131-150.
- 150. HULOT F., MATHERON G., 1982.** L'établissement de la puperté chez la lapine (folliculogénèse et ovulation). Effet du rationnement alimentaire. *Reproduction Nutrition Développement*, 22 (3), 439-453.
- 151. INRA, 1989.** L'alimentation des animaux monogastriques : porc, lapins, volailles, 2^{ème} Ed., INRA Ed., Paris, 282 p.
- 152. IRAQI M.M., 2003.** Estimation and evaluation of genetic parameter for body weight traits of new zeland white rabbits in Egypt using different multivariate animal models, *Livestock research for rural development*, Vol. 15, Issue 6, pp 47-55.
- 153. IRAQI M.M., IBRAHIM M.K., HASSAN N.S.H., EL-DEGHADI A.S. 2006.** Evaluation of litter traits in purebred and crossbred rabbits raised under Egyptian conditions. *Livest. Res. Rural. Dev.*, 18. No. 83. Available at : <http://www.lrrd.org/lrrd18/6/iraq18083.htm>
(PDF) *Genetic trend in selection for litter weight in two maternal lines of rabbits in Egypt.* Available from: https://www.researchgate.net/publication/50839772_Genetic_trend_in_selection_for_litter_weight_in_two_maternal_lines_of_rabbits_in_Egypt [accessed Oct 09 2018].
- 154. IRAQI M.M., 2008.** Estimation of heritability and repeatability of maternal and milk production traits in New Zeland White rabbit raiser in hot climate conditions, *Livestock research for rural development*, 20, (8).
- 155. ITAVI, 2017.** Institut Technique des Filières Avicoles, Cunicole et Piscicoles. Structure et organisation des filières cunicoles en Europe. Septembre 2017.
- 156. JAOUZI T., BARKOK A., BOUZEKRAOUI A., BOUYMAJJANE Z., 2004.** Evaluation of some production parameters in rabbit. Comparative study of local Moroccan rabbit and Californian breed in pure and Cross Breeding. *Proceedings : 8th World Rabbit Congress- September 7-10, 2004 - Puebla, Mexico*, 1194-1201
- 157. JOLY T., 2000.** Reproduction et physiologie de la reproduction. *7ème Congrès Mondial de la Cuniculture*. 5 Décembre 2000. Valence, 10-24.
- 158. JUSSIAU R., MONTMEAS L., PAPET A., 2006.** Amélioration génétique des animaux d'élevage, Educagri editions, Dijon, Collection *ZOOTECHE*, 322 p.

159. **KADI S. A., DJELLAL F., BERCHICHE M., 2008.** Commercialization of rabbit's meat in Tizi Ouzou area, Algeria. In Proc : *9th World Rabbit Congress*. Verona – Italy.
160. **KADI, S. A. ; GUERMAH, H. ; BANNELIER, C. ; BERCHICHE, M. ; GIDENNE, T., 2011.** Nutritive value of sun-dried sulla (*Hedysarum flexuosum*) and its effect on performance and carcass characteristics of growing rabbits. *World Rabbit Sci.*, 19 (3) : 151-159
161. **KERRY K., KEPPLER J.H., 1997.** Issues in the sharing of benefits rising out of the utilization of genetic resources, OCDE/GD, (97) 193.
162. **KENNOU S., 1990.** Système de reproduction dans la production traditionnelle villageoise de lapin en Tunisie. *Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens* ; N° 8.
163. **KENNOU S., BETTAIB S., 1990.** Etude de la prolificité et de ses composantes des lapines locales tunisiennes. *Options Méditerranéennes. Série Séminaires*. N°8, 97-101.
164. **KENNOU S., LEBAS F., 1990.** Résultats de reproduction des lapines locales Tunisiennes élevées en colonies au sol. *Option méditerranéennes : Série A, Séminaires Méditerranéens*, N°8, 93-96.
165. **KHALIL M.H., 2002.** The Baladi Rabbits (Egypt). Rabbit Genetic Resources in Mediterranean Countries. Zaragoza, CIHEAM-IAMZ. *Options Méditerranéennes : Série B. Etudes et recherches*. N°38, 37-50.
166. **KHALIL M.H., AL SAEF A.M., 2008.** Methods, criteria, technics and genetic responses for rabbit selection, *9th W. R. C.* Verona. Italy, pp 1-22.
167. **KHEDIM A., 2013.** Cinétique du progrès génétique en souche synthétique cunicole de l'ITELV sur des performances de croissance, Mémoire de fin d'études. Faculté des Sciences Agro- Vétérinaires et Biologiques, Université Saad Dahleb, Blida. 53p.
168. **KOEHL P.F., 1979.** Fonctionnement et résultats de la gestion technico-économique de l'ITAVI, Session Nationale d'Information de l'ITAVI des 20-21 Juin 1979, Paris.
169. **KOEHL P.F., 1994.** Etude comparative d'élevage cunicole à hautes et faibles performances. *6^{ème} Journées de la Recherche Cunicole*, Vol. 2, pp 481-485.
170. **LABORDA P., MOCE M.L., CIMENT A., BLASCO A., SANTACREU M.A., 2008.** Selection of ovulation rate in rabbits : Correlated response on litter size and its components. *9th W.R.C.* Verona (Italy). 145-152.

- 171. LAFFOLAY B., 1985.** Croissance journalière du lapin, *Cuniculture*, 12 (6), pp 212-331.
- 172. LAKABI-IOUALITENE D., LOUNAOUCI-OUYED G., BERCHICHE M., LEBAS F., FORTUN-LAMOTHE L., 2008.** The effects of the complete replacement of barley and soybean meal with hard wheat by-products on diet digestibility, growth and slaughter traits of a local Algerian rabbit population. *World Rabbit Sci.* 2008, 16 : 99-106.
- 173. LAPLACE J.P., 1978.** Le transit digestif chez les monogastriques, *Ann. Zootech.*, 27, pp 225-265.
- 174. LARZUL C., GONDRET F., COMBES S., DE ROCHAMBEAU H., 2003.** Analyse d'une expérience de sélection sur le poids à 63 jours : I- Déterminisme génétique de la croissance, *10^{ème} Journ. Rech. Cunicole*, Paris, 145-148.
- 175. LARZUL C., DE ROCHAMBEAU H., 2004.** Comparison of ten rabbits' lines of terminal bicks for growth, feed efficiency and carcass traits, *Anim. Res.*, 53, sous presses.
- 176. LARZUL C., GONDRET F., COBES S., DE ROCHAMBEAU H., 2004.** Divergent selection on 63-day body weight in the rabbit: response on growth, carcass and muscle traits. *Genet. Sel. Evol.*, 37, pp 105-122.
- 177. LARZUL C., GONDRET F., 2005.** Aspects génétiques de la croissance et de la qualité de la viande chez le lapin, *INRA Production Animale*, 18, pp 119-129.
- 178. LAVARA R., LAVARA F., VICENTE J.S., MOCE E., 2000.** Use of different duluents with low number of spermatozoa by insemination dose in rabbit. *7th W.R.C. Spain World Rabbit Science*. 8, supp.1, vol. A : 173-177.
- 179. LAZZARONI C., ANDIONE F., LUZI M., ZECCHINI M., 1999.** Performances de reproduction du lapin gris de Carmagnola : Influence de la saison et de l'âge des lapereaux au sevrage. *8^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole*, 1999, Paris, France, 151-154.
- 180. LAZZARONI C., BIAGINI D., RADAELLI V., LUZI F., 2012.** Technical Note : Year, season and parity effect on weaning performance of the Carmagnola Grey Rabbit breed. *World Rabbit Science*, 20 : 57-60.

181. **LEBAS F., 1968.** Mesure quantitative de la production laitière chez la lapine. *Annales de Zootechnie*, 17, 169-182.
182. **LEBAS F., 1984.** Alimentation des lapins producteurs de viande en élevage rationnel intensif, *Colloque technique Franco-Algérien sur Techniques nouvelles dans la filière avicole*. 3^{ème} Session, Constantine, Algérie, 21-28 Mars 1984, 24 p.
183. **LEBAS F., COUDERT P., ROUVIER P., DE ROCHAMBEAU H., 1984.** Elevage et pathologie. Collection F.A.O.298.
184. **LEBAS F., COUDERT P., ROUVIER P., DE ROCHAMBEAU H., 1986.** Le lapin : Elevage et pathologie. Collection F.A.O. Production et santé animale.
185. **LEBAS F., 1989.** Besoins nutritionnels des lapins, Revue bibliographique et perspectives, *Cuni. Sciences*, 5, pp 1-28.
186. **LEBAS F., 1991.** Alimentation pratique des lapins en engraissement, *Cuniculture* N°102, 18 (6), pp 273-281.
187. **LEBAS F., MARIONNET D., HENAFF R., 1991.** La production du lapin, 3^{ème} Ed, Paris, Editions Lavoisier, 206 p.
188. **LEBAS F., 1992.** Pratique des lapins en engraissement, *Cuniculture* N°104, 19 (2), 83-90.
189. **LEBAS F., COLIN M., 1992.** World rabbit production and research situation. *5th World Rabbit Congress*, Corvallis (Oregon), 25-30 Juillet 1992, pp 1-6.
190. **LEBAS F., 1994.** Rappels sur la physiologie de la reproduction du mâle et de la femelle. Journée AERA-ASFC.
191. **LEBAS F., 1996.** Nutrition, poil et fourrure. 6th W.R.C. 09-12 Décembre 1996. Toulouse. France.
192. **LEBAS F., COUDRET P., DE ROCHAMBEAU H., THEBAULT R.G., 1996.** Le lapin élevage et pathologies, Ed. Rome, FAO, 219 p.
193. **LEBAS F., 2000.** Granulométrie des aliments composés et fonctionnement digestif du lapin, INRA Production Animale, pp 109-116.

- 194. LEBAS F., COLIN M., 2000.** Production et consommation de viande de lapin dans le Monde. Estimation en l'an 2000. *Jornadas Internacionais du Cunicultura*, 24-25 Nov.2000, Vila Real (Portugal), 3-12.
- 195. LEBAS F., 2002.** Biologie du lapin, <http://www.cuniculture.info/Docs/indexbiol.htm>
Consulté le 18/06/2017
- 196. LEBAS F., 2004.** Recommandations pour la composition d'aliments destinés à des lapins en production intensive, *Cuniculture Magazine*, vol. 31, p2.
- 197. LEBAS F., 2005.** Productivité et rentabilité des élevages cunicoles professionnels en 2003. *Cuniculture Magazine*, vol. 32. 14-17.
- 198. LEBAS F., 2009.** Performances des lapins de population locale en Algérie. Conférence ITELV à Baba Ali (Algérie) 13 janvier 2009. Dossier PowerPoint, 12 dia, <http://www.cuniculture.info> Consulté le 21/09/2016
- 199. LEBAS F., 2010.** Intérêt d'une alimentation équilibrée pour l'élevage cunicole en Algérie, Communication lors du 1^{er} Atelier portant sur les résultats du programme de création d'une souche synthétique cunicole Algérienne : Perspectives de diffusion et d'amélioration génétique, ITELV, Alger, 15 et 16 Juin 2010.
- 200. LEBAS F., 2012.** <http://www.cuniculture.info/Docs/indexbiol.htm>, consulté le 27 Août 2017
- 201. LEBAS F., BANNELIER C., ADOUKONOU J., DJAGO A.Y., 2012.** Chemical composition of some raw materials available for rabbit feeding in Benin. 10th W.R.C. September 3-6, 2012. Sharm El-Sheikh (Egypt), 581-584.
- 202. LEGAULT C., 1998.** Génétique et prolificité chez la truie, la voie hyper prolifique et la voie sino européenne. INRA. *Production Animale*. 11. 214-218.
- 203. LHOSTE, 2001.** In : www.memoireonline.com Consulté le 31/12/2017
- 204. LOPEZ M., SIERRA I., VICENTE F., CONESA A., 1994.** The effects of changing the remating interval according the previous size on the reproductive performances of the doe rabbit. *Option Méditerranéenne : Séries Cahier*, 8, 337-345.
- 205. LOPEZ M., SIERRA I., 2002.** El Gigante de Espana Breed (Spain). In Rabbit Genetic Ressources in Mediterranean countries. *Option Méditerranéennes*. Série B. CIHEAM. N°38. 209-220.

- 206. LOUNAOUCI G., 2001.** Alimentation du lapin de chair dans les conditions de production algériennes, Mémoire de Magistère en Sciences Agronomiques, <http://www.cuniculture.info/Docs/indexbiol> Consulté le 07/05/218
- 207. LOUNAOUCI-OUYED G., LAKABI-IOUALITENE D., BERCHICHE M., LEBAS F., 2008.** Field beans and brewer's grains as protein source for growing rabbits in Algeria : first results on growth and carcass quality. In *9th World Rabbit Congress*, Verona. Italy.
- 208. LOUNAOUCI-OUYED G., LAKABI-IOUALITENE D., BERCHICHE M., LEBAS F., 2009.** Effets d'un apport de paille en complément d'un aliment granulé pauvre en fibres sur la digestion, la croissance et le rendement à l'abattage de lapins de population locale algérienne. *13^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole*. INRA-ITAVI. Le Mans (France). 17-18 Novembre 2009. 55-58.
- 209. LOUNAOUCI K., LIMANI D., 2001.** Caractérisation du lapin de population locale algérienne : Etude morphométrique et rendement à l'abattage, Mémoire de Docteur en Médecine Vétérinaire, USBD, Blida, Algérie, 33p.
- 210. LUKEFAHR S.D., CHEEKE P.R., 1990a.** Rabbit project planning strategies for developing countries : Practicals considerations. *Livestock Reaserch for rural development*. 2(2).
- 211. LUKEFAHR S.D., CHEEKE P.R., 1990b.** Rabbit project planning strategies for developing countries : Research considerations. *Livestock Reaserch for rural development*. 2(2).
- 212. LUKEFAHR S.D., ODI H.B., ATAKORA J.K.A., 1996.** Mass selection for 70-day body weight in rabbits, *J. Anim. Sci.*, 74, 1481-1489, Proc. *9th World Rabbit Congress*, June 10-13 Verona, Italy, pp 61-65.
- 213. LUKEFAHR S.D., RUIZ FERIA C.A., 2003.** Rabbit growth performance in a subtropical and semi-arid environment: effects of fur clipping, ear length, and body temperature. *Livestock Research for Rural Development*, 15 (2).
- 214. LUZI L., GALLIPOLI M., MUCCIARELLI S., BINDI D., PACOR F., 2001.** Testing of different seismic parameters for seismic parameters for site classification. Submitted to bull Earth Eng, this special issue.
- 215. MAERTENS L., 1994.** Influence du diamètre du granulé sur les performances des lapereaux avant sevrage, In : *6^{ème} Journées de Recherche Cunicole* (P. COUDERT, Ed.), 6 et 7 Décembre, La Rochelle, ITAVI publication, France, vol.2, pp 325-332.

- 216. MAERTENS L., 1996.** Nutrition de lapin : Connaissances actuelles et acquisitions récentes. *Cuniculture Magazine*. 127, 23 (1) : 33-35.
- 217. MAERTENS L., LEBAS F., SZENDRO Zs., 2006.** Rabbit milk: a review of quantity, quality and non-dietary affecting factors, *W.R.S.* 14, pp 205-230.
- 218. MATHERON G., CHEVALET C., 1977.** Conduite d'une population témoin de lapins. Évolution à court terme du coefficient de consanguinité selon le schéma d'accouplement. *Annales Génét. Sél. Anim.*, 9, 1-13.
- 219. MATHERON G., ROUVIER R., 1977.** Optimisation du progrès génétique sur la prolificité chez le Lapin, *Ann. Gén. Sél. Anim.* 9 (3), pp 393-405.
- 220. MATHERON G., ROUVIER R., 1978.** Etude de la variation génétique dans le croisement simple de 6 races de lapins pour les caractères de prolificité, taille et poids de portée au sevrage. *2^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole*, April 4-5, 1978. Toulouse, France, 22.
- 221. MATHERON G, ROUVIER R, 1979.** Study of genetic variation in 2 way and 3 way crossing in the rabbit : reproductive performances of does. *Annales de zootechnie*, INRA/EDP Sciences, 1979, 28 (1), pp.137-137.
- 222. MAZOUZI-HADID F., ABDELLI-LARBI O., LEBAS F., BERCHICHE M., BOLET G., 2014.** Influence of coat colour, season and physiological status on reproduction of rabbit does in an Algerian local population. *Animal reproduction science*, 150(1), 30-34.
- 223. MEFTI-KORTEBY H., 2010.** Growth and Reproduction Performance of the Algerian Endemic Rabbit, *European Journal of Scientific Research*, Vol.40 N° 1 (2010), pp 132-143.
- 224. MEFTI-KORTEBY H., KAIDI R., SID S., DAOUDI O., 2010.** Growth and Reproduction Performance of the Algerian Endemic Rabbit. *European Journal of Scientific Research*. 40 (1), 132 -143.
- 225. MEFTI-KORTEBY H., 2012.** Caractérisation zootechnique et génétique du lapin local (*Oryctolagus Cuniculus*), Thèse de Doctorat en Sciences Agronomiques, Spécialité : Zootechnie, USBD, Blida, Algérie, 163 p.
- 226. MEZIANI C., MEZIANI S., 2003.** La reproduction du lapin hybride élevé en semi-plein air : Etude de quelques paramètres zootechniques et physiologiques. Mémoire d'Ingénieur d'Etat en Agronomie, INA (El Harrach), 64p.

- 227. MINVIELLE F., 1990.** Principe d'amélioration génétique des animaux domestiques, Ed. INRA, Les presses de l'université Laval, pp 41-65.
- 228. MOUDACHE M., 2002.** Influence des conditions d'ambiance estivale sur les performances de reproduction de la lapine de race locale élevée en semi plein air, Thèse d'Ingénieur en Sciences Agronomiques, Ecole Nationale Supérieure Agronomique. El Harrach, Alger, 50 p.
- 229. MOULLA F., 2006.** Evaluation des performances zootechniques de l'élevage cunicole de la ferme expérimentale de l'Institut Technique des Elevages, Baba Ali, Thèse de Magistère en Sciences Agronomiques, Ecole Nationale Supérieure Agronomique, El Harrach, Alger, 66 p.
- 230. MOULLA F., YAKHLEF H., 2007.** Evaluation des performances de reproduction d'une population locale de lapins en Algérie. *12^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole*. Le Mans, France. 27- 28 Novembre. 45- 48.
- 231. MOURA A.S.A.M.T., KAPS M., VOGT D.W., LAMBERSON W.R., 1997.** Two-way selection for daily gain and feed conversion in a composite rabbit population, *J. Anim. Sci.* 75: 2350-2354.
- 232. NEZZAR N., 2006.** Caractéristiques morphologiques du lapin local, Mémoire de Magistère, Option Anatomie Vétérinaire, 84 p.
- 233. NEGATU Z., MCNITT J.I., 2002.** Hormone profiles and nest-building behavior during the periparturient period in rabbit does. *Anim. Reprod. Sci.*, 72 :125 - 135.
- 234. OLLOVIER L., 2002.** Eléments de la génétique quantitative, 2^{ème} Ed., INRA, France, 184p.
- 235. OTHMANI-MECIF K., BENAZZOUG Y., 2005.** Caractérisation de certains paramètres biochimiques, plasmatiques et histologiques (Tractus génital femelle) chez la population locale de lapin (*Oryctolagus cuniculus*) non gestante et au cours de la gestation. *Sciences & Technologie C*, (23), 91-96.
- 236. OUHAYOUN J., ROUVIER R., 1973.** Composition corporelle et degré de maturité en poids des lapereaux de plusieurs génotypes, *Journée de Recherche Avicole et Cunicole*, Dec. INRA, France, pp 85-88.
- 237. OUHAYOUN J., 1978.** Etude comparative de races différant par le poids adulte, Thèse de 3^{ème} cycle, Montpellier, 104 p.

- 238. OUHAYOUN J., POUJARDIEU B., 1978.** Etude comparative des races de lapins en croisement. Relations interraciales et intra raciales entre les caractères des produits terminaux. 2^{ème} JRC, 4-5 Avril, Toulouse, France, Communication N° 25.
- 239. OUHAYOUN J., LEBAS F., DELMAS D., 1986.** La croissance et la composition corporelle du lapin : Influence des facteurs alimentaires, *Cuni. Sciences*, vol.3, Fasc.2.
- 240. OUHAYOUN J., 1983.** La croissance et le développement du lapin de chaire, *Cuni. Science*, vol. 1, Fasc. 1, pp 1-15.
- 241. OUHAYOUN J., 1990.** Abattage et qualité de la viande de lapin (communication N°40). In : 5^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole. Paris (France). INRA, ITAVI. Tome II.
- 242. OSENI S.O., LUKEFAHR S.D., 2014.** Rabbit production in low-input systems in Africa : situation, knowledge and perspectives A Review *World Rabbit Science*, 2014, 22 : 147-160.
- 243. OURUNMUY M., ADEYINKA I.A., OJO O.A., ADEYINKA F.D, 2006.** Genetic parameter estimates for pre-weaning litter traits in rabbits, *Pakistan Journal of biological Sciences*, 9 (15), pp 2909-2911.
- 244. OUYED A., LEBAS F., LEFRANÇOIS M., RIVEST J. 2007.** Performances de reproduction des lapines de races pures (Néo-Zélandais Blanc, Californien et Géant Blanc du Bouscat) et des croisés, en élevage assaini au Québec. In *Proc. : 12^{èmes} Journ. Rech. Cunicole*, INRA ITAVI, 27-28 novembre, 2007. Le Mans, France. http://www.crsad.qc.ca/uploads/tx_centrerecherche/Performances_de_reproduction_de_lapines.pdf
- 245. PAPP Z. RAFAI P., 1988.** Impact of heat stress on pregnant rabbits and on the development and viability of their fetuses. 4th *World Rabbit Congress*.
- 246. PARIGI-BINI R., XICCATO G., 1986.** Application of energy of the digestible protein in the rabbit in growth. *Magazine of cuniculture*. 23 (4), 54-56.
- 247. PERROT B., 1991.** L'élevage du lapin, Ed. Armand Colin, Paris.
- 248. PEETERS J.E., CHARLIER G.J., 1984.** Le complexe entérite du lapin de chair en élevage rationnel, *Cuni-Sciences*, 2, pp 13-26.
- 249. PILES M., RAFEL O., VARONA L., 2004.** Genetic parameters of fertility in two lines of rabbit of different aptitude, 8th *World Rabbit Congress*.

- 250. PILES M., RAFEL O., RAMON J., GARCIA M.L., BASELGA M., 2006.** Genetic of litter size in three maternal lines of rabbits: Repeatability versus multiple trait models. *J. Anim. Sci.* 84. 2309-2315.
- 251. PILES M., TUSELL L. I., GARCIA TOMAS M., BASELGA M., GARCIA IPSIERTO I., RAFEL O., RAMON J., LOPEZBEJAR M., 2008.** Genotype x sperme dosage interaction reproductive performance after artificial insemination. 2. Male litter size. 9th W.R.C. Verona (Italy). 227-232.
- 252. POUJARDIEU B., ROUVIER R., VRILLON J.L., 1976.** Variabilité génétique de caractères de croissance chez les lapereaux croisés élevés en station de contrôle de descendance, Résultats préliminaires, *1^{er} Congrès International Cunicole*, Dijon.
- 253. POUJARDIEU B., MALLARD, 1992.** Les bases de la génétique quantitative, Les méthodes d'estimation de l'héritabilité et des corrélations génétiques, *INRA Prod. Anim.*, Hors-série, pp 87-92.
- 254. POUJARDIEU B., THEAU- CLEMENT M., 1995.** Productivité de la lapine et état physiologique. *Annales de Zootechnie*, 44. 29-39.
- 255. PRUD'HON M., VIZNHET A., CANTIER J., 1970.** Croissance, qualité et coût de production des lapins de chair, *B.T.I.*, 248, pp 203-221.
- 256. PRUD'HON M., 1975.** Bien connaître la physiologie de la reproduction pour mieux l'exploiter. *Elevage*. Numéro Hors-série, 37-40.
- 257. PRUD'HON M., 1976.** *Comportement alimentaire du lapin soumis aux températures de 10, 20 et 30°C*. 1^{er} Congrès International Cunicole. Dijon (France). Communication n°14.
- 258. QUESTEL G., 1984.** Contribution à l'étude de la fertilité chez le lapin domestique. Mémoire de fin d'études, INA Paris Grignon (France).
- 259. RAFEL O., TRAN G., UTRILLAS M., RAMON J., PERUCHO O., DUCROCQ V., BOSCH A., 1990.** Sélection pour un objectif global (poids de portée à 60 jours) en générations chevauchantes dans une lignée blanche synthétique de lapins. Etude de la variabilité non génétique de la taille et du poids de portée à différents stades. *Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens*, N° 8, 75-82.
- 260. RENIFFI D., BOUALA T., 2002.** Contribution à l'étude de la croissance du lapin de population locale Algérienne, Mémoire d'Ingénieur, Université Mouloud MAMMER, Tizi-Ouzou, 63 p.

- 261. RICORDEAU G., BARILLET F., BIDANEL J.P., BOUIX J., DUCROCQ V., MENISSIER F., DE ROCHAMBEAU H., 1992.** Les objectifs et les critères de sélection : Synthèse des estimations de la variabilité génétique et des liaisons entre caractères dans les différentes espèces, *INRA Prod. Anim.*, 1992, hors-série, pp 107-116.
- 262. RODRIGUEZ-DE LARA R., NOGUEZ-ESTRADA J., RANGEL-SANTOS R., GARCIA-MUNIZ J.G., MARTINEZ-HERNANDEZ P.A., FALLAS-LOPEZ M., MALDONADO-SIMAN E., 2010.** Controlled doe exposure as biostimulation of buck rabbits. *Animal Reproduction Science*. 122 (2010) 270–275.
- 263. ROINSARD A., VAN DER HORST F., LAMOTHE L., CABARET J., BOUCHER S., ROLAND L., GIDENNE T., 2016.** Lapin Bio : développer une production cunicole durable en agriculture biologique. *Innovations Agronomiques* 49 (2016), 231-245.
- 264. ROSSILET A., 2001.** La production de lapins en régions chaudes : Conseils pratiques étape par étape. *Afrique Agriculture*. N°297. Novembre 2001. 56-69.
- 265. ROSSILET A., 2004.** Réussir un élevage de lapins de chair. Des conseils pour éliminer les « freins » techniques, *Afrique Agriculture/AGRIECONOMICS*, N° 28, Octobre 2004, pp 18-19.
- 266. ROUSTAN A., 1992.** Physiologie de la reproduction et l'insémination artificielle au Congrès des Corvidés. *5^{ème} Congrès Mondial de Cuniculture*, Corvallis (USA), 25-30 Juillet 1992.
- 267. ROUVIER R., 1970.** L'amélioration génétique du lapin de chair, *La revue de l'élevage*, 47^{ème} numéro spécial, pp 113-121.
- 268. ROUVIER R., POUJARDIEU B., VRILLON J.L., 1973.** Analyse statistique des performances d'élevage des lapines ; facteurs du milieu, corrélations, répétabilité, *Annale Génét. Sél. Evol.*, pp 83-107.
- 269. SABBAGH M., 1983.** Thèse « Etude de la sexualité et de la reproduction du lapin domestique *Oryctolagus Cuniculus* à des températures élevées en corrélation avec la régulation thermique, le comportement alimentaire et fonctionnement thyroïdien et surrénalien en période d'adaptation au stress thermique ». Université de Dakar (Sénégal). Ecole Inter-état des Sciences et Médecine Vétérinaire.p12-50.
- 270. SAIDJ D., 2006.** Performances de reproduction et paramètres génétiques d'une lignée maternelle d'une population de lapin local sélectionnée en G0. Mémoire de Magister en Sciences Vétérinaires. Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire. Alger.

- 271. SAIDJ D., ALIOUAT S., ARABI F., KIROUANI S., MERZEM K., MERZOUD S., MERZOUD I., AIN BAZIZ H. 2013.** La cuniculture fermière en Algérie : une source de viande non négligeable pour les familles rurales. *Livestock Research for Rural Development*. Volume 25, Article #138. Retrieved February 20, 2016, from <http://www.lrrd.org/lrrd25/8/said25138.htm>
- 272. SALEH K., NOFAL R., YOUNIS H., ABOU KHADIGA G., 2005.** Evaluation of line V, Baladi Black rabbits and their crosses under Egyptian conditions. 2. Litter weight and mean kit weight. In : *Proceeding 4th International Conference Rabbit Production Hot Climates*, 24-27 Feb., Sharm El-Sheikh (Egypt). 31-37.
- 273. SELME M., PRUD'HON M., 1973.** *Comparaison, au cours de différentes saisons des taux d'ovulation, d'implantation et de survie embryonnaire chez des lapines allaitantes saillies à l'oestrus post-partum et chez des lapines témoins. Journées de Recherche Avicoles et Cunicoles*, 12-13-14 Décembre 1973.
- 274. SENA H., 2017.** Viande cunicole : situation de l'élevage dans l'Est algérien, comparaison des paramètres physico chimiques, biochimiques, et sensoriels de la race Néo-Zélandaise et la population locale « El Arbia ». Diplôme de Magistère en sciences alimentaires. Option : Biotechnologie et Génie des Industries Alimentaires. Institut de la Nutrition, de l'Alimentation et des Technologies Agro-Alimentaires. Université des Frères Mentouri Constantine 1. 169p.271.
- 275. SID S., 2010.** Effet d'hétérosis du lapin issu d'un croisement génétique entre femelles Californiennes et des mâles locaux sur les critères de qualités d'élevage (reproduction) et les critères de production. Thèse de Magistère. ENSA. El Harrach. Alger. 83p.
- 276. SOLTNER D., 2001.** La reproduction des animaux d'élevage. Collection sciences et techniques agricoles. Tome 1. 3^{ème} Ed.270.
- 277. SKRIVANOVA V., MAROUNEK M., SKRIVAN M., KNIZERK J., 1999.** Effect of temperature on growth, feed efficiency and mortality of rabbits, *J. Reprod Fertil.*, 8, pp 29-37.
- 278. SURDEAU PH., HENAFF R., PERRIER G., BROSSARD G., DESVIGNES C., 1978 :** Etude des besoins en sodium, potassium et chlore chez le lapin en croissance, 2^{ème} *Journée de la Recherche Cunicole*, France, ASFC Ed., Paris, Communication N°8.
- 279. SURDEAU P., HENAFF R., 1981.** La production de lapin, Paris, Editions J.B., Baillièrre, pp 88-109.

- 280. SZENDRO Z., PALOS J., RADNAI I., JENSEN N.E., KENESSY A., 1996.** Effect of litter size and birth weight on the mortality and weight gain suckling and growing rabbits. *6th World Rabbit Congress*, Toulouse (France). 9-12 Juillet 1996. Vol. 2, 365-370.
- 281. SZENDRO Z., METZGER Sz., ROMVARI R., SZABO A., LOCSMANDI L., PETRASI Zs., NAGY I., NAGY Z., BIRO-NEMETH E., RADNAI I., MATICS Zs., HORN P., 2008.** Effect of divergent selection based on CT measured hind leg muscle volume on productive and carcass traits of rabbits. *9th World Rabbit Congress*. June 10-13, 2008. Verona (Italy), 249-253.
- 282. TAG EL DEN H., 1984.** Daily weight gain, feed conversion efficiency and digestibility coefficients as affected by protein levels and amino acids supplementation, *3rd World Rabbit Congress*.
- 283. THEAU-CLEMENT M., ROUSTAN A., 1992.** A study on relationships between receptivity and lactation in the does and their influence on reproductive performance. *5th W.R.C.*, Corvallis (USA), July 25-30, 1992, vol. A, 412-421.
- 284. THEAU-CLEMENT M., 1994.** Rôle de l'état physiologique de la lapine au moment de la mise à la reproduction sur la fécondation, *Journée de l'Association Scientifique Française de Cuniculture*, 20 Janvier 1994, 38-49.
- 285. THEAU-CLEMENT M., POUJARDIEU B., 1994.** Influence du mode de reproduction, de la réceptivité et du stade physiologique sur les composantes de la taille de portée des lapines. *6^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole*, La Rochelle, France, 6-7 Décembre 1994, vol.1, 187-194.
- 286. THEAU-CLEMENT M., BENCHEIKH N., MERCIER P., BELLERAUD J., 1996.** Reproductive performances of does under artificial insemination of deep-frozen rabbit semen. *6th World Rabbit Congress*. Toulouse (France), July 1996. Vol. 2, 127-137.
- 287. THEAU-CLEMENT M., 2003.** Etude de quelques facteurs de contrôle de l'interaction entre la lactation et la reproduction chez la lapine conduit en insémination artificielle. Thèse de Doctorat, Institut National Polytechnique de Toulouse, France, 103p.
- 288. THEAU-CLEMENT M., MERCIER P., 2004.** Influence of lighting programs on the productivity of rabbits does of two genetic types. *8th W.R.C.Puebla*. Mexico. 365-385.

- 289. THEAU-CLEMENT M., 2005.** Reproduction et physiologie de la reproduction. *La Reproduction au 8^{ème} Congrès Mondial de Cuniculture - ASFC 10 mars 2005 -* Journée d'étude « Puebla - Ombres & Lumières ». Volume 32 : 38-48.
- 290. THEAU-CLEMENT M., 2007.** Preparation of rabbit doe to insemination: a review. *World Rabbit Science*, 15, 61-80.
- 291. THEAU-CLEMENT M., 2008.** Facteurs de réussite de l'insémination chez la lapine et méthodes d'induction de l'oestrus. *INRA Production Animale*. 21(3). 221-230.
- 292. THEAU-CLEMENT M., GAILLOT P., SOUCHET C., BIGNON L., FORTUN-LAMOTHE L., 2011.** Performances de reproduction de lapines soumises à 3 systèmes de production. *14^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole, 22-23 novembre 2011, Le Mans, France*. 65-68.
- 293. THEAU-CLEMENT M., TIRCAZES A., SALEIL G., MONNIAUX D., BODIN L., BRUN J.M., 2011.** Etude préliminaire de la variabilité du comportement d'oestrus de la lapine. In: *Proc. 13^{ème} Journées de la Recherche Cunicole, 22-23 Novembre 2011, Le Mans (France)*.
- 294. THEAU-CLEMENT M., MONNIAUX D., TIRCAZES A., BALMISSE E., BRUN J.M., 2012.** Descriptive analysis of rabbit sexual receptivity and its sources of variation. *World Rabbit Sciences Association. Proceeding 10th World Rabbit Congress-September 3-6, 2012- Sharm El Sheikh (Egypt)*, 447-451.
- 295. TORRES S., 1977.** Aspects physiologiques de la reproduction de la lapine. *Cuniculture*, 4(3), 137-141.
- 296. TORRES S., HULOT F., MEUNIER M., 1984.** Etude comparée du développement et de la mortalité embryonnaire chez deux génotypes de lapines. *3rd W.R.C.* 417-425pp.
- 297. VERRIER E., BRABANT Ph., GALLAIS A., 2001.** Faits et concepts de base en génétique quantitative, INRA, Paris, 133p.
- 298. VOSTRY L., MACH K., JAKUBEC V. DOKOUPILOVA A., MAJZLIK I., 2008.** The influence of weaning weight on growth of the hyplus broiler rabbit, *9th W.R.C.*, Verona, Italy, pp 255-230.
- 299. WALTER M.R., MARTINET L., MORET B., THIBAUT C., 1968.** Régulation photopériodique de l'activité sexuelle chez le lapin mâle et femelle. *Arch. Anat. Histol. Embryol.* 51, 773-780.

- 300. WATTIAUX M.A., HOWARD W.T., 2003.** Reproduction et sélection génétique, Ed. Derti, Paris, 401 p.
- 301. WIENER G., ROUVIER R., 2009.** L'amélioration génétique animale, Ed. Quae, Versailles, 278 p, Collection Agriculture Tropicale en poche.
- 302. WINTER P.C., HICKERY G.L., FLETCHER H.L., 2000.** L'essentiel de génétique, Ed. Derti, Paris, 401p.
- 303. YAKHLEF H., 2007.** Evaluation des performances de reproduction d'une population locale de lapins en Algérie. *12^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole*, 27-28 Novembre 2007. Le Mans (France). 13 Décembre 1990. Communication n°65.
- 304. ZEMMOUDJ A., 2001.** Influence des conditions d'ambiance de printemps sur les performances de croissance du lapin de race locale élevé en semi plein air, Mémoire d'Ingénieur d'Etat en Agronomie, Ecole Nationale Supérieure Agronomique, El Harrach, Alger, 37 p.
- 305. ZERROUKI N., BOLET G., BERCHICHE M., LEBAS F., 2001.** Caractérisation d'une population locale de lapins en Algérie : performances de reproduction des lapines. *9^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole*. Paris, 28-29 Nov: 163-166.
- 306. ZERROUKI N., BOLET G., BERCHICHE M.1., LEBAS F., 2004.** Breeding performance of local kabylian rabbits does in Algeria. *8th World Rabbit Congress* (accepted communication), 371-377.
- 307. ZERROUKI N., LEBAS F., 2004.** Evolution of milk production of Algerian local rabbit population in the Tizi Ouzou area (Kabylia). *8th W.R.C. Mexico*, 378-384.
- 308. ZERROUKI N., BOLET G., BERCHICHE M., LEBAS F., 2005.** Evaluation of breeding performance pf local Algerian population raised in the Tizi-Ouzou area (Kabylia), *World Rabbit Science*, 13: 29-37.
- 309. ZERROUKI N., KADI S.A., BERCHICHE M., BOLET G., 2005.** Evaluation de la productivité des lapines d'une population locale algérienne, en station expérimentale et dans des élevages, *11^{ème} Journées de la Recherche Cunicole*, 29-30 Novembre 2005, Paris, France, pp 11-14.
- 310. ZERROUKI-DAOUDI N., 2006.** Caractérisation du lapin de la population locale ; Evaluation des performances de reproduction des lapines en élevage rationnel. Thèse de Doctorat en Biologie Animale, Faculté des Sciences Biologiques et Sciences Agronomiques, Université Moulou Mammeri (Tizi Ouzou), 131p.

- 311. ZERROUKI N., HANNACH R., LEBAS F., SAOUDI A., 2007.** Productivité des lapines d'une souche blanche de la région de Tizi Ouzou en Algérie. *12^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole*. 27-28 Novembre 2007. Le Mans (France). 141-144.
- 312. 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.
- 313. 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 : breeding locations, *World Rabbit Science* 2014, 22 :269-278.