

République Algérienne Démocratique et Populaire.

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique.

Université Saâd DAHLAB Blida.

Faculté des sciences Agro-Vétérinaires et Biologiques.

Département de Biologie.



Mémoire de fin d'études

En vue d'obtention d'un diplôme de Master SNV.

Option : Génétique - Physiologie

Cinétique du progrès génétique en souche synthétique cunicole de l'ITELV sur des performances de croissance.

Soutenue le 24 Juin 2013 à 10h:30

Présenté par : **KHEDIM Abderahim**

Devant le jury composé de :

RAHIM I.	MAA	USDB	Présidente de jury
MEFTI KORTEBY H.	MCB	USDB	Promotrice
GUESSAIBIA N.	MCB	USDB	Examinatrice
AISSANI R.	MAA	USDB	Examinatrice

Année universitaire : **2012/2013.**

Remerciement

Louange à Allah le Miséricordieux pour m'avoir permis d'en arriver jusque-là et de me permettre de m'en aller par-delà.

Je tiens à remercier sincèrement Mme Meftikortebey H. pour l'inspiration, l'aide et le temps qu'il a bien voulu me consacrer, pour sa générosité et la grande patience dont elle a su faire preuve malgré ses charges professionnelles.

J'adresse également mes remerciements, à tous mes enseignants, qui m'ont donnée les bases de la science, durant les cinq années d'études, pour l'inspiration et l'encouragement qu'ils ont bien voulu me consacrer.

Je remercie très sincèrement, les membres de jury d'avoir bien voulu accepter de faire partie de la commission d'examineur,

Je remercie également M^{lle} RAHIM I. Pour l'avoir présidée.

Je remercie également Mme GUESSAIBIA N. pour avoir accepté d'examiner ce travail.

Je remercie également Mme AISSANI R. pour avoir accepté d'examiner ce travail.

J'adresse mes sincères remerciements à Mr Mohamed Saïd R. Notre chef d'option, pour sa disponibilité, son encouragement et son aide.

Je tiens à remercier aussi l'ensemble du personnel l'institut technique d'élevage (ITELV). Pour m'avoir aidé et soutien durant tout l'expérimentation.

A mes amis et toute personne qui a participé de près ou de loin pour la réalisation de ce travail.

Merci à tous et à toutes.

Liste des tableaux

Tableau 1: La taille de l'élevage fermier Algérien du lapin	8
Tableau 2 : évolution du comportement alimentaire de lapins males entre 6 et 18 semaines, (ayant à leur disposition un aliment complet granulé et de l'eau de boisson, maintenus dans une salle à 20±1°C)	12
Tableau 3 : Mortalité chez les souches et populations élevées en Algérie selon l'âge des lapins et la saison.....	13
Tableau 4. Résultats de l'analyse de variance sur les mortalités et les performances de croissance en engraissement. Effectifs, estimés des moyennes des moindres carrés et écart types	14
Tableau 5 : Effet de saison sur la taille et le poids (g) des portées de la naissance à 70 jours d'âge	16
Tableau 6 : Gain moyen quotidien des souches et populations de lapins nourris avec des aliments expérimentaux et/ou l'aliment commercial	17
Tableau 7: Paramètre génétique du poids au sevrage, du poids d'abattage et du gain moyen quotidien.....	22
Tableau 8: Estimation des progrès génétique réalisés par génération sur différents critères de croissances, dans les expériences de sélection sur le grain moyen quotidien (GMQ) ou sur un poids à âge fixe.....	25
Tableau 9: Composition centésimale de l'aliment en matière première.....	29
Tableau 10 : Composition centésimale de l'aliment utilisée au cours de l'expérimentation	29
Tableau 11 : Poids moyen de la 6 ^{ème} génération en fonction d'âge type	36
Tableau 12 : Evolution du poids vif moyen en fonction de l'âge	36
Tableau 13 : Evolution de la consommation alimentaire (g) pendant l'engraissement	38
Tableau 14 : Les valeurs de GMQ de la 6 ^{ème} génération au cours de la croissance.....	39
Tableau 15 : Les valeurs de GMQ de l'échantillon au cours de la croissance.....	40
Tableau 16 : Évolution de l'indice de consommation en fonction de l'âge.....	41
Tableau 17 : le taux de mortalité pendant la période d'engraissement	42
Tableau 18: Caractéristiques de la carcasse chez le lapin de la souche synthétique de l'ITELV	43

Tableau 19 :Valeur génétique additive du critère poids	45
Tableau 20 : performance liés au poids des 7 générations de sélection de la souche synthétique ITELV	48
Tableau 21 : progrès génétique durant 7 générations de sélection de la souche synthétique ITELV	49
Tableau 22 : Les valeurs des corrélations entre les différents paramètres de croissance.....	50

Liste des abréviations

ITELV :Institut Technique Des Elevages.

ITAVI :Institut Technique de l'Aviculture de France.

INRA : Institut National de Recherche Agronomique de France.

FAO :Food Agriculture Organisation.

PV :Poids Vif.

GMQ : Gain Moyen Quotidien.

CMQ :Consommation Moyenne Alimentaire.

IC :Indice de Consommation.

h² :Héritabilité.

VG :Variabilité Génétique.

VPH :Variabilité Phénotypique.

r :Corrélation.

ΔG :Progrès Génétique.

PG/gn :Progrès Génétique par Génération.

Gn+1 :Génération des Descendants.

Gn :Génération Parentale.

G : Génération.

H% :Effet Hétérosis.

MF1 :Moyenne a la Première Génération.

MP :Moyenne des Performances des parents en races pures.

CMV :Complément Minéral Vitaminé.

SPSS :Statistical Package for the Social Sciences.

USDB : Université Saâd DAHLABBlida.

PFE : Projet de Fin d'Etude.

Liste des figures

Figure 1 : Production de viande de lapin dans les grandes régions du monde (Gidenne, 2007)	9
Figure 2 : Rendement en viande d'un lapin de format moyen de 2,3 kg (Ouhayoun, 1989)..	18
Figure 3 : Schéma général du clapier de l'ITELV	30
Figure 4 : Schéma du protocole expérimental.....	31
Figure 5 : Courbe de croissance du poids vif des lapereaux en fonction de l'âge	37
Figure 6 : Distribution des poids au sevrage	38
Figure 7 : Courbe de l'évolution de CMQ en fonction de l'âge.....	39
Figure 8 : Courbe de l'évolution des GMQ en fonction de l'âge.....	40
Figure 9 : Distribution de GMQ pendant l'engraissement (G6)	41
Figure 10 : Courbe de l'évolution de l'indice de consommation en fonction de l'âge	42
Figure 11 : Histogramme des index à 5 semaines (G6)	45
Figure 12 : Histogramme des index de poids à 11 semaines (G6).....	46
Figure 13 : index de GMQ (G6).....	47
Figure 14 : Evolution de performance moyenne liée au poids vif à différent d'âge au cours des 7 générations de sélection de la souche synthétique ITELV	48
Figure 15 : Evolution de progrès génétique liés au poids à différent d'âge au cours de 7 générations de sélection de la souche synthétique ITELV	49

Dédicaces

À mes très chers parents

Mon père, ma mère

*Aucune dédicace, aucun mot, ne saurait exprimer réellement
Mon profond amour, mon respect et ma vive gratitude. Veuillez
Trouver dans ce travail le fruit de toutes vos peines et vos sacrifices.*

À mon frère et mes trois sœurs

*Mohamed Amine, Chahira, Amel et Sabrina. Merci d'être là pour moi,
je vous souhaite une belle vie.*

À madame Mefti korteby H.

*Merci pour avoir encadré et dirigé. Sa générosité, pour tous les
conseils pendant la réalisation de ce travail.*

À tous mes enseignants

À toute ma grande famille

À tous mes amis (es)

Tableau des matières

Introduction	2
Partie bibliographique	
Chapitre I : Généralités sur lapin	
1. Historique du lapin.....	3
2. Particularités du lapin.....	3
3. Historique des races de lapin.....	4
3.1. Races, populations et hybrides.....	4
3.1.1. Notion de race.....	4
3.1.2. Classification des races.....	5
a. Classification selon l'origine et la zone géographique.....	5
b. Classification selon la taille ou le poids adultes.....	5
4. Populations locales et souches de lapins.....	5
4.1. Populations locales.....	5
4.1.1. Dans le monde.....	5
4.1.2. En Algérie.....	6
4.2. Souches.....	6
4.2.1. Souches composites ou synthétiques.....	7
5. Cuniculture en Algérie.....	7
5.1. Secteur traditionnel.....	7
5.2. Secteur rationnel.....	8
5.3. Importance de la cuniculture.....	8
5.3.1. Dans le monde.....	8
5.3.2. En Algérie.....	9
Chapitre II : Performances de croissance	
1. Notion de croissance.....	10
2. Performances de croissance chez le lapin.....	10
2.1. Croissance de la naissance au sevrage.....	10
2.2. Croissance du sevrage à l'âge adulte.....	10
2.3. Performances de croissance des lapins de races pures et croisés.....	10
2.4. Sevrage.....	11
2.4.1. Sevrage conventionnel.....	11
2.4.2. Sevrage précoce.....	12
2.4.3. Sevrage tardif.....	12
2.5. Post sevrage.....	12
2.6. Mortalité.....	13
3. Performance de croissance.....	13
3.1. Consommation alimentaire (CMQ).....	13
3.2. Indice de consommation (IC).....	13
3.3. Gain moyen quotidien (GMQ).....	14
3.4. Poids vif (PV).....	14
3.4.1. Poids vif au sevrage.....	14
3.4.2. Poids vif post sevrage.....	14
4. Facteurs influençant la croissance des lapins.....	15
4.1. Effet du génotype.....	15

4.2. Influence de la taille de la portée	15
4.3. Influence de l'environnement.....	16
4.3.1. Effet de la température	16
4.3.2. Effet de la saison.....	16
4.3.3. Effet de la densité.....	17
4.3.4. Influence de l'alimentation	17
5. Composition corporelle du lapin.....	18
5.1. Définition de la carasse.....	18
5.2. Rendement de la carcasse à l'abattage.....	19
5.3. Facteurs de variation.....	19
Chapitre III : Amélioration génétique	
1. Paramètres génétiques.....	20
1.1. Héritabilité.....	20
1.2. Répétabilité.....	21
1.3. Corrélation.....	23
2. Méthodes d'amélioration génétiques.....	23
2.1. Sélection.....	24
2.1.1. Indexation.....	24
2.1.2. Progrès génétique.....	25
2.2. Croisement.....	26
2.2.1. Objectifs des croisements.....	26
2.2.2. Complémentarité.....	27
2.2.3. Effet hétérosis.....	27
Partie expérimentale	
1. Matériels et méthodes	
1.1. Matériels.....	28
1.1.1. Matériel biologique.....	28
1.1.2. Bâtiment et équipements.....	28
1.1.3. Aliment.....	29
1.2. Méthodes.....	31
1.2.1. Protocole expérimental.....	31
1.2.2. Conduite d'élevage.....	31
a. Sevrage et Engraissement.....	31
b. Données prélevées sur terrain	32
1.3. Méthodes de calcul.....	32
1.3.1. Paramètres de croissance.....	32
1.3.2. Paramètres génétiques.....	34
2. Analyses statistiques.....	35
3. Résultats et discussion	
1. Performances de croissances.....	36
1.1. Evolution du poids vif	36
1.2. Evolution de la consommation alimentaire (CMQ).....	38
1.3. Evolution du gain moyen quotidien (GMQ).....	39
1.4. Evolution de l'indice de consommation (IC).....	41
1.5. Taux de mortalité.....	42
2. Rendement de la carcasse à l'abattage.....	43
3. Paramètres génétiques de croissance.....	44

3.1. Estimation de la valeur génétique additive.....	44
3.1.1. Index des critères de croissance.....	45
3.1.2. Index des gains moyens quotidiens.....	47
3.2. Cinétique du progrès génétique.....	48
3.3. Etude des corrélations entre les critères de croissance.....	50
3.3.1. Corrélation entre les poids à différents âges et les différents critères.....	51
3.1.2. Corrélation entre les Gains Moyens Quotidiens et les différents critères.....	51
3.3.3. Corrélation entre la consommation moyenne quotidienne à différents âges.....	51
4. Discussion générale.....	52

Conclusion

Références bibliographiques

Sommaire

Introduction	2
Partie bibliographique	
Chapitre I : Généralités sur lapin	
1. Historique du lapin	3
2. Particularités du lapin	3
3. Historique des races de lapin	4
4. Populations locales et souches de lapins	5
5. Cuniculture en Algérie	7
Chapitre II : performances de croissance	
1. Notion de croissance	10
2. Performances de croissance chez le lapin	10
3. Performance de croissance.....	13
4. Facteurs influençant la croissance des lapins	15
5. Composition corporelle du lapin	18
Chapitre III : Amélioration génétique	
1. Paramètre génétiques.....	20
2. Méthodes.....	23
2.1. Sélection.....	24
2.2. Croisement.....	26
Partie expérimentale	
Matériels et méthodes	
1. Matériels.....	28
2. Méthodes.....	31
2.1. Protocole expérimental	31
2.2. Conduite d'élevage.....	31
2.3. Méthodes de calcul.....	32
2.4. Analyses statistiques.....	35
Résultats et discussion	
1. Performances de croissances.....	36
2. Rendement de la carcasse à l'abattage.....	43
3. Paramètres génétiques de croissance.....	44
3.1. Estimation de la valeur génétique additive.....	44
3.2. Cinétique du progrès génétique.....	48
3.3. Etude des corrélations entre les critères de croissance.....	50
4. Discussion générale.....	52
Conclusion	
Références bibliographiques	

Résumé

En 2003, dans le cadre d'un programme de coopération scientifique entre l'ITELV de Baba Ali Alger et l'INRA de France de Toulouse, une souche synthétique appelée (ITELV2006) a été mise en place. Elle est issue de l'insémination artificielle des lapines de la population locale par de la semence de mâles de la souche INRA2666. Cette dernière provient de la souche INRA 2066 et la souche Varde, V d'Espagne.

Notre travail est réalisé dans le clapier de sélection génétique sur la 6^{ème} génération et sur un échantillon, de la souche ITELV2006, sur les critères de croissance en post sevrage. Le sevrage est appliqué à 35 jours.

Les performances enregistrées sont :

- ✓ une moyenne de poids vif au sevrage et à 11 semaines respectivement de 579,25g et 1731,65g,
- ✓ un gain moyen quotidien de 26,80 et 29,10 g/j respectivement au niveau de la 6^{ème} génération et au niveau de l'échantillon.
- ✓ Une consommation moyenne de 64,01 g/j.
- ✓ Un indice de consommation de 2,54.
- ✓ Un rendement de la carcasse de 65,65%.

Le croisement a permis d'améliorer efficacement l'indice de consommation et le gain moyen quotidien. Ce progrès a permis de réduire l'âge d'abattage de 2 semaines.

L'étude des corrélations a montré :

- ✓ Une sélection précoce sur le poids et le gain moyen quotidien est efficace.
- ✓ Une sélection directe sur le gain moyen quotidien, peut améliorer le poids par effet indirect ou corrélatif.

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

L'estimation des index ou valeurs génétiques additives des géniteurs sélectionnés en 6^{ème} génération a montré :

- ✓ des index de 3 pour le poids vif.
- ✓ des index de 2,75 pour le gain moyen quotidien.
- ✓ des index de 2,75 pour l'indice de consommation.

Le choix de tels géniteurs permettra d'améliorer sensiblement les caractères de croissance de la 7^{ème} génération.

Mots clés : Lapin local, Souche synthétique (ITELV2006), INRA2666, Corrélation, Cinétique, Progrès génétique, Indexation.

Summary

In 2003, as part of a program of scientific cooperation between ITELVBaba Ali Algiers and INRA in France at Toulouse, a synthetic rabbit strain called (ITELV2006) was established. It is the result of artificial insemination of females from the local population with the male semen INRA2666. This latter strain comes from a crossing of the INRA2066 strain with a strain called VardeV from Spain.

Our work is done in the hutch genetic selection on the 6th generation of a sample, the ITELV2006 strain on the criteria for post-weaning growth. Weaning is applied to 35 days.

The performances recorded:

- ✓ an average live weight at weaning and 11 weeks at respectively 579.25g and 1731.65g,
- ✓ an average daily gain of 26.80 and 29.10g/d respectively at the 6th generation in the sample,
- ✓ An average consumption of 64.01g/d,
- ✓ A consumption index - number of 2.54.
- ✓ A carcass yield of 65.65%.

Crossing has been effective in improving feed efficiency and average daily gain. This progress has reduced the slaughter age of 2 weeks.

Correlations showed:

- ✓ An early selection on weight and average daily gain is effective.
- ✓ Direct selection on the average daily gain, can improve weight indirectly or consequential effect.

The genetic progress kinetics indicates a change in the genetic progress from one generation to the other, showing that the synthetic strain took the complementary effect between crossed without having been selected on the growth criteria.

The estimated index or additive genetic values of selected 6th generation parents showed:

- ✓ index 3 for live weight.
- ✓ index 2.75 for average daily gain.
- ✓ index 2.75 for the index of consumer.

The choice of such parents will significantly improve growth traits of the 7th generation.

Keywords: Local Rabbit, synthetic strain (ITELV2006), INRA2666, Correlation, kinetics, Genetic progress and indexing.

ملخص

في إطار برنامج علمي بين م ت ت ح بابا علي بالجزائر و م و ب ز لتولوز بفرنسا. تم إنتاج السلالة الاصطناعية و ت ح 2006 عن طريق التلقيح الاصطناعي لإنات من الأرناب المحلية بالسائل المنوي لذكور سلالة م و ب ز 2666 و التي بدورها نتجت من التصلاب الوراثي بين السلالة م و ب ز 2066 و سلالة فارد الإسبانية.

تم عملنا في وكر الاختيار الوراثي للجيل السادس م ت ت ح 2006 و عينة منه, على خصائص النمو بعد الفطام الذي يبدأ عند اليوم 35 بعد الولادة.

الكفاءات المسجلة:

- معدل الوزن عند الفطام و عند الأسبوع 11 على التوالي 579,25 غرام و 1731,65 غرام.

- معدل الريج اليومي للوزن 64,01 غرام/اليوم

- مؤشر الاستهلاك 2,54.

- محصول الهيكل العظمي 65,65

سمح التصلاب الوراثي بتحسين فعالية إشارة الاستهلاك و معدل الريج اليومي, كما يسمح بتقليص مدة الذبح بأسبوعين.

دراسة الارتباطات بينت:

فعالية الاختيار عند الفطام بالنسبة لخاصية الوزن و معدل الريج اليومي.

يسمح الاختيار المباشر على خاصية الريج اليومي بتحسين الوزن بطريقة غير مباشرة.

حركية التقدم الوراثي المسجلة خلال 6 أجيال من الاختيار متذبذبة و غير مستقرة من جيل إلى آخر, مما يدل على ايجابية التصلاب الوراثي للسلالة الاصطناعية و ت ح 2006 بدون أن يتم الاختيار على معايير النمو.

سمح تقدير العدد الوراثي المضاف للأفراد المكونة المختارة للجيل السادس بإمكانية تحسين خصائص النمو للجيل السابع

مفتاح الكلمات:

الأرناب المحلي, و ت ت ح 2006, م و ب ز 2666, الارتباطات, حركية, التقدم الوراثي, العدد الوراثي المضاف.

Introduction

L'amélioration génétique est une discipline de la génétique dite quantitative. Elle consiste à améliorer des caractères d'intérêt économiques. Elle applique des méthodes évolutives capables de rompre l'équilibre d'HARDY WEINBERG. Il s'agit de deux voies complémentaires et non concurrentes, la sélection et le croisement génétique. Les applications peuvent être sur animal, végétal, eucaryotes et procaryotes. Le lapin est un animal idéal pour l'expérimentation, utilisé en plusieurs disciplines :

- ✓ Il est utilisé comme animal de laboratoire sur lequel des manipulations de génétique et de transgénèse sont appliquées,
- ✓ Utilisé en pharmacologie pour des approches aux produits utilisés chez l'humain,
- ✓ En zootechnie comme animal à intérêt dans l'alimentation humaine, où la recherche sélectionne des animaux à protéinogénèse élevée, et à définir des modèles d'application à d'autres espèces animales.

Le lapin présente plusieurs atouts c'est un animal à intérêt biologique :

- ✓ Un poids léger rendant les manipulations aisées
- ✓ Une prolificité élevée permettant une productivité numérique importante
- ✓ Intervalle de génération court d'une année (comparativement à l'humain de 33ans)

Dès le début des années soixante, la cuniculture dans le monde a enregistré une croissance considérable tant de point de vue qualitatif que quantitatif.

En Algérie, la situation de la cuniculture a demeuré pendant longtemps une pratique traditionnelle et familiale basée sur des animaux de population locale. Cette dernière est caractérisée par une bonne adaptation aux conditions climatiques, mais dont la prolificité et le poids sont faibles.

Par ailleurs, le développement de la filière cunicole en Algérie était orienté, à l'image de la filière avicole, reposant essentiellement sur les souches hybrides importées. Entre 1985 et 1988 une tentative d'introduction de lapin génétiquement sélectionné a échoué en raison de nombreux facteurs, dont la méconnaissance de l'animal, l'absence d'un aliment industriel adapté et l'absence d'un programme prophylactique (Berchiche et al.1992).

Cet échec a mené les chercheurs à décider de valoriser le lapin de population locale.

Il convenait donc de définir un programme permettant d'améliorer la prolificité et le poids de cette population, tout en conservant ses qualités d'adaptation.

En 2006, une souche synthétique appelée (ITELV2006) issue de l'insémination artificielle de femelles de la population locale par de la semence de mâles de la souche INRA2666 a été mise en place.

La souche INRA 2666 provient de la souche INRA 2066 et la souche Varde dite V d'Espagne. Ces souches sont hautement sélectionnées. Ce croisement génétique permet d'améliorer les performances de reproduction et de croissance par le biais des progrès génétiques.

Ce travail a été réalisé à l'institut technique des élevages de BABA ALI, au clapier de sélection génétique de la souche synthétique a pour but :

- ✓ Connaitre les performances de la souche synthétique ITELV2006 à sa 6^{ème} génération.
- ✓ Quantifier le progrès génétique par génération et par unité de temps.
- ✓ D'indexer des géniteurs.
- ✓ Connaitre le dynamisme des caractères par étude des corrélations
- ✓ Cinétique du progrès génétique dans le temps.

Introduction

Partie
bibliographique

*Partie
expérimentale*

*Matériels et
méthodes*

Résultats et discussion

Conclusion

*Références
bibliographiques*

1. Historique du lapin

Le lapin européen *Oryctolagus cuniculus* fait partie de l'ordre des Lagomorphes (ceux qui ressemblent au lièvre). Cet ordre se distingue de celui des Rongeurs, en particulier par l'existence d'une deuxième paire d'incisives à la mâchoire supérieure. Il fait partie de la famille des Léporidés, qui regroupe le lièvre du genre *Lepus* dont la formule diploïde des chromosomes est de quarante-quatre ($n = 44$), et le lapin du genre *Oryctolagus* dont le nombre total de chromosomes est de quarante-huit ($n = 48$).

Du Pléistocène supérieur (-100 000 ans) au Néolithique (-2500 ans), l'aire de répartition de l'espèce correspond seulement à l'ensemble de la Péninsule Ibérique, le sud de la France et la partie ouest de l'Afrique du Nord.

Le lapin fut découvert en Espagne vers 1000 avant J.C par les Phéniciens. Lorsque ces grands navigateurs de la partie est de la Méditerranée abordèrent les côtes de la Péninsule Ibérique, ils furent frappés par la pullulation de petits mammifères fouisseurs, appeler aujourd'hui lapins. Comme ils ressemblaient aux damans de leur pays qui vivent également en colonies et creusent des terriers, les Phéniciens appelèrent la contrée "le pays des damans", "l-Saphan-Im". En effet, saphan (ou sephan) signifie daman en Phénicien, cette dénomination latinisée plus tard, donnera le nom Hispania, puis España.

Selon Rouvier 1990, les origines de la domestication sont reportées au moyen âge, les cunins sont maintenus dans des espaces plus ou moins étendus réservés pour la chasse (Rougeot, 1981). L'expansion réelle du lapin comme un animal de basse-cour ne débutera qu'à la fin du siècle avec la mise en place du clapier (Cahour, 1988).

Le clapier est le facteur déterminant de la domestication et de la création des races. Il est concurrencé depuis les années soixante par des élevages industriels en bâtiment clos climatisés, soumis à des strictes règles d'hygiène (Rougeot, 1981).

L'élevage du lapin s'est développé en Europe Occidentale, sa dissémination par les Européens a atteint le monde entier.

2. Particularités du lapin

Le lapin possède également une physiologie digestive particulière. C'est un monogastrique herbivore. Ce n'est pas un rongeur bien que le fait de ronger soit un des traits caractéristiques de son comportement alimentaire (Gidenne et al. 2005). Le lapin a un besoin supplémentaire en fibres. L'expression des potentialités génétiques de l'animal n'est permise que grâce à une alimentation équilibrée.

L'apport de fibres alimentaires doit être relativement important (16 à 20% de lignocellulose), pour un fonctionnement optimal du tube digestif (Coureaud al. 2008).

Par contre, il a pour spécificité de pratiquer la caecotrophie, qui consiste à la production de 2 types de fèces. Les crottes dures (les vraies fèces) sont rejetées dans les litières et les crottes molles ou les caecotrophes sont récupérées par l'animal dès leur

émission à l'anus (Gidenne et al. 2005). Les caecotrophes sont riches en protéines et en vitamines d'origine alimentaire et microbienne. Ce comportement est nocturne.

3. Historique des races de lapin

L'élevage du lapin ou cuniculture est une activité qui prend son essence dans la domestication du lapin de Garenne, jusqu'à l'obtention aujourd'hui d'une kyrielle de races. Elle a connue plusieurs mutations à travers le temps, des petites basse-cours à l'élevage rationnel.

Le développement de la production cunicole le 18^{ème} et le 19^{ème} siècle a donnée naissance à l'approfondissement des connaissances biologiques. Au cours de cette période de nombreux auteurs ont tentés de décrire la biologie des animaux et du lapin en particulier, les prémices étant une meilleure valorisation de l'animal. En effet, des auteurs comme Mortimer en Angleterre cité par Lebas, 2005, souligne l'intérêt économique, qu'il y a à élever des lapins en claustration à proximité des grandes villes. En effet, il fallait attendre la moitié du 19^{ème} siècle pour avoir les premières descriptions de race et des mentions sur les méthodes ayant permis à les obtenir. En 1842 Desaiive mentionne l'existence dans la région de Grand (Flandres belges) "*Des lapins d'un volume extraordinaire, obtenus par des croisements habiles et une nourriture abondante*". En d'autres termes, il avait fait une première mention de ce qui sera rapidement connu à travers le monde comme le lapin Géant des Flandres (Lebas, 2005). A la fin du siècle, plusieurs dizaines de races sont déjà stabilisées, tant pour la production de viande (Géant des Flandres, Bélier Français,...) que pour le plaisir de sélectionner (comme le Bélier Anglais avec ses oreilles démesurées ou même le Noir et Feu). En effet, il fallait attendre jusqu'à la moitié du 20^{ème} siècle pour voir des méthodes de sélections basées sur les connaissances scientifiques; «c'est l'avènement de l'élevage moderne».

3.1. Races, population et hybrides

3.1.1. Notion de race

La notion de race peut avoir plusieurs définitions, selon qu'elle soit envisagée par un généticien, un biologiste, un zootechnicien, un éthologiste ou l'éleveur. Cependant, la définition la plus utilisée est celle de Quittets : « 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 » (Boucher et Nouaille, 2002, Lebas, 2011). Les races de lapins dans le monde sont classées selon l'origine et la zone géographique d'une part et la taille de leur portée ou leur poids adulte d'autre part.

3.1.2. Classification des races

a. Classification selon l'origine et la zone géographique

Les races primitives: ou primaires qui sont à l'origine des autres races.

Les races obtenues par sélection artificielle : Fauve de Bourgogne, Néo-Zélandais blanc, Argenté de Champagne (ANNEXE 3).

Les races synthétiques obtenues par croisement raisonné de plusieurs races : Géant Blanc du Bouscat, le Californien (ANNEXE 3).

Les races mendéliennes : obtenues par fixation d'un caractère nouveau, à détermination génétique simple, apparu par mutation comme le Castorex, le Satin et l'Angora (ANNEXE 3).

b. Classification selon la taille ou le poids adultes

Les différentes races de lapin sont groupées aussi selon leur précocité, leur prolificité, leur poids adulte, leur vitesse de croissance pondérale et leur vitesse d'atteindre la maturité:

Les races lourdes: caractérisées par un poids adulte qui dépasse 5 kg avec un fort potentiel de croissance. On cite: le Bélier, Géant Blanc du Bouscat (ANNEXE 3).

Les races moyennes: leur poids varie entre 3,5 et 4,5 kg et on peut citer : l'Argenté de Champagne, le Fauve de Bourgogne, le Californien et le Néo-Zélandais (ANNEXE 3).

Les races légères : leur poids varie entre 2,5 et 3 kg, parmi elles se trouvent le lapin Petit Russe, le Petit Chinchilla, le Hollandais et le Papillon Anglais (ANNEXE 3).

Les races naines : caractérisées par un poids adulte de 1 kg, c'est le cas du lapin Polonais (ANNEXE 3).

4. Populations locales et souches de lapins

4.1. Populations locales

Une population est un ensemble d'animaux qui se reproduisent entre eux, présentant des hétérogénéités phénotypiques. Une population locale est définie comme étant une population géographique (De Rochambeau, 1990).

4.1.1. Dans le monde

Les lapins utilisés dans le monde pour la production de viande, appartiennent à des populations d'animaux issus de croisements divers, sans répondre aux critères d'origine et de standard de la race, appelées populations locales et définies comme étant des populations géographiques (De Rochambeau, 1990). Généralement, les populations locales existent dans les pays du tiers monde : cas du lapin Baladi du Soudan et d'Égypte, le Maltais de Tunisie (Lebas, 2011) et population locale Algérienne (Mefti Korteb, 2010).

4.1.2. En Algérie

La réussite d'un élevage dépend de plusieurs facteurs intrinsèques et extrinsèques. Parmi ces facteurs on cite le plus important le type génétique.

L'Algérie a connu des étapes clés dans le développement de sa cuniculture. Dans les années quatre-vingt les pouvoirs public décide d'importer des animaux à haut potentiel génétique (rendement en viande). La méconnaissance, de l'animal et de son alimentation étaient à l'origine de l'échec au niveau des élevages locaux (Berchiche et al.1992).

Tous les chercheurs de sommité nationale et internationale, convergent vers l'idée de valorisation et d'intégration des populations locales dans les élevages rationnels.

Les travaux réalisés sur les populations locales ont pour objectifs :

- La caractérisation zootechnique sur des performances de croissance et de reproduction,
- Formulation alimentaire à base de matières premières locales,
- La caractérisation génétique,
- Amélioration génétique des caractères par sélection et croisement génétique.

Ces travaux ont concerné 4 types de populations locales :

- La population locale élevée en confinement et en milieu contrôlé à l'ITELV a été constituée depuis 1998. Les géniteurs de cette dernière provenaient de 9 wilayas d'Algérie. Cette population présente un niveau de performances constant mais très hétérogène (Daoud et Ain Baziz, 2001; Gacem et Bolet, 2005; Sid 2005 ; Chaou, 2006 ; Saidj, 2006 ; Youcef 2006, Hamr El Ain 2006 ; Tankary 2007 ; Mahreche, 2007; Mokhtari 2008; Talbi 2008; Berkane 2008, Moumen, 2006; Mefti Korteby et al. 2010; Mefti Korteby 2012).
- La population dénommée Kabyle présente une diversité du point de vue couleur de la robe. La population actuelle résulte d'un croisement anarchique avec les souches importées Hyla et Hyplus, entre 1985 et 1988 (Lounauoci, 2001; Berchiche et Kadi, 2002; Ferrah et al. 2003; Zerrouki et al. 2005).
- D'autres travaux ont été réalisés sur des groupes d'animaux localisés dans la région sud est du pays (Nezzar, 2007) et l'ouest du pays.
- La population blanche issue d'hybrides commerciaux importés de France par l'Algérie au cours des années 1980. En absence d'un renouvellement à partir des lignées parentales le remplacement des reproducteurs a été effectué sur place, en choisissant parmi les sujets destinés à la boucherie les animaux performants.

4.2. Souche

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

En fait, le terme lignée, est très proche de celui de souche, plus volontiers utilisé chez les ovins et les lapins : on peut donc sans grande difficulté employer l'un ou l'autre vocable. Le croisement de plusieurs races (ou de plusieurs lignées) est alors qualifié de «composite» ou «synthétique» (Jussiau et al. 2006).

4.2.1. Souches composite ou synthétique

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 qualité maternelles d'un côté et aptitudes bouchères de l'autre. Après deux ou trois générations sans sélection, la lignée est «fermée» en faveur d'objectifs spécifiques.

5. Cuniculture en Algérie

En Algérie l'espèce cunicole représentée par famille taxonomique, appartient aux léporides qui intègrent les lapins domestiques (*Oryctolagus cuniculus domesticus*) et les lièvres (*Lepus capensis*).

Aux années soixante-dix l'Algérie a introduit des races étrangères (généralement de la France) dans le cadre de certain projets de développement ruraux (Blanc Néo- Zélandais, le Fauve de Bourgogne, le Géant de Flandre et le Californien). Ce processus est aggravé par l'introduction entre 1985 et 1989 des reproducteurs hybrides comme Hyla et Hyplus destinés à l'élevage intensif (Berchiche et Kadi, 2002; Djallal et al. 2006). Le résultat de ces introductions aléatoires et mixture anarchique, a induit la perte du lapin originaire d'Algérie. Aujourd'hui cette mixture est à l'origine de la population locale.

5.1. Secteur traditionnel :

Il est constitué de nombreux petits élevages de 5 à 8 lapines, plus rarement 10 à 20 localisés en milieu rural ou à la périphérie des villes. Leur orientation principale est l'autoconsommation, qui représente (66%) de la production traditionnelle, dont les excédents sont vendus sur les marchés. La gestion de ses unités est très souvent assurée par les femmes, la quasi-totalité des ménagères étant femme au foyer (Ait Tahar et Fettal ,1990; Berchiche, 1992; Djellal Mouhous et Kadi, 2006).

Les animaux utilisés sont de population locale, ils sont logés dans des vieux locaux et quelquefois dans des bâtiments traditionnels aménagés spécialement à cet élevage.

L'alimentation est presque exclusivement, à base d'herbe et de restes domestiques (les végétaux et les restes de table) quelquefois complétée avec du son (Berchiche, 1992).

Les performances obtenues restent moyennes, surtout en raison des fortes mortalités au nid aboutissant au résultat de 30 à 35 lapins/femelle/an (Ait Tahar et Fettal, 1990; Berchiche, 1992).

Tableau 1: La taille de l'élevage fermier Algérien du lapin.

Nombre de lapine/élevage	% ⁽¹⁾	% ⁽²⁾
1 à 4	26	80,5
5 à 8	53	17
9 à 12	10	2,5
13 à 16	6	-
17 à 20	3	-
TOTAL	100	100

(1) Berchiche (1992) ; (2) Djellal et *al.*, 2006

5.2. Secteur rationnel :

Un secteur rationnel est constitué de grandes ou de moyennes unités orientées vers la commercialisation de leurs produits. Il n'est apparu qu'au début des années quatre-vingt, à la suite d'une volonté des pouvoirs publics. Ainsi, 5000 femelles et 650 males ont été installés entre 1985 et 1988 (Anonyme, 1986). Parallèlement il y a eu fabrications nationales des cages et d'aliment composé pour lapin.

La valorisation du lapin local semble nécessaire par l'amélioration génétique et par le milieu y compris. Sa sélection ou son introduction dans les schémas de croisements génétiques semble plus que nécessaires.

5.3. Importance de la cuniculture :

5.3.1. Dans le monde :

Selon la FAO en 2007, la production mondiale de viande du lapin est estimée à 1.7 million de tonnes. Soit une progression de 23% en 5 ans, la Chine étant le pays le plus grand producteur (+ 39% depuis 2001). Le continent asiatique est la première zone productrice du monde avec 44% de la production totale.

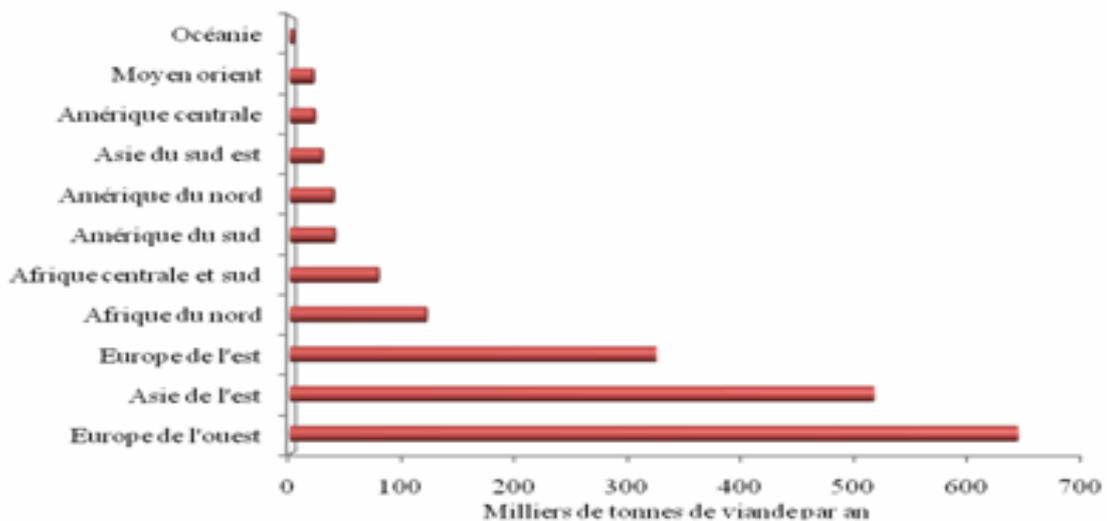


Figure 1 : Production de viande de lapin dans les grandes régions du monde (Gidenne, 2007).

5.3.2. En Algérie :

La production de viande de lapin en Algérie est évaluée à 23 000 tonnes selon des estimations sur le terrain (Ghezal-Triki et Colin, 2000). Elle se classe en première position devant le Maroc (20 000 tonnes/an) et la Tunisie avec 4 000 tonnes. Le système traditionnel est dominant, avec de faibles effectifs de reproducteurs par élevage : entre 16 à 20 mères (Berchiche et Lebas, 1994).

En parallèle, il existe un système rationnel avec un nombre de reproducteurs et une productivité demeurant faibles (30 lapereaux par femelle et par an).

L'Algérie possède les capacités nécessaires pour améliorer sa production, ceci entrainera inexorablement à une augmentation de la disponibilité de viande de lapin.

Cette perspective réalisable, passe par une amélioration des systèmes de production puis une amélioration de la population locale, la mieux adaptée aux conditions du pays.

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. Par contre, 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.

L'amélioration génétique est une discipline de la génétique. Elle s'intéresse aux caractères de production ou quantitatifs dont l'intérêt économique est certain. Elle consiste à appliquer des méthodes évolutives capables de rompre l'équilibre d'HARDY WEINBERG, le dogme principal de la génétique des populations. Il s'agit de la sélection et du croisement.

L'amélioration génétique permet de modifier le patrimoine génétique des lapins. Elle permet de redynamiser les différents aspects de la production.

L'amélioration génétique des animaux d'élevage vise à élever les performances moyennes des populations exploitées par l'homme, à augmenter la valeur génétique additive moyenne des animaux (the breeding value). Cette amélioration résulte de l'exploitation de la variabilité des performances, dont une partie est d'origine génétique additive (Jussiau et al. 2006).

On admet que chaque individu transmet à chacun de ses descendant et en moyenne la moitié de sa valeur génétique additive (Barret, 1992).

1. Paramètre génétiques

L'améliorateur a besoin d'outil pour indexer ou prévoir un progrès génétique par génération ou par unité de temps, direct ou indirect. L'information correspondante aux caractères retenus est représentée par trois(03) paramètres génétiques :

L'héritabilité, la répétabilité et la corrélation (Minvielle, 1990), (Ricodeau, 1992) et (Jussiau et al. 2006).

1.1. Héritabilité

Selon Fielding, 1993 cités par Chaou, 2006, certains caractères sont transmis dans des proportions variables. Ce degré de transmission est repris sous le nom de l'héritabilité.

Pour Winter et al. 2000 et Wattiaux et Howard, 2003, l'héritabilité au sens large est le pourcentage de la variation phénotypique qui est d'origine génétique.

$$h^2 = VG / VPH$$

VG: variabilité génétique

VPH: variabilité phénotypique

Selon (Jussiau et al. 2006),

Variabilité phénotypique = Variabilité génétique Additive + variabilité due aux interactions génétiques + variabilité due au milieu

L'héritabilité au sens stricte est la valeur la plus pertinente pour l'étude évolutive d'une population soumise à la sélection artificielle (Harlt et Jones, 2003).

L'héritabilité varie entre 0 et 1 (Minvielle, 1990) et (Ollovier, 2002). La lecture de l'héritabilité est comme suit :

- ✓ $h^2 < 0,2$: faible héritabilité.
- ✓ $0,2 \leq h^2 \leq 0,4$: moyenne héritabilité.
- ✓ $h^2 > 0,4$: forte héritabilité.

Quand un caractère présente une héritabilité forte, l'influence du milieu sur l'expression est faible. La variabilité génétique additive est élevée, les différences génétiques additives entre individus sont grandes, ce qui facilite la détection des animaux ayant les valeurs génétiques additives les plus fortes. La sélection peut alors permettre d'obtenir un progrès génétique élevé à la génération suivante (Jussiau et al. 2006). Les caractères liés à la croissance font partie des caractères quantitatifs à moyenne héritabilité.

L'héritabilité n'est pas un paramètre génétique définitif pour un caractère donné (Ollovier, 2002), (Larzul et Gondret, 2005), (Piles et al. 2006) et (Kalil et Al saef, 2008), elle varie relativement d'une expérimentation à une autre.

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 celle du poids à l'abattage oscillent entre 0,12 à 0,67.

Tableau 7: Paramètre génétique du poids au sevrage, du poids d'abattage et du gain moyen quotidien.

Poids au sevrage				Poids abattage				Gain moyen quotidien				Références
h^2	c^2	p^2	h^2_m	h^2	c^2	p^2	h^2_m	h^2	c^2	p^2	h^2_m	
-	-	-	-	0,41	-	-	-	-	-	-	-	Ancus, 1999
-	-	-	-	0,53	-	-	-	-	-	-	-	Ferraz <i>et al</i> 1991
0,30	-	-	-	0,18	-	-	-	-	-	-	-	Farghaly et El-Mahdy 1989
0,09	-	*	-	0,18	-	*	-	0,20	-	*	-	Camacho et Baselga 1990
0,13	-	*	-	0,20	-	*	-	0,18	-	*	-	Camacho et Baselga 1990
0,15	-	0,27	-	0,19	-	0,14	-	0,21	-	0,10	-	Estany <i>et al</i> 1992
0,15	-	0,18	-	0,15	-	0,12	-	0,17	-	0,10	-	Estany <i>et al</i> 1992
-	-	-	-	0,16	-	0,17	-	-	-	-	-	Rochambeau <i>et al</i> 1994
-	-	-	-	0,20	-	*	-	0,25	-	*	-	Garreau <i>et al</i> 2000
-	-	-	-	-	-	-	-	0,48	-	0,11	-	Moura <i>et al</i> 1997
-	-	-	-	-	-	-	-	0,17	0,32	-	-	Su <i>et al</i> 1999
-	-	-	-	-	-	-	-	0,12	0,36	-	-	Piles <i>et al</i> 2003
-	-	-	-	-	-	-	-	0,31	0,14	-	-	Piles <i>et al</i> 2004a
-	-	-	-	-	-	-	-	0,21	0,08	-	-	Piles <i>et al</i> 2004a
0,04	0,72	-	-	0,12	0,51	-	-	0,17	0,40	-	-	Lukafahr <i>et al</i> 1996
0,09	0,52	-	-	0,67	0,26	-	-	0,41	0,21	-	-	Larzul et Rochambeau 2005
0,13	0,49	-	-	0,22	0,30	-	-	0,29	0,20	-	-	Larzul <i>et al</i> 2005
0,48	-	-	0,25	0,39	-	-	0,11	-	-	-	-	Moura <i>et al</i> 2001
0,08	0,44	-	0,18	0,06	0,26	-	0,05	-	-	-	-	Moura <i>et al</i> 2001
0,01	-	0,39	0,14	0,26	-	0,21	0	0,36	-	0,05	nr	Ferraz et Eler 1994
0,05	-	0,47	0,12	0,17	-	0,19	0,08	0,35	-	0,16	nr	Ferraz et Eler 1994
0,00	0,50	0,17	0,08	-	-	-	-	0,18	0,31	0,04	0,02	McNitt et Lukafahr 1996 ⁽¹⁾
0,11	*	*	0,07	0,25	*	*	0,04	-	-	-	-	Garreau et Rochambeau 2003
0,16	0,36	0,11	0,11	0,28	0,27	nr	0,07	0,29	0,20	nr	nr	Larzul <i>et al</i> 2003

h^2 : Héritabilité des effets additifs directs ; c^2 : effets d'environnement commun ; p^2 : effets maternels non génétiques ; h^2_m : effets maternels génétiques.

* : Effet inclus dans le modèle mais résultat non présenté ; nr : effet testé mais non retenu dans le modèle final d'analyse.

⁽¹⁾ Gain moyen quotidien mesuré entre 4 semaines et 1,5 kg de poids vif.

(Larzul et Gondret, 2005)

1.2. Répétabilité

Elle caractérise le degré de ressemblance entre les différentes performances observées. Elle est égale au coefficient de corrélation entre performances successives d'un même individu. Elle est aussi appelée corrélation intra classe (Bonnes et al. 1991).

La répétabilité est la limite supérieure de l'héritabilité (Minvielle, 1990) et (Jussiau et al. 2006). Elle varie de 0 à 1, sa lecture est identique à celle de l'héritabilité.

La répétabilité permet de prédire les performances des prochaines productions, chez les mêmes individus et d'estimer leur progrès génétique (Minvielle, 1990).

1.3. Corrélation

C'est un coefficient permettant de mesurer chez le même individu, la liaison entre deux caractères (Bonnes et al. 1991), (Verrier et al. 2001) et (Gaillard, 2003).

On peut également mesurer la corrélation pour le même caractère sur plusieurs performances (Piles et al. 2006).

La corrélation(r) varie entre (-1) et (1). La lecture de la corrélation, selon Horvaine Szabo, 1988, est 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.

Selon Larzul et Gondret, 2005, la corrélation génétique entre la vitesse de croissance et l'indice de consommation, a été estimée dans plusieurs études. Dans tous les cas, la corrélation est négative, mais avec une large gamme de variation (de -1 à - 0,19).

Larzul et Rochambeau, 2004, montrent que la corrélation entre poids à l'abattage et le rendement est quasiment nulle à 8 semaines.

Selon Argente et al. 1999, la corrélation entre le poids à la naissance et le sevrage est de 0,89 et 0,90 ; donc on peut sélectionner les individus à la naissance.

2. Méthodes d'amélioration génétiques

Il existe deux méthodes d'amélioration génétique, la sélection en race pure «in breeding» et le croisement entre races ou lignées «out breeding». Ces deux méthodes ne sont pas concurrentes mais plutôt complémentaires.

2.1. Sélection

Elle consiste à choisir les meilleurs sujets parmi les candidats à la sélection, pour constituer la nouvelle génération de reproducteurs capable de diffuser un progrès génétique.

Selon Jussiau et al. 2006, on appelle objectif de sélection «un caractère ou ensemble de caractères pour lequel, on recherche une amélioration de la valeur génétique moyenne des individus d'une population à la génération $n + 1$ par rapport à ceux de la génération n .

2.1.1. 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 (Performance 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).

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 une sélection d'une souche donnée de lapin pour un critère de croissance, montrent toutes l'efficacité de cette sélection (tableau 8)

Tableau 8: Estimation des progrès génétique réalisés par génération sur différents critères de croissances, dans les expériences de sélection sur le grain moyen quotidien (GMQ) ou sur un poids à âge fixe.

Poids abattage (g)	Grain moyen/j(g)	Poids sevrage (g)	Période d'engraissement (sem.)	Age à l'abattage (sem.)	Références
Expérience de sélection sur la GMQ					
53	0,83	6	4-11	11	Rochambeau et al 1989
30,2 24,4	0,72 0,51	0,32 0,34	4-11 4-10	11 10	Camacho et Baselga1990
27,1 23,4	0,65 0,52	-1,1 0,3	4-11 4-10	11 10	Estany et al 1992
21	0,49	3,9	4-9	9	Piles et Blasco 2003
6,30	0,18	0,6	4-9	9	Sanchez et al.2004
-	1,23 ⁽¹⁾ -0,86 ⁽²⁾		8-12		Moura et al.1997
Expériences de sélection sur le poids					
52 ⁽¹⁾ -75 ⁽²⁾	-	-	-	16	Mgheni et christensen, 1985
34,4	-	-	-	10	Rochambeau et al 1994
29,1	0,64	3,9	4-11	11	Lukefahr et al.1996
18,5 ⁽³⁾	0,64 ⁽³⁾		7-10	10	Garreau et al.2000
41,5 ⁽¹⁾ -45,5 ⁽²⁾	1,00 ⁽¹⁾ -0,98 ⁽²⁾	9,2< ¹ » -12 ⁽²⁾			

(1)Lignée haute ; (2) lignée basse ; (3) progrès génétique estimé par an. (D'après Larzul et Gondret, 2005)

2.1.2. Progrès génétique :

Le but de sélection est d'améliorer la valeur génétique additive moyenne des individus d'une population. Le résultat et l'efficacité de cette sélection se caractérisent par le progrès génétique. La supériorité génétique additive moyenne (ΔA) des reproducteurs

mâles et femelles sélectionnés à la même génération n est, en moyenne, transmise à la génération $n+1$.

Donc, la génération $n+1$ bénéficie d'un progrès génétique par rapport à la précédente, symbolisé PG/gn et égal à (ΔA) .

$$\Delta A = PG/gn = P(G_{n+1}) - P(G_n) = A(G_{n+1}) - A(G_n)$$

ΔA : Progrès génétique

PG/gn : Progrès génétique par génération

P : Performance moyenne

A : Valeur génétique additive moyenne

(G_{n+1}) : Génération des descendants

(G_n) : Génération parentale

2.2. Croisement

Il consiste à utiliser des géniteurs de races différentes mais appartenant à la même espèce. Il est dit aussi (out breeding).

2.2.1. Objectifs des croisements

Les limites de la sélection et de l'élevage en race pure, conduisent à rechercher la possibilité d'accoupler des reproducteurs de races différentes, mais appartenant à la même espèce ; c'est le recours au croisement Jussiau et al. 2006, dont les objectifs sont :

- 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.

Ouyed, 2006, souligne une efficacité des performances de croissance des hybrides, issus de différents croisements génétiques de trois races pures, notamment ceux provenant des femelles Néo-Zélandais – Géant des Flandres. Ils présentent les meilleures performances parmi les hybrides. Les croisements exploitent les effets de complémentarité inter races ou intra race.

2.2.2. Complémentarité

Le croisement des espèces permet de combiner les avantages de différentes races (Kerry et Keppler, 1997). Les croisés appelés vigueur hybrides supportent le mieux les conditions d'élevage difficiles.

Le croisement est utilisé dans un but de complémentarité entre les races et de favoriser l'apparition des caractères corrélés négativement en races pures chez un même individu.

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. Les caractères de croissance et de reproduction sont corrélés négativement dans la nature du lapin (Mefti Korteby et al.2010, Mefti Korteby, 2012)

2.2.3. Effet hétérosis

Selon Jussiau et al. 2006, l'hétérosis constitue un objectif fréquemment retenu, quand on met en œuvre des croisements génétiques. C'est le phénomène par lequel des animaux, nés de parents de population génétiquement différente et placés dans des situations d'élevage comparables, ont des performances supérieures à la moyenne de celles des populations parentales.

Selon Minvielle, 1990 et Thewis et al. 2005, l'hétérosis (%) est calculée comme suit :

$$H (\%) = [(MF1 - MP) / MP] \times 100$$

d'où :

MF1 = moyenne à la première génération ;

MP = moyenne des performances des parents en races pures.

MP = $1/2 (MP1+MP2)$; MP1 = performance de race 1; MP2= performance de race 2.

L'hétérosis est fonction de la nature génétique du caractère considéré mais aussi de l'environnement (Deradji, 2009). Son effet est inversement proportionnel à la valeur de l'héritabilité.

L'hétérosis est d'autant plus important que les populations parentales soient génétiquement les plus éloignées.

1. Notion de croissance

La croissance est un ensemble de modification du poids, de la forme et de la composition anatomique et biochimique depuis la conception jusqu'à l'âge adulte (Prud'hon, 1976). Elle est conditionnée par des phénomènes de multiplication, de développement et de différenciation cellulaire, tissulaire et organique (Prud'hon et *al.* 1970).

Le taux de croissance maximum absolu est obtenu autour de 6 à 7 semaines d'âge, la taille adulte finale du lapin est atteinte approximativement entre 25 et 30 semaines d'âge (Cantier et al. 1969 ; Ouhayoun, 1984, Vicente et al. 1988).

2. Performances de croissance chez le lapin

En élevage rationnel la période de croissance est caractérisée par un important investissement sans retour, ou plutôt à long terme basé sur le bon déroulement de l'évolution des jeunes animaux. De ce fait, il est primordial de maîtriser les étapes pour la réussite de l'expression des gènes chez des animaux d'élevage.

2.1. Croissance de la naissance au sevrage

La durée de cette phase dépend de l'âge au sevrage (4 ou 6 semaines). Pendant les 3 premières semaines, la croissance est linéaire (11-13 g/J pour une portée de 10). Elle s'accélère pour atteindre 35-38 g/J à partir du 25^{ème} jour, quand la part de l'aliment solide devient conséquente (Lebas, 2011).

La production laitière de la lapine conditionne la croissance des lapereaux avant le sevrage. Celle-ci augmente jusqu'à 3 semaines après la naissance, puis diminue pour devenir nulle entre 4 et 5 semaines (Periquet, 1998). La vitesse de croissance subit une accélération très forte entre la naissance et le sevrage (Ouhayoun, 1983).

2.2. Croissance du sevrage à l'âge adulte

Durant cette phase, la courbe de croissance pondérale du lapin est sigmoïde avec un point d'inflexion qui est situé entre la 5^{ème} et la 7^{ème} semaine de vie post natale (Ouhayoun, 1983). La croissance passe par un maximum à la 8^{ème} semaine puis décroît progressivement, notamment après 77 jours d'âge (Baumier et Retailleau, 1987 ; De Rochambeau, 1989), d'où l'intérêt de sélectionner pour réduire l'âge d'abattage.

2.3. Performances de croissance des lapins de races pures et croisés

Ouyed et al. 2007b, ont réalisé une expérience de croisement des différentes races de lapins, Néo-Zélandais Blanc, Californien et Géant Blanc du Bouscat.

Les lapereaux issus du mâle Géant Blanc ou des femelles Géant Blanc X Néo-Zélandais et Néo-Zélandais X Géant Blanc, présentent les vitesses de croissances et les indices de consommation les plus intéressants. Selon Ouyed et al. 2007, le taux de

mortalité relativement élevé à la naissance et au sevrage a été obtenu avec les femelles croisées, Géant Blanc X Néo-Zélandais et de leur croisement réciproque. Les lapereaux californiens et Néo-Zélandais présentent les performances les moins intéressantes

De plus, les lapereaux issus des mères Néozélandaises, Géant Blanc X Néo-Zélandais, ont des gains moyens quotidiens significativement supérieurs de 5,5% à ceux des lapereaux issus de même génotype de père (Néo-Zélandais) mais des mères Néo-Zélandais X Géant Blanc. Le génotype du père est toujours cité en premier. L'utilisation des souches lourdes en croisement permet d'améliorer la vitesse de croissance (Larzul et Gondret, 2005). Ces résultats corroborent à ceux d'Ozimba et Lukefahr (1991), qui rapportent une augmentation de vitesse de croissance, du poids à 70 jours et de la consommation alimentaire ainsi qu'une meilleure efficacité alimentaire, chez les lapins issus des croisements avec le Géant des Flandres, comparativement aux lapins de races pures Néo-Zélandais ou Californien et de leurs croisés.

Prayaga et Eady, 2003, ont également obtenu de bonnes performances de croissance pour les lapins de races pures, leurs croisés Néo-Zélandais x Géant des Flandres et des lapins issus du croisement réciproque, Géant des Flandres X Néo-Zélandais.

2.4. Sevrage

Par sevrage, on entend la séparation des petits de leur mère et leur autonomie totale du point de vue alimentation lactée. Dès lors, l'aliment devient exclusivement solide. A partir du vingtième jour, des transformations fondamentales s'opèrent chez le lapereau au niveau de ses capacités digestives. Il y a amorce de la synthèse d'amylase pancréatique nécessaire pour la dégradation des sucres complexes et de la coecotrophie. Cette dernière assure une utilisation plus complète de la fibre brute et permet de répondre aux besoins en vitamines et en protéines (Colombo et Zago, 1998).

A cet âge les besoins nutritionnels de la mère et du lapereau sont différents. A l'état naturel le jeune lapin est sevré à environ 3½ semaines d'âge, quand la mère est de nouveau gestante et qu'elle prépare un nouveau nid pour la prochaine portée (Gidenne, Lebas, 2005).

En élevage rationnel et de façon conventionnelle le sevrage est réalisé entre 28 et 35 jours d'âge. Cependant plusieurs méthodes sont utilisées et définissent le sevrage à différents âges et de différentes manières, elles se basent toutes sur les besoins nutritionnels antagonistes de la mère et de ses petits.

2.4.1. Sevrage conventionnel

Les petits atteignent un poids de 600 à 700g et la femelle offre à nouveau une fécondité acceptable. Les besoins alimentaires de la lapine et de ses petits étant différents, l'alimentation à cette étape peut se faire séparément ; alimentation spécifique respectivement à la mère et aux petits ou plutôt simultanément (alimentation mixte respectant, par compromis à leur besoins respectifs).

En effet selon Lebas, 2005, au moment du sevrage, les lapereaux effectuent déjà de 30 à 40 repas solides ou liquides par 24 heures.

2.4.2 Sevrage précoce

Réalisé entre 22 et 28 jours de vie, alors les lapereaux pèsent de 400 à 600 g. Il présente peu d'avantage, bien que permettant un rythme de production très élevé (jusqu'à 11,4 mises bas par an). Il se traduit par un nombre moindre de lapins sevrés et on ne peut néanmoins exclure que cela n'entraîne une plus grande sensibilité des lapereaux aux troubles digestifs, comme l'ont observé Gidenne et Fortun-Lamothe (2001) cité par Fortun-Lamothe, Gidenne (2003).

2.4.3. Sevrage tardif

Traditionnel, cette méthode est toutefois à déconseiller car les lapereaux ne montrent pas à la fin du cycle d'engraissement un poids supérieur à celui de ceux sevrés plus tôt (Clombo et Zago, 1998).

En somme Fortun-Lamothe et Gidenne, 2005, proposent une stratégie d'alimentation autour de ces différentes méthodes, afin de palier à cet antagonisme (tableau 2) en mentionnant les intérêts et les inconvénients de chaque méthode.

2.5. Post sevrage

Cette période débute au moment du sevrage jusqu'à l'abattage ou à la mise en reproduction des sujets. Sa durée est variable et dépend du système de production. Les performances dépendant de l'âge (tableau 2).

Tableau 2 : Evolution du comportement alimentaire de lapins males entre 6 et 18 semaines, (ayant à leur disposition un aliment complet granulé et de l'eau de boisson, maintenus dans une salle à 20±1°C).

	Age en semaines				
	6	9	12	15	18
Poids vif et vitesse de croissance					
-Poids g	1060	2094	2922	3532	3901
-GMQ g/j	49,2	44,3	34,3	23,3	17,6
Aliment solide (89 % MS)					
-g/24h	98	168	194	184	159
-Repas /24h	39	39	41	41	34
-g/repas	2,6	4,4	4,9	4,4	4,9
Eau de Boisson					
-g/24	153	269	320	319	298
-Prises/24h	31	26	29	31	36
-g/prise	5,1	10,6	11,5	10,8	9,1
Eau/aliment	1,56	1,60	1,65	1,73	1,87

(D'après Prud'hon et al. 1975).

2.6. 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 peut varier entre 10 et 26% quel que soit le type génétique ou la saison (Tableau 3).

Tableau 3 : Mortalité chez les souches et populations élevées en Algérie selon l'âge des lapins et la saison

	<i>Mortalités (%)</i>		
	<i>A la naissance</i>	<i>Naissance- sevrage</i>	<i>Engraissement</i>
<i>Type génétique :</i>			
Population locale	13,4	11	23
Population blanche	15	10	26
Souche synthétique Itelv	11,3	17	25
<i>Saisons :</i>			
Début d'année (février-mai)	13,4	13,6	24
Période chaude (juin-septembre)	12,7	12	26
Fin d'année (octobre-janvier)	14	12,1	26

Source : Gacem et al. (2009).

3. Performance de croissance

3.1. Consommation alimentaire (CMQ)

La consommation alimentaire de l'hybride ou en race pure et en élevage rationnel varie de 130 à 140g/j (Laffolay, 1985).

3.2. Indice de consommation (IC)

Il correspond à la quantité totale d'aliment ingéré pour obtenir un kilogramme de lapin vivant, bon à vendre (Lebas, 1991). L'indice de consommation moyen pour toute la période d'engraissement est de 3,00 trouvé par Moulla, 2008, est proche de celui obtenu par Lounaouci, 2001, chez le lapin local soit 3,12. Ce paramètre est de 3.27 chez des souches améliorées (Eady, Garreau. 2008).

3.3. Gain moyen quotidien (GMQ)

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

Le gain moyen pour toute la période d'élevage, varient entre 12 g/j et 28 g/j chez la population locale. Cependant chez des animaux améliorés le gain moyen quotidien est de 42,86 g/j Gyovai et al. 2008, et entre 40 et 46 g/j Szendro Zs., Dalle Zotte A. 2011. Les différents auteurs constatent un ralentissement de croissance au-delà de 55 j.

3.4. Poids vif (PV)

3.4.1. Poids vif au sevrage

Brun et Poujardieu, 1998, montrent que le poids au sevrage varie en fonction de la taille de la portée, soit de 645g pour une portée de 6.85 lapereaux et 590g pour une portée de 7.40 lapereaux.

3.4.2. Poids vif post sevrage

Poids à l'abattage est corrélé positivement au poids au sevrage.

Il est important de faire une sélection précoce, car elle est amélioratrice du poids à différents âges, le tableau 4, montre l'effet souche, saison et autres facteurs (bâtiment, sexe et parité) sur les performances.

Tableau 4. Résultats de l’analyse de variance sur les mortalités et les performances de croissance en engraissement. Effectifs, estimés des moyennes des moindres carrés et écart types.

	Mortalité %	Mortalité naissance sevrage %	Mortalité en Croissance %	Poids du sevré(g)	Poids de la portée sevrée(g)	Poids du lapin à 77 jours(g)	Poids de la portée à 77 jrs(g)	Grain moyen quotidien(g)
Effectifs	1242	980	827	5818	988	3852	874	3852
Type génétique	ns	***	ns	**	***	**	***	*
Souche synthétique	11,3 -1,4	17 ^a -13	25 -15	553 ^a -5	3555 ^a -66	1506 ^a -14	7591 ^a -205	24 ^a -0,5
Souche blanche	15,0 (1,2)	10 ^b (12)	26 (16)	554 ^a (4)	3112 ^a	1562 ^b (15)	6698 ^b (210)	24 ^a (0,5)
Population locale	13,4 (1,2)	10 ^b -12	23(15)	565 ^b (2)	2864 ^b (64)	1534 ^{ab} (14)	6019 ^c (200)	23 ^b (0,5)
Saison de sevrage	ns	ns	ns	***	***	***	***	***
Début d’année	13,4 -1,3	13,6(1,4)	24 -2	565 ^a (2,3)	3357 ^a (53)	1598 ^a (7)	7396 ^a (186)	25 ^a (0,6)
Période chaude	12,7 (1,5)	12,0 (1,4)	26 (2)	553 ^b (3)	3318 ^b (68)	1456 ^b (8)	6209 ^b -204	21 ^b (0,5)
Fin d’année	14 (1,3)	12,1 (1,2)	26 -1	534 ^c (4)	3050 ^c (91)	1537 ^c (10)	6702 ^b (273)	24,5 ^a (0,5)
Génotype *saison	ns	n	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Bâtiment	*	ns	-	-	-	-	-	-
Sexe	-	-	-	ns	-	**	-	ns
Parité	ns	ns	-	-	-	-	-	-
Année intra saison	ns	ns	**	***	ns	***	***	***

*P<0,05 **P<0,01 ***P<0,0001. (D’après Gacem et al. 2009)

* significatif, ns = non significatif, n = négligeable, a, b, c ... sur une même ligne les moyennes ajustées affectées d’une lettre différent, différent entre elles au seuil P<0,05.

4. Facteurs influençant la croissance des lapins

4.1. Effet du génotype

Avant le sevrage, la croissance du lapereau dépend de l’influence maternelle qui est la résultante du génotype de la mère et des facteurs environnant. Le poids du lapin à 11 semaines subit encore une influence maternelle, mais résulte de l’influence de l’expression des potentialités génétiques transmises par le mâle. Les souches mâles sont sélectionnées surtout sur la croissance post sevrage (Hennaf et Jouve, 1988, de Rochambeau, 2000).

L’effet génétique est démontré par les résultats obtenus par Ouyed et Brun, 2008, cité par Daradji, 2009 qui montrent une différence hautement significative en faveur des

croisés comparés aux descendants des races pures (Califormes X Néo-Zélandais ; Chinchilla X Néo-Zélandais ; Géant Blanc du Bouscat X Néo-Zélandais ; Néo-Zélandais X Néo-Zélandais), que ce soit le poids vif au sevrage, le GMQ ou le poids de la carcasse commerciale. En effet, les lapins issus de la race Géant Blanc ont les meilleures performances de croissance et du poids de la carcasse commerciale. Ceux issus de la race Chinchilla ont de faibles performances (1270 vs. 1963 g du poids au sevrage, 57 vs. 43 g/j de GMQ et 1432 vs. 1200 g du poids de la carcasse commerciale). Ces résultats corroborent ceux de plusieurs auteurs concernant le pouvoir de la race Géant Blanc à améliorer les performances de croissance de ses progénitures (Ozimba et Lukefahr, 1991 ; Prayaga et Eady, 2003, Larzul et Gondret, 2005, Ouyed et al. 2007). Le génotype Californien des pères a eu une influence positive sur les performances de croissance des descendants croisés, avec des lapines locales (Mefti Korteby et al. 2011)

4.2. Influence de la taille de la portée

Selon Lebas, 2005, les moyennes dans les élevages se situent entre 8 et 10 lapereaux par portée, mais cela reste très variable. La taille de portée est négativement corrélée au taux de croissance et au poids au sevrage (Brun et Poujardieu, 1998 ; Rodel et al. 2008), cités par Coureaud et al. 2008, Mefti Korteby et al. 2010 et Mefti Korteby, 2012.

En effet Bolet et al. 1995, ont étudiés les relations entre le nombre de fœtus par corne utérine, la taille de portée à la naissance et la croissance pondérale des lapereaux et ont admis que l'effet de la taille de la portée est très significatif quelle que soit la variable considérée. Entre 6 et 13 lapereaux par portée, les poids et les croissances diminuent de façon presque linéaire. L'écart atteint une chute de 18 à 20% par rapport aux performances des lapereaux issus de portées de six ou sept.

4.3. Influence de l'environnement

Toute expression phénotypique d'une performance, a comme composante une part génétique et une part de l'environnement. L'influence de ce dernier peut être plus ou moins importante selon la nature génétique du caractère.

4.3.1. Effet de la température

Selon Grazzani et Dubini, 1982 et Samoggia, 1987, les performances de croissance sont affectées à partir de 25 °C. L'augmentation de la température ambiante entraîne une réduction de l'ingestion alimentaire; d'où la baisse des performances car l'animal se trouve en déficit nutritionnel et donc un brusque ralentissement de la croissance (Colin, 1985 ; 1995). Par contre, une baisse de la température engendre une consommation accrue de l'aliment et une augmentation de la vitesse de croissance.

4.3.2. 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 j. Ils concluent que l'hiver est plus favorable à la croissance des

lapereaux (Tableau 5). Ainsi, les meilleures performances de croissance sont enregistrées pendant les saisons à faibles températures automne et hiver et diminuent au printemps et en été.

Tableau 5 : Effet de saison sur la taille et le poids (g) des portées de la naissance à 70 jours d'âge.

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

4.3.3. Effet de la densité

Selon Colmin et al. 1982, une densité de 15,6 lapins/m² permet une forte vitesse de croissance et moins de compétition entre les animaux. Par contre, une densité supérieure à 16 lapins/m² réduit les performances de croissance (Martin, 1982).

4.3.4. 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

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 l'aliment commercial et ceux alimentés avec un aliment expérimental équilibré ou juste complémenté (tableau 6).

Le gain moyen quotidien 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 29 g/j pour la souche synthétique, d'où la nécessité d'un aliment équilibré

Tableau 6 : Gain moyen quotidien des souches et populations de lapins nourris avec des aliments expérimentaux et/ou l'aliment commercial.

Auteurs	Génotype	GMQ (g) des lapins avec aliment	
		Commercial	Expérimental
Lakabi <i>et al.</i> (2008)	Population locale	-	28 Taux son de blé
Berchiche <i>et al.</i> (1999)	Population locale	-	27,8-28,0 Source protéines
Lounaouci <i>et al.</i> (2008)	Population Blanche	-	31-35 Source protéines
Kadi <i>et al.</i> (2010)	Population Blanche	-	39 Formulation
Zerrouki <i>et al.</i> (2008)	Population Blanche	28,3	33,6 Commercial + Calcium
Lebas et Gacem (2006)	Souche Synthétique Itelv	22,0	29,0 Formulation
Lebas et Gacem (2007)	Souche Synthétique Itelv	25,4	29,2 Formulation

Source : Lebas, 2010.

La granulométrie de l'aliment a une influence sur les performances de croissance des lapins. Le diamètre idéal des granulés se situe entre 3 et 4 mm. Leur diamètre ne doit pas dépasser 5 mm (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). Le lapin est sensible aux particules alimentaires pulvérulentes.

5. Composition corporelle du lapin

5.1. Définition de la carcasse

La carcasse est produit de l'abattage après saignée, dépouillement et sans les viscères abdominales (Jaim camps, 1983), elle est définie essentiellement par :

La carcasse chaude : obtenue après saignée et éviscération de l'animal. Elle comporte les extrémités des membres (manchons sur lesquels subsistent le pelage), les reins, les viscères thoraciques ainsi que le gras péri rénal et inter scapulaire. Le poids de la carcasse est pris entre 15 à 30 minutes après l'abattage (Blasco *et al.* 1993).

Un lapin de 2,2 kg (soit 50% du poids de l'adulte de 4 kg) fournit à l'âge de 10 à 11 semaines, une carcasse chaude de 1,395 kg (Ouhayoun, 1989).

La carcasse froide : obtenue après ressuage et réfrigération dans une chambre froide pendant 24h à 4°C. Au cours de la réfrigération, la carcasse perd 2,15% de son poids (égouttage et dessiccation superficielle). Après suppression des manchons (3,6% du poids vif), la carcasse commerciale pèse 1,285 kg soit un rendement de 57,1% (Figure 2) (Ouhayoun, 1989).

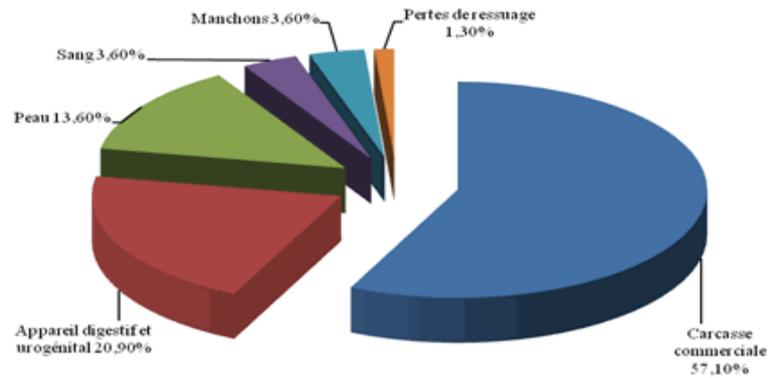


Figure 2 : Rendement en viande d'un lapin de format moyen de 2,3 kg (Ouhayoun, 1989).

5.2. Rendement de la carcasse à l'abattage

Le rendement à l'abattage est le paramètre de composition corporelle le plus étudié chez le lapin. C'est le rapport entre le poids de la carcasse commerciale et le poids vif. Il définit également la qualité tant physico-chimique que sanitaire de la carcasse après abattage. Ce paramètre est un critère génétique de sélection en lignée paternelle.

L'abattage normatif est réalisé à 10 semaines pour un poids standard de 2,4 kg. En Algérie l'âge d'abattage des races locales est de 13 semaines; cet allongement est dû au refus du consommateur aux carcasses légères (Mefti Kortebay *et al.* 2010).

Le poids de la carcasse constitue 57% du poids vif, il est de 65 % chez la population locale. Le lapin de population locale algérienne est caractérisé par un poids vif à l'abattage faible comparé aux races et aux souches sélectionnées (Berchiche et Lebas, 1990; Berchiche *et al.* 2000). Par contre, le rendement de la carcasse chaude est satisfaisant

5.3. Facteurs de variation

- ✓ **Effet de la race ou du génotype:** le rendement est plus élevé chez les races lourdes (Fettal, 1987).
- ✓ **Effet de l'âge et du poids à l'abattage :** le poids de la carcasse est influencé par plusieurs facteurs, dont l'âge de l'animal et surtout son poids à l'abattage, qui sont les principaux facteurs de variation (Roiron, 1991 ; Roiron *et al.* 1992). le rendement de la carcasse augmente avec l'âge. En effet, selon Ouhayoun (1989) et Roiron (1991), le rendement passe de 50% à 57% chez les animaux abattus à 60 jours par rapport à ceux abattus à 70 jours.
- ✓ **Effet de l'alimentation :** Quel que soit le moment de son application, réduction quantitative ou qualitative de l'aliment réduit le rendement de la carcasse (Ouhayoun, 1989). En effet, une réduction de la teneur de l'aliment en certains acides aminés à l'exemple de la méthionine, réduit le rendement de la carcasse de 59% à 57,7%.

L'expérimentation a été réalisée dans le clapier de l'Institut Technique des Élevages (ITELV) à Baba Ali, Alger.

Les objectifs du travail sont :

- ✓ La connaissance des performances et déterminisme des valeurs génétiques additives.
- ✓ Quantifier le progrès génétique par génération et par unité de temps et sa cinétique.
- ✓ Indexation des géniteurs mâles.
- ✓ Etude des corrélations entre les critères de croissance.

1. Matériels et Méthodes

1.1. Matériels

1.1.1. Matériel biologique

Il s'agit de lapin de souche synthétique ITELV2006 (**ANNEXE 2**), obtenue par croisement génétique entre le lapin local et une souche INRA 2666 de France. En 2003, les lapines de la population locale sont inséminées artificiellement par la semence de la souche INRA 2666.

La population locale provient d'animaux de neuf (9) wilayas d'Algérie (**ANNEXE 2**). Elle a été constituée en 1998, à partir de croisement rotatif fermé selon le schéma décrit par Matheron et Chevalet, 1979. Ce schéma permet d'éviter la progression rapide de la consanguinité. La rotation est fermée en 2005.

L'INRA 2666 est le produit d'un croisement entre la Varde d'Espagne et INRA 2066.

Les animaux sont en 5^{ème} génération en maternité et en 6^{ème} génération en engraissement.

Les performances sont mesurées sur toute la 6^{ème} génération et sur un échantillon d'un effectif de 126 lapereaux, entre 35 jours et 77 jours.

L'abattage est pratiqué à 98 jours sur 30 lapins.

1.1.2. Bâtiment et équipements

Le clapier est d'une superficie d'environ 320 m² (figure 3). Il est partagé en deux salles ; l'une de maternité et l'autre d'engraissement. Chaque salle est munie d'extracteurs de 6000 m³/h (deux à extraction haute et deux à extraction basse) et de Pad coling.

La salle de maternité est de 130 m². Elle contient 80 cages femelles, 20 cages pour les males reproducteurs et pour les males de remplacement (**ANNEXE 1**). Les cages sont disposées en 2 rangées principales, parallèles séparées par un couloir de service. Les cages sont de type Flat Deck, surélevées sur fausse à déjection et à racleur. Les cages sont

métalliques galvanisées ; équipées d'abreuvoirs automatique et d'une mangeoire d'une capacité de 3 kg. A l'extérieur de chaque cage femelle est disposée une boîte à nid.

La salle d'engraissement est de 135 m² composée de 100 cages collectives. Les cages sont disposées en 2 rangées parallèles séparées par un couloir de service (**ANNEXE 1**). Les cages sont de type californien à deux étages, métalliques, galvanisées, équipées d'abreuvoirs automatique et d'une mangeoire collectives d'une capacité de 3 kg.

Le Programme Lumineux : Le nyctémère est de « 8Light / 16 Dark », d'une intensité de 28 lux/m², avec une densité de 5 à 7 lapereaux dans la cage et un température égale à 18°C.

1.1.3. Aliment

L'aliment distribué est un granulé composé de luzerne déshydraté du commerce; il est constitué d'orge ; de maïs, de soja, de son de blé et d'un complément minéral vitaminé. Les animaux reçoivent exclusivement un aliment granulé de type standard dont la composition centésimale des matières premières est présentée dans le tableau 9.

Tableau 9: Composition centésimale de l'aliment en matière première.

Matières premières	Luzerne déshydratée	Maïs	Gros son	Tourteau de soja	Orge	CMV
%	44	4	21	8	20	3

Tableau 10 : Composition centésimale de l'aliment utilisée au cours de l'expérimentation.

	Aliment utilisé(%)		Recommandations en(%) par Maertens, 1996(Aliment mixte)
	E1	E2	
Matière sèche	86,3	86,76	89-90
Matière minérale	9,26	9,69	7-8
Cellulose brute	8,39	8,65	14,5
Matière grasse	5,12	4,61	3-5
Matière azoté totale	13,91	11.05	16

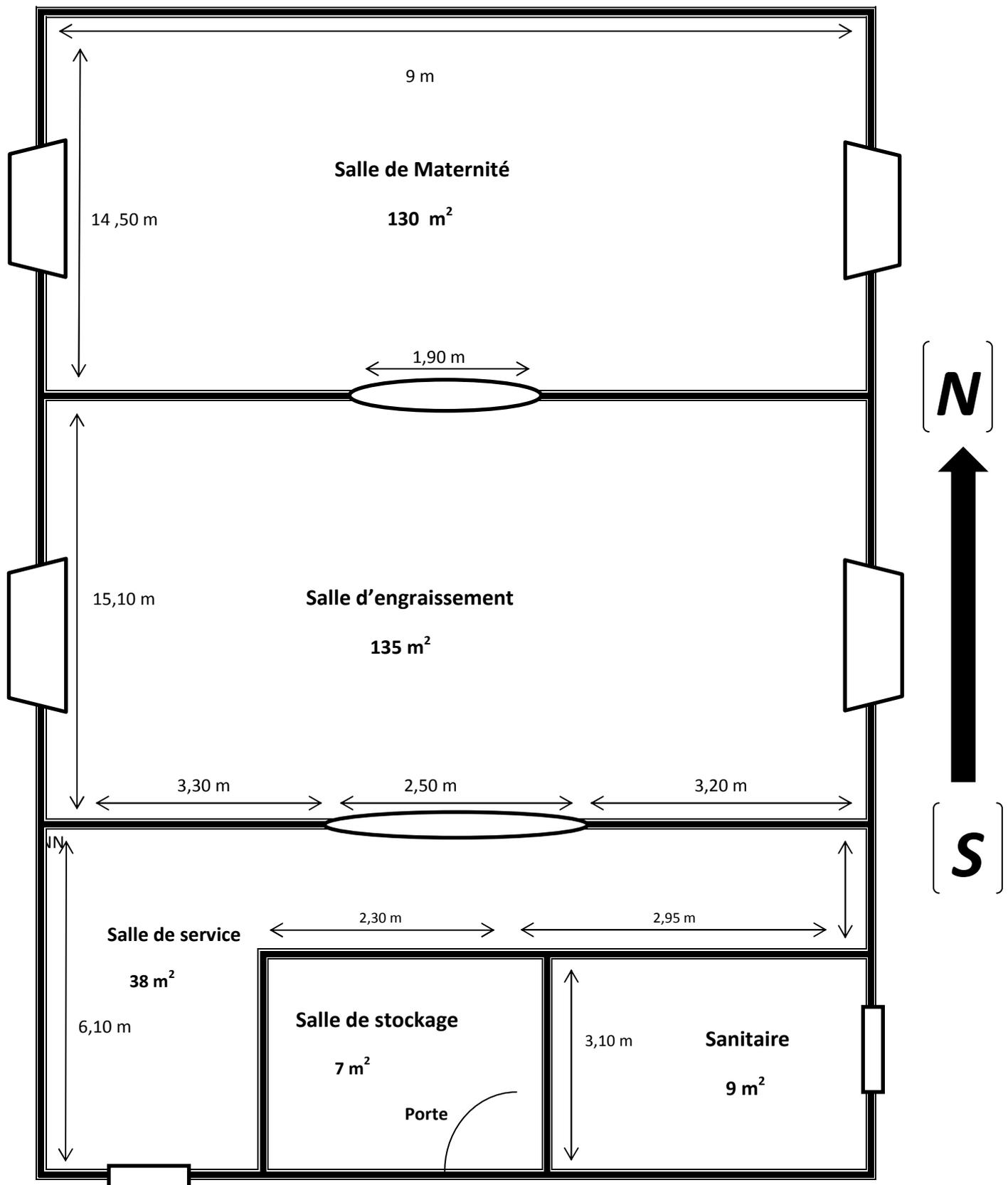


Figure 3 : Schéma général du clapier de l'ITELV.

2. Méthodes

2.1. Protocole expérimental

Il s'agit d'appliquer une sélection à la 6^{ème} génération sur la souche synthétique ITLEV 2006, sur les critères poids vif 5 et 10 semaines d'âge et GMQ sevrage abattage.

Les quantités ingérées et poids hebdomadaires sont mesurés sur l'échantillon, de 126 lapereaux.

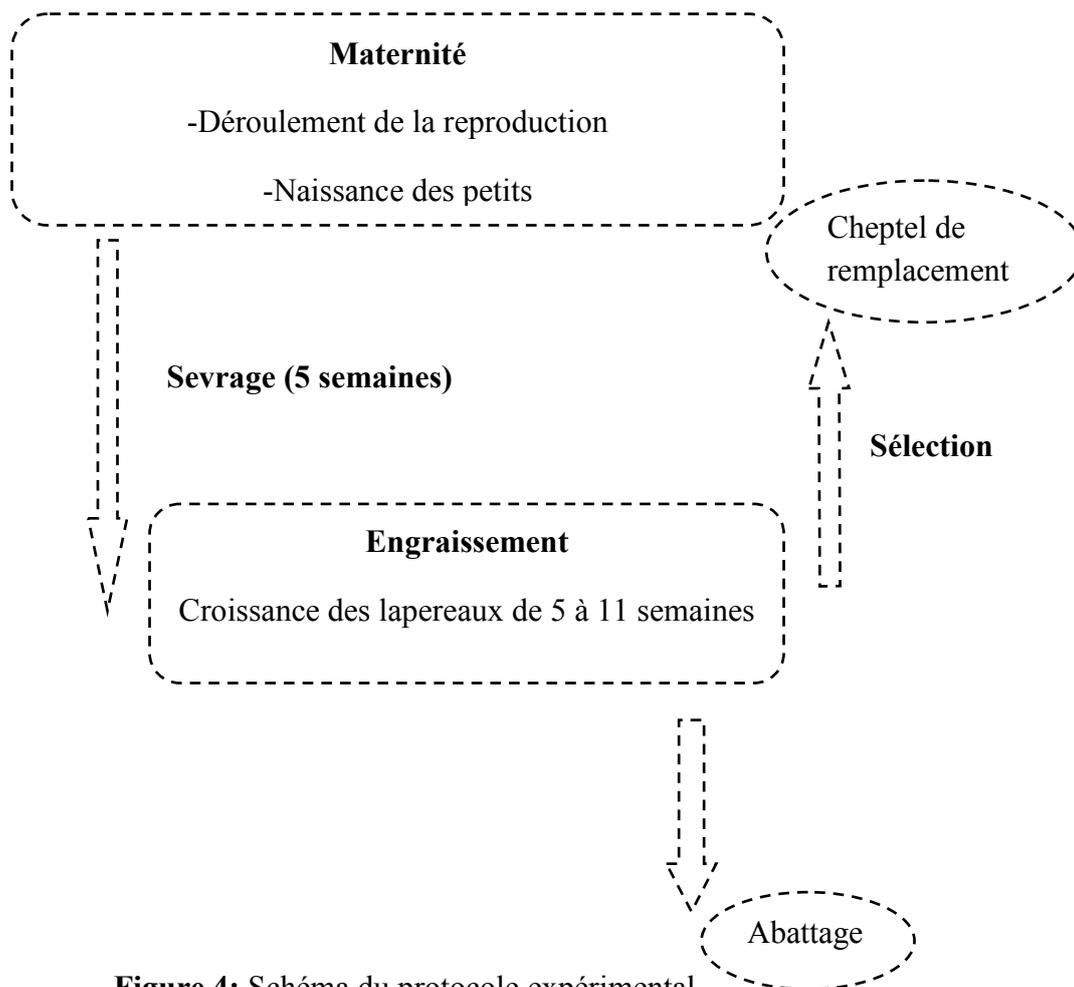


Figure 4: Schéma du protocole expérimental.

2.2. Conduite d'élevage

L'expérimentation a débutée en Janvier 2013 et pris fin en Mars 2013.

2.2.3. Sevrage et Engraissement

- ✓ Après 32 ± 3 jours de vie, les sevrées 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.

- ✓ Toutes les mesures sont effectuées une fois par semaine et à la même heure (le matin entre 9 h et 11 h)
- ✓ Les animaux sont pesés en fonction de leur date de sevrage ; à la 5^{ème} semaine jusqu'à la 11^{ème} semaine qui correspond à l'âge d'abattage pour toute la 6^{ème} génération, et hebdomadairement pour l'échantillon.
- ✓ L'aliment distribué et le non consommé sont pesés hebdomadairement. Un échantillon d'aliment est prélevé pour des éventuelles analyses chimiques au laboratoire de zootechnie au département d'Agronomie.

2.2.4. Données prélevées sur terrain :

- ✓ Poids hebdomadaire des animaux.
- ✓ Pesée d'aliment distribué.
- ✓ Pesée de l'aliment refusé.
- ✓ Les mortalités sevrage abattage.
- ✓ Poids de la carcasse et ses composantes, après abattage.

2.3. Méthodes de calcul

2.3.3. Paramètres de croissance

✓ Quantité ingérée (QI)

C'est la quantité moyenne d'aliment ingéré pendant chaque semaine.

$$\text{INGERE} = \text{DISTRIBUE} - \text{REFUS TOTAL}$$

$$\text{REFUS TOTAL} = \text{refus dans la trémie} + \text{gaspillé (estimé à 10 g)}$$

✓ Poids vif (PV)

Il représente le poids vif moyen, il est obtenu par pesée.

✓ Gain moyen quotidien (GMQ)

Représente le gain de poids moyen quotidien chez lapin, il est exprimé en g/j.

$$\text{GMQ} = (\text{Poids final} - \text{Poids initial}) / \text{période de mesure}$$

✓ Consommation moyenne alimentaire (CMQ) :

Représente la consommation moyenne quotidienne, chez lapin il est exprimé en (g).

$$\text{CMQ} = \text{Distribué} - \text{Refusé}$$

✓ **L'indice de consommation (IC)**

$$IC = CMQ / GMQ$$

✓ **Le Taux de mortalité (%) :**

$M(\%) = (\text{Nombre de sujets au sevrage} - \text{Nombre de sujets à la fin de l'engraissement}) / \text{Nombre de sujets au sevrage}.$

✓ **Rendement à l'abattage :**

Après la phase d'engraissement, le rendement à l'abattage se fait sur un échantillon de 30 individus choisis au hasard dans le groupe des lapereaux en fin d'engraissement. Sur ces lapins sacrifiés, les paramètres suivants sont mesurés afin de déterminer le rendement :

- ✓ Poids vif à abattage (PVa)
- ✓ Poids de la peau.
- ✓ Poids du tractus digestif plein.
- ✓ Poids de la carcasse chaude (CC) obtenue juste après le saignement.
- ✓ Poids de la carcasse froide (CF) obtenu après le ressuage de la carcasse à 4° C pendant 24 heures.
- ✓ Notation : Echelle d'adiposité du gras péri rénal des carcasses de lapin (en fonction de l'échelle de notation INRA –ITAVI).

$$\text{Rendement} = (\text{Poids carcasse froide} / \text{Poids vifa}) \times 100$$

$$\text{Rendement} = (\text{Poids carcasse chaude} / \text{Poids vifa}) \times 100$$

2.3.4. Paramètres génétiques

✓ **Corrélation (r)**

Elle étudie le lien qui existe entre deux caractères chez un même individu.
La formule de PEARSON-BRAVAIS est la suivante :

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

X= performance du premier caractère.

Y= performance du deuxième caractère mesuré sur le même individu.

n= le nombre d'individus.

La lecture de la corrélation, selon Horvaine Szabo 1989.

- $r < 0,4$: 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.

✓ Progrès génétique

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

$$E = P (G_{n+1}) - P (G_n).$$

P : Progrès génétique.

G_{n+1} : Génération des descendants.

G_n : Génération parentale.

✓ Indexation

Il s'agit de calculé les valeurs génétiques additives (VGA) individuelle afin de choisir les meilleurs géniteurs pour la futur génération sur les critères poids 5S, poids 11S et gain moyen quotidien du sevrage à l'abattage.

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

X_i : valeur phénotypique individuelle.

X : moyenne de la performance de la G6.

σ : écart type

Lecture :

$\hat{A} = 0$, 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 que 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.

2.4. Analyses statistiques :

Les moyennes les écarts types, les valeurs minimales et les valeurs maximales, les corrélations et les comparaisons entre moyennes sont traitées par le logiciel SPSS Statistics.

3. Résultats et discussion

1. Performances de croissances

1.1. Evolution du poids vif

Les tableaux 11 et 12, représentent respectivement l'évolution du poids vif en fonction de l'âge dans la 6^{ème} génération et dans l'échantillon. La courbe de croissance de l'évolution du poids vif de l'échantillon en fonction de l'âge, est représentée dans la figure 5.

Tableau 11 : Poids moyen de la 6^{ème} génération en fonction d'âge type.

Poids vif (G6)	N	Min	Max	Moyenne	Ecart type
5S	1667	145	1190	563,76	138,9
11S	1248	600	2730	1691,87	303,10

Le poids moyen au sevrage de la 6^{ème} génération ITELV2006 est de 563,76 avec un écart type de 138,9. Le poids obtenu est supérieur à celui trouvé par Zerrouki et al. 2005, soit 451g, sur population locale. Il est proche de la moyenne de poids trouvée par Lounaouci et al. 2012, Mefti Korteby, 2012, soit 567g ; rappelant que ces auteurs ont travaillé sur population locale.

Moulla et al. 2007 et Ouyed et al. 2007, ont obtenu des valeurs respectives de 579,39 g pour la race locale et 885 g pour la race californienne. Les souches hybrides étrangères A9077 et A1077 enregistrent des poids supérieurs à ceux obtenus à la 6^{ème} génération ITELV, qui sont respectivement de 645,45 et 590,54 g (Poujardieu, 1998).

Tableau 12 : Evolution du poids vif moyen en fonction de l'âge (échantillon).

Poids vif	N	Min	Max	Moyenne	Ecart type
5S	126	290	890	579,24	130,24
6S	125	377	1175	743,42	173,72
7S	113	364	1489	939,33	207,06
8S	106	609	1676	1119,9	221,36
9S	101	748	1832	1339,44	252,18
10S	99	786	2175	1554,61	272,97
11S	97	750	2400	1731,65	318,75

Le poids moyen des lapereaux à la 5^{ème} semaine, qui correspond l'âge de servage est de 563,76 g, en souche synthétique ITELV à la 6^{ème} génération comme l'indique le tableau 12.

L'échantillon montre un poids de 579,25 g \pm 130,24 g plus élevé que celui de la population, cette différence est inhérente à l'ordre de parité. Il est reconnu que le poids des lapereaux augmente proportionnellement avec l'ordre de parité (Mefti Kortebay, 2012).

Le croisement génétique n'a pas eu d'effet sur le poids individuel au sevrage, il reste proche à celui de la population locale. Le choix de la souche INRA2666 n'est pas complémentaire sur ce critère à celui de la population locale.

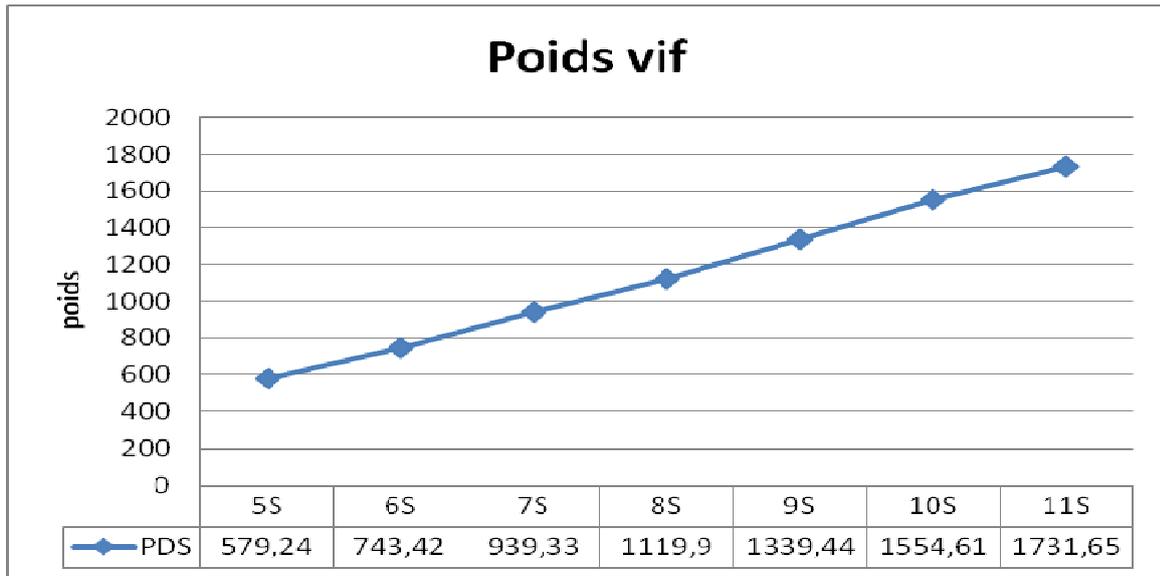


Figure 5: Courbe de croissance du poids vif des lapereaux en fonction de l'âge.

La courbe de croissance en fonction de l'âge présente une évolution linéaire de la 5^{ème} semaine jusqu'à la 11^{ème} semaine, comme le montre la figure 5.

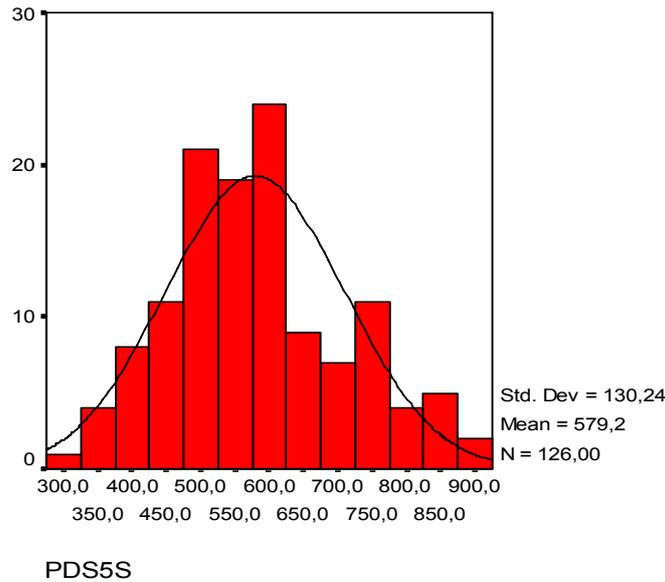


Figure 6 : Distribution des poids au sevrage.

Le poids au sevrage présente une distribution normale (figure 6), permettant un choix aisé des futurs géniteurs sur ce critère. Il présente une héritabilité moyenne, et donc peut être transmis à la descendance.

1.2. Evolution de la consommation alimentaire (CMQ)

Le tableau 13 regroupe les valeurs de la consommation alimentaire (g) pendant l’engraissement de l’échantillon de la 6^{ème} génération de la souche synthétique ITELV. La figure 5 présente l’évolution des quantités ingérées en fonction de l’âge.

Tableau 13 : Evolution de la consommation alimentaire (g) pendant l’engraissement.

CMQ	N	Min	Max	Moyenne	Ecart type
5S	112	21,97	99,29	55,3	18,57
6S	126	23,89	93,62	57,15	16,73
7S	126	25,69	86,33	57,45	14,55
8S	126	26,31	106,57	65,06	19,05
9S	122	34,60	114,76	72,71	24,09
10S	116	29,01	127,14	76,40	25,90

La consommation moyenne durant la période d’engraissement est de 64,01 g/j pour la souche synthétique de l’ITELV. Les résultats obtenus montrent que la consommation de la souche synthétique durant l’engraissement, est inférieure à celle obtenue par Moulla, 2007 ;

soit 71,33 g/j chez la race locale et de 70,72 g/j chez la race kabyle (Lounaouci, 2001). Lounaouci, 2001, a enregistré sur des races hybrides des consommations moyennes de 88,8 à 99,2 g/j. Laffolay, 1985, a trouvé une valeur de 130.7 g/j pour les races sélectionnées.

La consommation moyenne obtenue est faible comparativement à celle obtenue par Lounaouci et al. 2012, sur la race blanche, soit 88,17 g/j ; et par rapport à celles trouvées par Berchiche et al. 2012, sur 3 types de lapins, locale, blanc et la souche synthétique soit de 75 à 100 g/j.

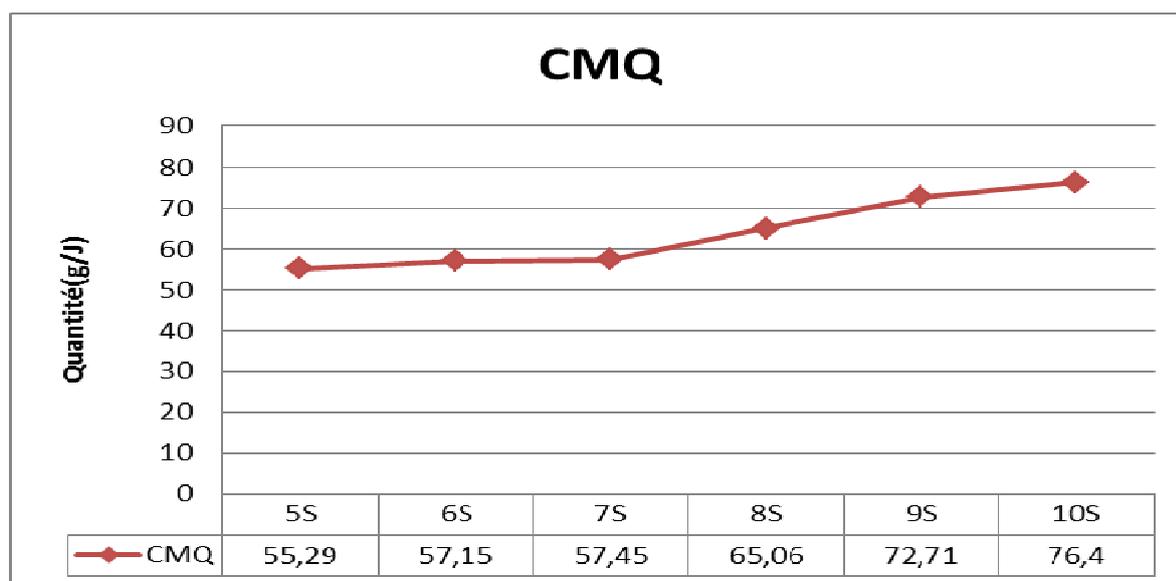


Figure 7 : Courbe de l'évolution de CMQ en fonction de l'âge.

La courbe de l'évolution de la consommation alimentaire quotidienne en fonction de l'âge, montre une progression de l'ingéré alimentaire. Son importance réside dans le fait qu'il soit une composante de l'indice de consommation, cette dernière est un critère de sélection.

1.3. Evolution du gain moyen quotidien (GMQ)

Les tableaux 14 et 15 présentent les valeurs des gains moyens quotidiens respectifs de la 6^{ème} génération et de l'échantillon au cours de la croissance. La figure 8 présente la courbe de l'évolution des GMQ en fonction de l'âge.

Tableau 14 : Les valeurs de GMQ de la 6^{ème} génération au cours de la croissance.

	N	Min	Max	Moyenne	Ecart type
GMQ 6 ^{ème} génération	1248	4,05	42,38	26,80	5,90

Le gain moyen quotidien est de 26,80 g/j à la 6^{ème} génération. Les valeurs sont supérieures à celles obtenues par Derradji, 2009, soit 21,57 g/j sur des croisés local x Californien et à celles obtenues par Moulla et al. 2007, respectivement de 23,18 g/j chez le

lapin local, 22,72 g/j chez la race californienne. Cette valeur est inférieure à celles de Laffolay, 1985, soit 35,8 g/j chez une race exotique.

Les gains moyens quotidiens de l'échantillon sont de 29,10 g/j, cette supériorité par rapport à l'ensemble des résultats est attribuée à l'ordre de parité.

Les différents auteurs, Berchiche et al. 1999, Lakabi et al. 2004, Kadi et al. 2004, Chaou, 2006, Hameur Lain, 2006 et Djellal et al. 2006, cités par Mefti korteby, 2012, présentent des GMQ compris entre 12,25 et 28 g/j prélevés sur population locale. Le résultat obtenu est supérieur à ceux donnés par Lebas et al. 2010, ayant travaillé sur 2 génotypes ; souche synthétique de l'ITELV, race blanche locale, soient respectivement 24 g/j et 23 g/j.

Tableau 15 : Les valeurs de GMQ de l'échantillon au cours de la croissance.

GMQ	N	Min	Max	Moyenne	Ecart type
6S	119	6	53,71	24,83	9,15
7S	107	2,86	70,57	28,07	11,12
8S	96	2,57	92,14	27,52	12,56
9S	96	11,14	61,57	32,74	8,78
10S	93	1,43	94,43	32,35	12,37

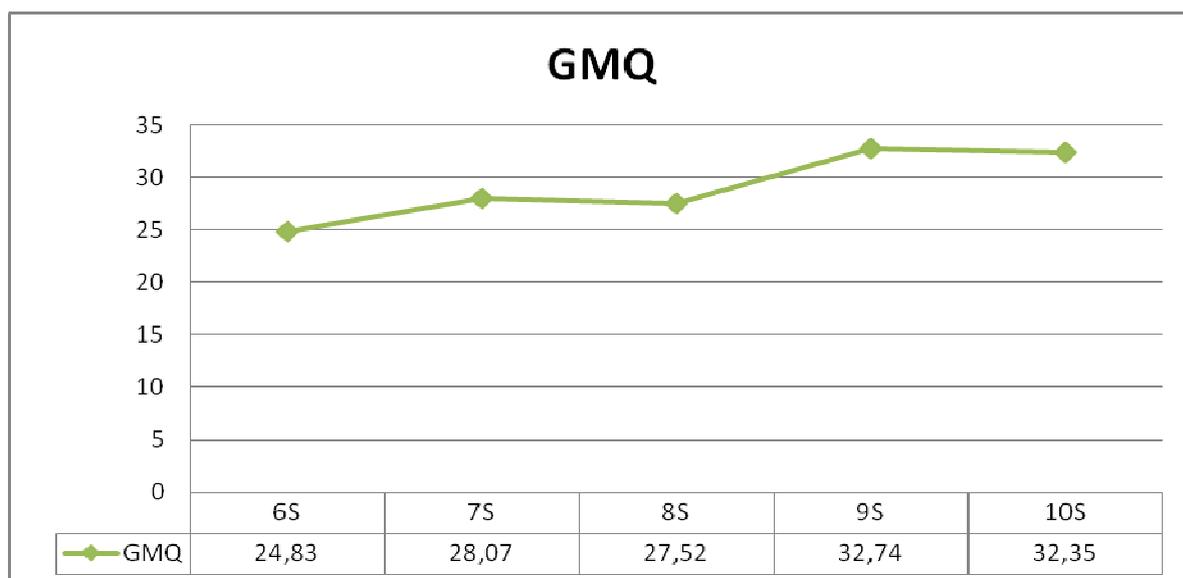


Figure 8 : Courbe de l'évolution des GMQ en fonction de l'âge.

La courbe de l'évolution du gain moyen quotidien en fonction de l'âge, montre une progression durant la période d'engraissement.

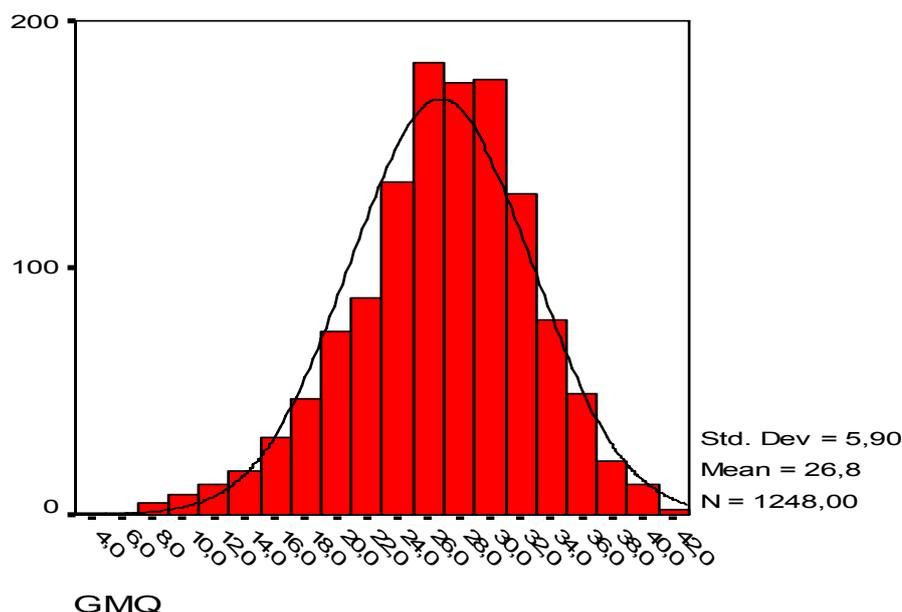


Figure 9 : Distribution de GMQ pendant l'engraissement (G6).

La distribution est normale comme l'illustre l'histogramme de la figure 9. Il montre une opportunité de sélection sur ce critère.

1.4. Evolution de l'indice de consommation (IC)

Le tableau 16 présente les résultats de l'indice de consommation et la figure 10 représente la courbe de l'évolution de l'indice de consommation en fonction de l'âge.

Tableau 16 : Évolution de l'indice de consommation en fonction de l'âge.

IC	N	Min	Max	Moyenne	Ecart type
6S	110	1,11	4,76	2,40	0,84
7S	100	1,04	7,43	2,45	1,3
8S	84	1,09	5,91	2,61	0,89
9S	95	1,03	5,85	2,64	1,23
10S	86	1,07	9,69	2,77	1,6

Ce paramètre est technico économique, est inversement proportionnel à la rentabilité. Plus il est faible plus la rentabilité est importante et le prix des produit est faible.

La moyenne de l'indice de consommation de l'échantillon pendant la période d'engraissement, est de 2,54 pour la souche synthétique ITELV. Cette valeur est inférieure à celle obtenue par Moulla et al. 2007, soit 3,00 et Lounaouci, 2001, qui a obtenu respectivement 3,12 chez le lapin local et 3,10 chez des lapins hybrides. La moyenne est inférieure à celle obtenue par Berchiche et al. 2012, soit 2,9 et celle obtenue par Mefti Korteby, 2012, soit 2,87.

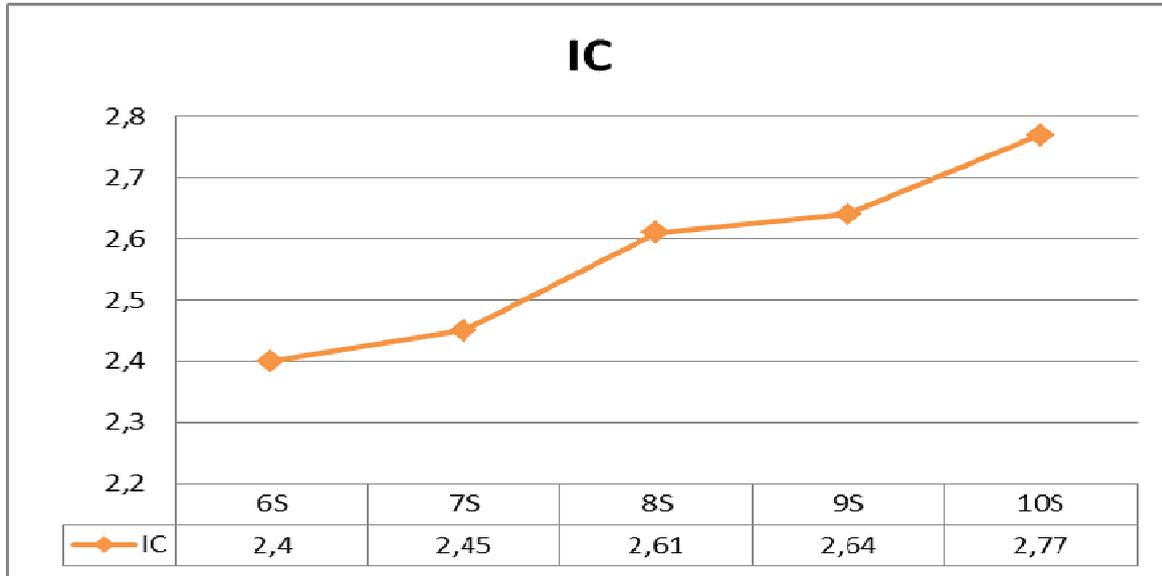


Figure 10 : Courbe de l'évolution de l'indice de consommation en fonction de l'âge.

L'évolution de l'indice de consommation est proportionnelle à l'âge, comme le montre la figure 10.

1.5. Taux de mortalité

Le tableau 17 représente le taux de mortalité pendant la période d'engraissement pour la souche synthétique de l'ITELV.

Tableau 17 : Le taux de mortalité pendant la période d'engraissement.

	Taux de mortalité
Souche synthétique	23,01%
Limite tolérée (Lebas, 1991)	10,00%

D'après le tableau 17, le taux de mortalité pendant la période d'engraissement est de 23,01%, cette valeur est supérieure à celle obtenue par Derradji, 2009, qui rapporte 7% de

mortalité chez les croisés local x Californien, et elle est inférieure à celle obtenue par Gacem et al. 2009, sur la même souche synthétique à des générations antérieures, soit 25%.

La limite tolérée dans un élevage rationnel, recommandée par Lebas, 1991, est de 10%.

2. Rendement de la carcasse à l'abattage

Les caractéristiques de la carcasse chez les lapins de la souche synthétique de l'ITELV2006 à l'âge d'abattage, sont enregistrées dans le tableau 18.

Tableau 18: Caractéristiques de la carcasse chez le lapin de la souche synthétique de l'ITELV.

Paramètres	Moyenne ± Ecart type
Poids vif (g)	2250,23 ± 390,73
Poids vif après abattage (g)	2179,96 ± 385,35
Poids de la peau (g)	209,70 ± 53,06
Poids de la carcasse chaude (g)	1506,43 ± 295,50
Poids de la carcasse froide (g)	1481,70 ± 290,64
Poids du tube digestif (g)	455,30 ± 80,59
Rendement en carcasse froide %	65,65 ± 2,82
Notation	3,06 ± 0,74

Le rendement moyen de la carcasse de la souche synthétique de l'ITELV2006, est de 65,65±2,82. Le rendement en carcasse chaude ou froide augmente de façon significative avec l'âge des lapins. Le rendement obtenu à 100 jours est de 75,54% et n'est que de 70,99% à 79 jours. Ce rendement n'est que de 67,68% et 68,64% respectivement à 65 et 72 jours. Le rendement moyen en carcasse froide des lapins est très élevé à 14 semaines d'âge soit 71,63% (Lounaouci et al. 2012).

Le rendement de la carcasse est un critère quantitatif concerné par la sélection, son héritabilité est élevée, très peu influencé par les facteurs du milieu. Le rendement nécessite une méthode bien spécifique de sélection dite sur collatéraux ou sib test.

Les poids vifs des animaux à l'abattage et après saignée est respectivement de 2250,23 et 2179,96 g. Ce résultat est supérieur à celui obtenu par Lounaouci et al. 2012, sur le lapin de la population blanche soit 1765 g.

Le poids de la peau est de 209,70 g. Ce résultat est supérieur à celui obtenu par Lounaouci et al. 2012 sur le lapin de la population blanche soit 177,5 g. Cependant, il est supérieur à celui obtenue par Nezzar, 2007 soit de 138 g.

Le poids de la carcasse chaude est de 1506,43 g. Ce poids est nettement supérieur à celui obtenu par Lounaouci et al. 2012, sur le lapin de la population blanche soit 1194,57 g

Toutefois, ce poids reste supérieur à celui enregistré par Ouhayoun, 1989, sur le lapin de boucherie au poids vif à l'abattage de 2200 g à l'âge de 10 à 11 semaines soit 1395 g.

Après réfrigération de la carcasse chaude, le poids de la carcasse froide enregistré est de 1481,70 g, soit un taux de perte de 2 %.

Le poids du tube digestif enregistré est de 445,30 g, cette valeur est supérieure à celle obtenue par Lounaouci et al. 2012, soit 323,36 g. Autrement dit les composantes de la carcasse dépendent intimement du poids vif, et que les comparaisons sont relatives à l'exception de celle du rendement.

3. Paramètres génétiques de croissance

3.1. Estimation de la valeur génétique additive

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 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 héritable (valeur génétique additive) et non héritable (effets de dominance et effets d'épistasie).

Les index sont établis en écart à une base de référence le plus souvent, vaut 0 ou 100 (Jussiau et al. 2006).

L'index 0 ; est indicateur que le géniteur porteur d'une telle valeur est à juste de 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 ; est indicateur 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 important est le progrès génétique.

Parmi les index positifs :

- Index égal à +3 ; de tels géniteurs ne constituent que le 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 le 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 ; de tels géniteurs constituent les 32% de leur population, ils présentent des différentielles de sélection moyennes. Leur choix mène 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, un compromis face à la progression démographique de la population humaine et une réduction importante des surfaces agricoles utiles.

3.1.1. Index des critères de croissance

Le tableau 19 regroupe les résultats des valeurs génétiques additives des critères de croissance et de gains moyens quotidiens de la souche synthétique de l’ITELV.

Tableau 19: Valeur génétique additive des critères de croissance.

	N	Min	Max	Moyenne	Ecart type
Index Poids Vif 5 semaine	1664	-3,01	3,28	-0,01	0,99
Index Poids Vif 11semaine	1242	-2,78	2,77	0,01	0,98
Index GMQ Sevrage – Abattage	1232	-2,77	2,64	0,04	0,94

a. Index de poids vif à 5 semaines

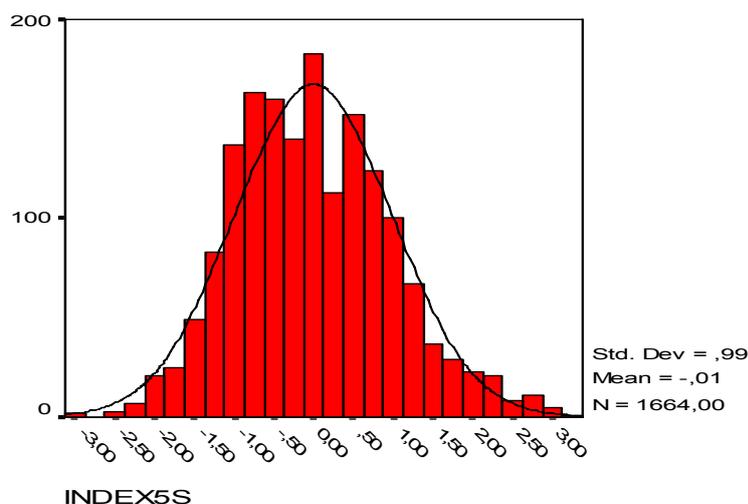


Figure 11: Histogramme des index de poids à 5 semaines

L'histogramme 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. Cet histogramme montre qu'on peut sélectionner aisément sur le poids au sevrage, un critère qui n'a pas bénéficié de l'effet croisement.

Le choix portera en premier lieu sur des index de 3, ils sont 16,64 individus.

En second lieu le choix portera sur les index de 2 et plus, ils sont de 83,2 individus.

Les index de 1 et plus, sont 532,48 individus.

Les index 0 et plus sont de 832 individus.

D'après ce constat on peut dire :

- qu'il n'y a pas eu de sélection sur le critère poids au sevrage, du moment qu'il soit comparable à celui du lapin local.
- qu'on peut peupler aisément le bâtiment de l'ITELV avec des animaux indexés de 1 et plus pour les femelles et 2 et plus pour les mâles.

b. Index de poids à 11 semaines

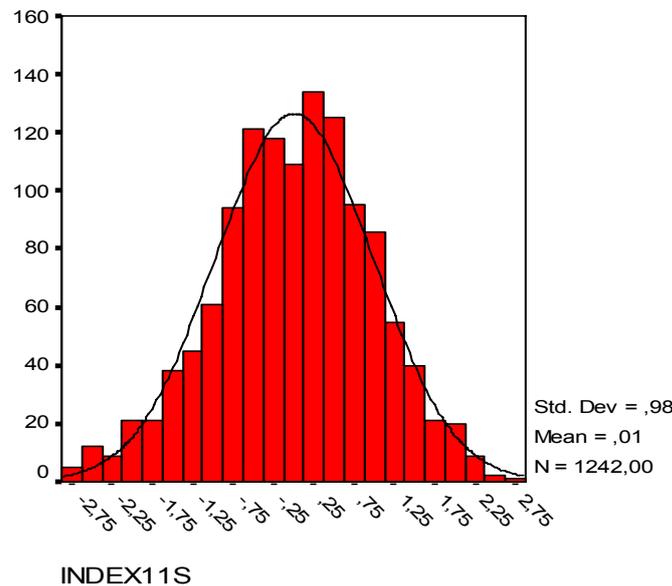


Figure 12: Histogramme des index de poids à 11 semaines

La figure 12 représente la distribution des valeurs génétiques additives à 11^{ème} semaine d'âge, avec une valeur maximale de 2,75 et valeur minimale de -2,75.

Cet histogramme montre qu'on peut sélectionner aisément sur le poids à 11 semaines, un critère qui n'a pas bénéficié de l'effet croisement.

Le choix portera en premier lieu sur des index de 2,75, ils sont de 16,15 individus.

En second lieu le choix portera sur les index de 2 et plus, ils sont de 62,10 individus.

Les index de 1 et plus, sont de 397,44 individus.

Les index 0 et plus sont de 621 individus.

D'après ce constat on peut dire qu'on peut peupler aisément le bâtiment de l'ITELV avec des animaux indexés au poids 11 semaines, de 1 et plus pour les femelles et 2 et plus pour les mâles.

c. Index des gains moyens quotidiens

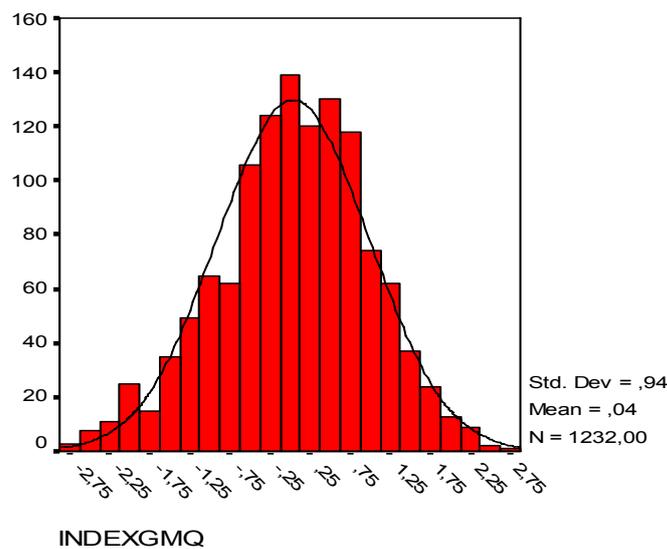


Figure 13 : Histogramme des Index de GMQ.

L'index de GMQ enregistre une valeur maximale de 2,75 et une valeur minimale de -2,75 avec un écart type de 0,94 (Figure 13).

Le choix portera en premier lieu sur des index de 2,75, ils sont de 17,25 individus.

En second lieu le choix portera sur les index de 2 et plus, ils sont de 61,60 individus.

Les index de 1 et plus, sont de 394,24 individus.

Les index 0 et plus sont de 616 individus.

D'après ce constat on peut dire qu'on peut peupler le clapier de la souche synthétique de l'ITELV avec des animaux indexés de 1 et plus pour les femelles et 2 et plus pour les mâles.

La sélection sur gain moyen quotidien peut améliorer le poids d'abattage même si au préalable il n'y a pas eu de sélection du poids au sevrage. C'est le cas de la souche synthétique de l'ITELV, ou il y'a eu réduction de la durée d'élevage de deux semaines.

3.2. Cinétique du progrès génétique

✓ Cinétique du progrès génétique lié au poids

Les valeurs de performances moyennes liées au poids sont représentées dans le tableau 20.

Tableau 20 : Performance liées au poids des 6 générations de sélection de la souche synthétique ITELV.

Génération	Poids5S	Poids11S	GMQ
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	565,97	1780,38	28,91
G5	575,15	1705,25	26,90
G6	563,76	1691,87	26,86

G : génération

L'indice de 0 à 6 désigne l'ordre de la génération.

Les performances du poids au sevrage fluctuent d'une génération à l'autre, influant sur le poids à 11 semaines. Cette observation est confirmée par la corrélation positive entre ces deux critères.

La cinétique des performances moyennes liées au poids durant 6 générations de sélection de la souche synthétique ITELV est représentée dans la figure 14.

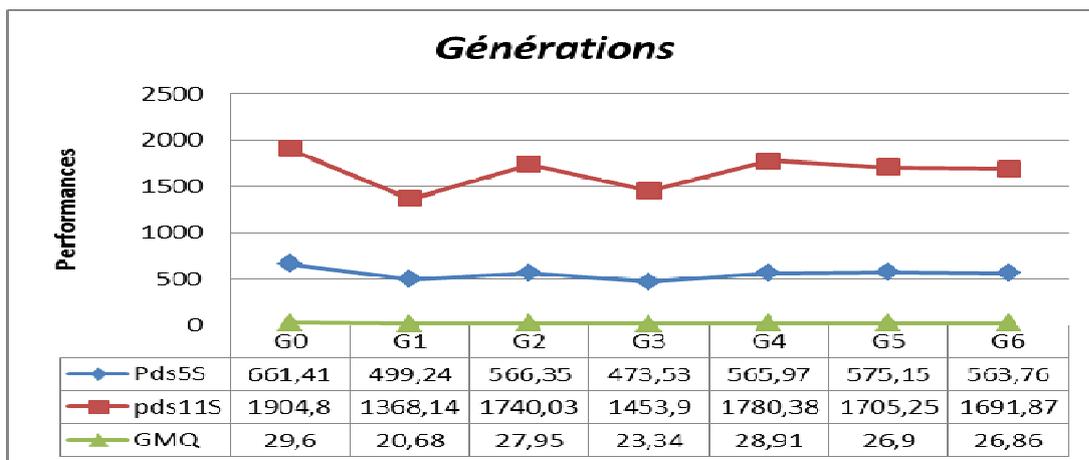


Figure 14: Evolution des performances moyennes liées au poids à différent âge des 6 générations de sélection de la souche synthétique ITELV.

Les valeurs de progrès génétique du poids à différents âges durant les 6 générations de sélection sont regroupées dans le tableau 21.

Tableau 21 : Progrès génétique durant 6 générations de sélection de la souche synthétique ITELV.

Génération	Progrès génétique		
	Poids5S	Poids11S	GMQ Sevrage-11semaine
G1 / G0	-162,17	-536,66	-8,92
G2 / G1	+67,11	+286,13	+7,27
G3 / G2	-92,82	-286,13	-4,61
G4 / G3	+92,44	+326,48	+7,57
G5 / G4	+9,18	-75,13	-3,01
G6 / G5	-11,39	-13,38	-0,04

G : génération

L'indice de 0 à 6 désigne l'ordre de la génération.

Cinétique du progrès génétique liés au poids à différent âge durant 6 générations de sélection de la souche synthétique ITELV, est représentée dans la figure 15.

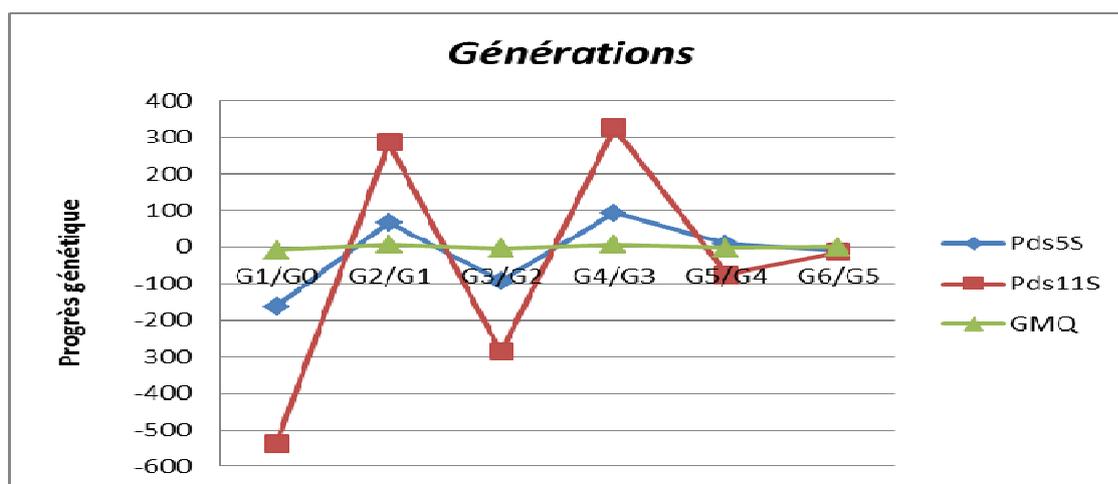


Figure 15: Evolution des progrès génétiques liés au poids à différent âge de 6 générations de Sélection de la souche synthétique ITELV.

Le progrès génétique fluctue d'une génération à l'autre entre celui du poids au sevrage, celui du poids à 11 semaines d'âge et celui du gain moyen quotidien entre le sevrage et 11 semaines d'âge.

Ces critères évoluent aléatoirement d'une année à l'autre, peuvent confirmer que la souche ITELV 2006 n'est pas sélectionnée sur le poids à différents âges ni sur le gain moyen quotidien. Une sélection divergente appliquée sur population locale par Mefti Korteby, 2012, a montré un progrès génétique positif au cours des générations. Elle a obtenu une amélioration significative du poids au sevrage qui s'est répercuté positivement sur le poids d'abattage. Cependant cette souche a bénéficié de la complémentarité du croisement puisque la durée d'élevage a diminué de deux semaines.

3.3. Etude des corrélations entre les critères de croissance :

Les valeurs des corrélations entre les différents paramètres de croissance (poids vif, CMQ, GMQ et IC) de la souche synthétique de l'ITELV sont enregistrées dans le tableau 22.

Tableau 22 : Les valeurs des corrélations entre les différents paramètres de croissance.

Critères	CMQ5s	GMQ6s	IC6s	Pds10s	CMQ10s	GMQ10s	IC10s
PV5s	0,46**	0,33**	0,01	0,66**	0,27**	0,14	-0,03
CMQ5s		0,35**	0,19*	0,40**	0,41**	0,16	0,08
GMQ6s			-0,64**	0,42**	0,21*	0,04	0,04
IC6s				-0,05	0,21*	0,09	0,05
PV10s					0,39**	0,32**	-0,04
CMQ10s						0,14	0,52**
GMQ10s							-0,54**

PV : poids vif, *s* : semaine, *GMQ* : gain moyen quotidien, *CMQ* : Consommation moyenne quotidienne, *IC* : Indice de consommation.

**Corrélation significative à $P \leq 5\%$.

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

La valeur non suivie d'un symbole n'est pas significative.

3.3.1. Corrélation entre les poids à différents âges et les différents critères

- La corrélation entre poids au sevrage et le poids à 10 semaines est de +0,66, positive, moyenne et très significative. On peut pratiquer une sélection précoce tout en étant certain de retrouver les mêmes individus à poids élevé à 10 semaines.
- Les corrélations entre le poids au sevrage, le gain moyen quotidien et la consommation moyenne quotidienne sont respectivement de +0,33 et +0,46. Les individus à poids élevé au sevrage présentent des gains et une consommation moyenne légèrement plus importante. Ce qui oblige de faire des sélections directes pour chaque caractère.
- La corrélation entre poids au sevrage et l'indice de consommation est négligeable voire nulle. Ces deux caractères évoluent indépendamment l'un de l'autre.
- Les corrélations entre poids à 10 semaines, le gain moyen quotidien, la consommation moyenne quotidienne et l'indice de consommation sont respectivement +0,32, +0,39, -0,04, toutes faibles à négligeable. Les sélections indirectes sont inefficaces.

3.1.2. Corrélation entre les Gains Moyens Quotidiens et les différents critères

- La corrélation entre gain moyen quotidien au sevrage et à 10 semaines est négligeable à nulle. La sélection précoce de ce critère n'est pas efficace. Les individus à gain élevé au sevrage ne seront pas à gain élevé à 10 semaines d'âge
- La corrélation entre le gain et la consommation moyenne quotidienne est de +0,21 au sevrage et +0,14 à 10 semaines d'âge. Porter un choix sur des individus présentant des gains importants n'améliore que de très peu la consommation alimentaire.
- Cependant les corrélations entre le gain et l'indice de consommation sont de -0,64 au sevrage et de -0,54 à 10 semaines d'âge négatives, moyennes et très significatives. Les animaux à gain élevé présentent des indices de consommation faibles. Ces derniers sont intéressants à sélectionner on sélectionnant directement sur le poids, on entraîne une sélection indirecte sur l'indice de consommation.

3.3.3. Corrélation entre la consommation moyenne quotidienne à différents âges

- La corrélation entre consommation à différents âges est de +0,41, positive, moyenne et très significatives. La capacité d'ingestion des sujets est moyennement maintenue avec l'âge.

Discussion générale

Dans l'objectif de peupler les clapiers en souche génétiquement intéressante, l'ITELV en collaboration avec l'INRA de France ont établi un programme permettant d'améliorer la prolificité et le poids de la population locale. La voie d'amélioration choisie est un croisement de métissage, entre des femelles locales et des géniteurs de la souche INRA 2666. Tout croisement exploite des effets de complémentarité entre races et des effets hétérosis. Ces derniers sont plus importants pour les caractères de reproduction que ceux de croissance ; autrement dit inversement proportionnels aux valeurs d'héritabilité.

La souche synthétique a fait l'objet d'un nombre important de publications, traitant les performances de reproduction et négligeant l'aspect génétique de la croissance. Pour la première fois et à la 6^{ème} génération, elle fait l'objet expérimental d'un master.

Le poids moyen au sevrage est de 563,76g et 579,25g respectivement au niveau de la 6^{ème} génération et de l'échantillon. Les résultats obtenus montrent qu'il n'y a pas eu de sélection sur le critère poids au sevrage, du moment qu'il soit comparable à celui du lapin local. Cependant, les gains moyens quotidiens et les indices de consommation sont nettement meilleurs que ceux de la population locale. La souche synthétique enregistre un indice de consommation de 2,54. Cette valeur est inférieure à celle obtenue par Moulla et al. 2007, et par Lounaoui, 2001, Berchiche et al. 2012 et Mefti Kortoby, 2012. La souche synthétique a profité de la complémentarité de souches améliorées.

Pendant la période d'engraissement la souche synthétique ITELV, a enregistré un taux de mortalité de 23,01% qui est supérieure à celui obtenu par Derradji, 2009 chez les croisés local x Californien de 7%. Il est inférieur à celui obtenu par Khenchache, 2009, sur lapin exotique de 33% et par Gacem et al. 2009, sur la souche synthétique à des générations antérieures.

En général, l'âge d'abattage du lapin en Algérie est à 13 semaines. Celui de la souche ITELV est à 11 semaines pour pratiquement le même poids 1700g. Il est évident que la souche synthétique présente un meilleur gain moyen quotidien pour avoir réalisé cet exploit. La souche synthétique présente une réduction d'âge d'abattage de deux semaines. L'objectif de la sélection sur croissance est en partie atteint, puisque son objectif est soit de réduire l'âge d'abattage, ou d'augmenter le poids à un âge type.

Les poids vifs des animaux à l'abattage après la 14^{ème} semaines est de 2250,23g. Ce résultat est supérieur à celui obtenu par Lounaoui et al. 2012 sur le lapin de la population blanche soit 1765 g.

Le rendement moyen de la carcasse de la souche synthétique de l'ITELV2006, est de 65,65±2,82. Le rendement en carcasse chaude ou froide augmente de façon significative avec l'âge des lapins. Ce caractère est quantitatif à héritabilité élevée et donc, il est peu influencé par les facteurs du milieu. Il est concerné par la sélection en lignée paternelle.

Les meilleurs index de poids sont de 3, indiquant une possibilité de sélection très efficace sur ce caractère. On peut dire qu'on peut peupler aisément le bâtiment de l'ITELV avec des animaux indexés au poids à 5 ou à 11 semaines d'âge, capables de transmettre des valeurs génétiques additives très intéressantes.

L'index de gain moyen quotidien enregistré, a une valeur maximale de 2,75 et une valeur minimale de -2,75 avec un écart type de 0,94. La sélection sur le gain moyen quotidien peut améliorer le poids d'abattage même si au préalable il n'y a pas eu de sélection du poids au sevrage.

L'étude des corrélations montre que le poids au sevrage et le poids à 10 semaines sont corrélés positivement ($r = +0,66$). On peut pratiquer une sélection précoce tout en étant certain de retrouver les mêmes individus à poids élevé à 11 semaines.

Les corrélations entre le poids au sevrage, le gain moyen quotidien et la consommation moyenne quotidiennes sont respectivement de +0,33 et +0,46. Les individus à poids élevé au sevrage présentent des gains et une consommation moyenne, légèrement plus importante.

Les corrélations entre poids au sevrage et à 11 semaines avec le gain moyen quotidien, la consommation moyen quotidien et l'indice de consommation sont négligeables. Les sélections indirectes sont inefficaces.

Le progrès génétique fluctue d'une génération à l'autre entre celui du poids au sevrage et celui du poids à 11 semaines d'âge.

Le poids et son progrès génétique évoluent aléatoirement d'une année à l'autre, induisant deux hypothèses possibles :

- ✓ que la souche ITELV 2006, n'est pas sélectionnée sur le poids à différents âges.
- ✓ Que l'effet milieu, principalement l'aliment ne couvre pas les besoins de la souche synthétique, limitant l'expression des polygènes responsables de la croissance.

En effet, l'aliment peut être un facteur limitant du moment que sa teneur protéique et en cellulose sont en dessous des normes préconisées dans l'aliment mixte.

Conclusion

L'objectif principal de cette étude est de caractériser les performances de croissance de la souche synthétique ITELV2006 en 6^{ème} génération, en vue :

- ✓ De porter un choix sur les futurs géniteurs après indexation.
- ✓ De voir la cinétique du progrès génétique sur plusieurs générations de sélection.

Concernant la croissance des lapereaux, leur poids au sevrage est de 579,25 g et atteint 1731,65g en fin d'engraissement.

Les lapereaux ingèrent en moyenne 64,01 g/j, pour un gain moyen quotidien sevrage-11 semaines de 26,80 et 29,10 g/j respectivement au niveau de la 6^{ème} génération et au niveau de l'échantillon.

L'indice de consommation est de 2,54, avec un rendement de la carcasse de 65,65%.

Le taux de mortalité enregistré est de 23,01%, jugé intermédiaire entre celui de la population locale et celui des races exotiques élevées dans nos clapiers rationnels.

L'étude des corrélations sur les caractères de croissance, montre :

- ✓ L'efficacité d'une sélection précoce sur le poids et le gain moyen quotidien.
- ✓ Une sélection directe sur le gain moyen quotidien, peut améliorer le poids par effet indirect ou corrélatif.

La souche synthétique ITELV2006 a profité de la complémentarité, les gains moyens quotidiens ont permis de réduire l'âge d'abattage de deux semaines.

L'indexation des géniteurs sélectionnés en 6^{ème} génération a montré un index de 3 pour le poids, et index de 2,75 pour le gain moyen quotidien et l'indice de consommation. Les géniteurs indexés à 2 et à 3 seront capables de transmettre une valeur génétique additive élevée à leurs descendants.

Le progrès génétique fluctue d'une génération à l'autre. Avec un aliment de valeur alimentaire répondant aux normes, l'expression des gènes de croissance n'aurait pu être que meilleure.

La souche synthétique est plus intéressante que la population locale sur ses potentialités génétiques de croissance. Cependant certaines recommandations ne peuvent qu'optimiser les performances, nous proposons ;

- ✓ De sélectionner les futurs géniteurs précocement et de prendre soin particulier, de cette catégorie porteuse de bons gènes de croissance et capable de les diffuser.
- ✓ De suivre les programmes d'amélioration génétique par des logiciels à traçabilité, ils ne peuvent que renforcer et optimiser les résultats obtenus.
- ✓ De proposer d'autres races pour le croisement pour de meilleures complémentarités et effets hétérosis.
- ✓ De croiser avec une souche à croissance rapide, pour rendre encore plus efficace les potentialités de croissance.
- ✓ De formuler des aliments qui répondent le mieux aux besoins de croissance de ces nouvelles souches, encore plus exigeantes que la population locale.

Ait Tahar H., Fettal M., 1990. Témoignage de la production et l'élevage du lapin en Algérie. 2^{ème} Conférence sur la production et la génétique du lapin dans la région méditerranéenne, Zagazig (Egypte), 3-7 Septembre.

Argente M.J., Santacreu M.A., Climent A., Blasco A., 1999. Phenotypic and genetic parameters of birthweight and weaningweight of rabbits born from intact does, *Livestock production science*, Vol 57, issue 2(1), 159-167.

Barret JP., 1992. Zootechnie générale. Editions TEC & DOC. Septembre 1992, 204-230.

Baumier L.M., Retailleau B., 1987. Croissance, consommation alimentaire et rendement à l'abattage des lapins d'une souche à aptitude bouchère ; *Cuniculture*, N° 78, 14(6), 275-277.

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^{ème} journées de Recherche cunicole, Paris, 12 et 13 Décembre.

Berchiche, 1992. Systèmes de production de viande de lapin au Maghreb. Séminaire approfondi, Institut agronomique méditerranéen de Saragosse (Espagne), 14-26 septembre.

Berchiche M. et Lebas F., 1994. Rabbit rearing in Algeria: family farms in Tizi-Ouzou area. *Options Méditerranéennes*, Séries Cahiers, 8 : 409-413.

Berchiche M., Lounaouci G., Lebas F., Lamboley B. 1999. Utilization of three diets based on different protein sources by Algerian local growing rabbits. 2nd international Conference on rabbit Production in Hot Climats. *Cahiers option Méditerranéennes*. 51-55.

Berchiche M., Zerrouki N., Lebas F., 2000. Reproduction performances of local Algerian does raise in rational condition. 7th World Rabbit congress, Valencia, 4-7 Juillet 2000. *World Rabbit Science*, 8 (sup; 1) B 43-49.

Berchiche M., Kadi S.A., 2002. The Kabyle rabbits (Algeria). In rabbit genetic resources in Méditerranéencountries. *Options Méditerranéennes*, série B, CIHEAM, Zaragoza, N° 38, 11-20.

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

Belhadi S., Boukir M., Amriou L., 2002. Non genetic factors affecting rabbit reproduction in Algeria. *World Rabbit Sci.*, vol.10 (3), pp 103-109.

Belhadi S., Baselga M., 2003. Effets non génétiques directs sur les caractères de croissance d'une lignée de lapin. In: 10^{èmes} Journées de Recherche Cunicole. 19-20 novembre, Paris, 2003.

Belhadi S., 2004.Characterization of local rabbit performances in Algeria: Environmental variation of litter size and weights. *Options Méditerranéennes - Série Séminaires*. p 218-223.

Berkane S., 2008.Etude zootechnique et paramètres génétiques des critères de croissance chez le lapin local (lignée croissance, lignée prolificité et leur croisement).*Mémoire PFE.USDB*.

Blasco A., Ouhayoun J., Maseoro G., 1993.Harmonization of criteria and terminology in rabbit meat research. *World Rabbit Science*, 1, 3-10.

Bonnes G., Darré A., Fugit G., Gadoud R.,Jussian R.,Mangeol B., NardeauN.,Papet A., Volognes R. 1991.Amélioration génétique des animaux d'élevage. Edi Foucher. Paris. *Collection INRAP*.287p.

Boucher S., Nouaille L.2002.Maladies des lapins. Approches des maladies par grand syndrome. In : Maladies des lapins, 2^{ème} édition. Ed. France Agricole, Paris, 2002, 198-209.

Bouggara A., 2010.Contribution à l'évolution des performances zootechnique de lapin de population local élevé en semi plein air. *Mémoire de Magistère, Institut National d'Agronomie (INA)*, 107p.

Cahour M.C., 1988.Le lapin dans le milieu culturel et socio-économique. (1^{ère} partie). *Cuniculture*, 81. 15(3), 126-131.

Cantier J., Vezinhet A., Rouvier., Dauzier L. 1969. Allométrie de croissance chez le lapin (*Oryctolagus cuniculus*). I. Principaux organes et tissus. *Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys.* 9 (1):5-39.

Chaou T., 2006.Etude des paramètres zootechniques et génétiques d'une lignée paternelle sélectionnée mise en place en G0 et sa descende, du lapin local « *Oryctolagus cuniculus* ». *Mémoire de Magister, Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire(ENSV)*, 102 p.

Chierricato G.M., Rizzi C., Rosellato V., 1996.Growth and slaughtering performances of three rabbit genotype under environmental conditions. *Ann. Zootech.*, N° 43, 311-318.

Colombo T., Zago L.G. 1998. Le lapin: Guide de l'élevage rentable. *Edition de Vecchi S.* A-Paris.

Colin M., 1985. Les problèmes liés à l'été dans l'élevage de lapin. *Cuniculture*, N°63, 12(3), 177-180.

Colin M., 1995.Comment maitriser les effets de la chaleur. *L'éleveur du lapin*, Juin/Juillet, 23-27.

Colmin J.P., Franck Y., Le Loup P., Martin S., 1982.Incidence du nombre de lapins par cage d'engraissement sur les performances zootechniques. 3^{ème} journées de la recherche cunicole, 8 et 9 Décembre, Paris, communication N° 23.

- Coureaud G., Fortun-Lamothe L., Rödel H-G., Monclús R.,Schaal B.2008.**Le lapereau en développement : données comportementales, alimentaires et sensorielles sur la période naissance sevrage. *Prod. Anim.*, 21(3), 231-238
- Daoudi O., AinBaziz H., 2001.** Rapport de synthèse des résultats de production de la population locale. *Rapport du département des monogastrique ITELV.*
- Derradji B.,2009.**Etude des corrélations et des performances de croissance et de reproduction du lapin issu d'un croisement génétique entre des femelles californiennes et de males locaux. *Mémoire PFE-USDB.*
- De Rochambeau H., 1990.**Objectifs et méthodes de gestion génétique des populations viandes en France. Situation actuelle et perspectives. *Journée Cunicole*, 24-25 Novembre, 147-159.
- De Rochambeau H., 2000.**Amélioration génétique du lapin pour la production de viande en France. Situation actuelle et perspectives. *Journée Cunicole*, 24-25 Novembre., 147-159.
- DjellalF., Mouhous A., Kadi S.A. 2006.**Performations de l'élevage fermier du lapin dans la région de Tizi-Ouzou, Algérie. *Livestockresearch for rural development*, 18 (7) 2006.
- 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.
- Estany J., Camacho J., Baselga M., Blasco A. 1992.**Selection response of growth rate in rabbit for meat production. *Genet. Sel. Evol.*, 24,527-237.
- Ferrah A., Yahiaoui S., Kabli J. 2003.**Les races de petits élevages (Avicultures, Cunicultures, Aquacultures, Piscicultures). Recueil des recommandations atelier N°3 « Biodiversité importante pour l'agriculture », MATE-GEF/PNUD, projet ALG/97/G31. Tome X.52-61.
- Fettal, 1987.**Comparaison de deux types de concentré en production cunicole. *Mémoire de licence en sciences naturelles appliquées*, Belgique.
- Fortun-Lamothe L., Gidenne T. 2003.**Besoins nutritionnels du lapereau et stratégies d'alimentation autour du sevrage. *INRA Prod. Anim.*, 2003, 16 (1), 39-47.
- 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.
- 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^{èmes} journées de recherche cunicole, 17-18 novembre 2009, Le Mans, France.

Garreau H. 2008.Sélection du lapin. Organisation et outils. *INRA*.
<http://www.avicampus.fr/PDF/PDFlapin/selectionlapin1.pdf>

Garreau H., SzendroZs.,Larzul C., Rochambeau H. 2000.Genetic parameters and genetic trends of growth and litter size traits in the White Pennon breed. Prod 7th World Rabbit Congress, Valence, Espagne, A, 403-408.

Garreau H., Eady S.J., Hurtaud J., Legarra A. 2008.Genetic parameters of production traits and resistance to digestive disorders in a commercial rabbit population.9th W.R.C. Verona Italy. 61-65.

Gidenne T., Lebas F. 2005.Le comportement alimentaire du lapin. 11^{ème} Journées de la Recherche Cunicole, 29-30 novembre 2005, Paris.

Gidenne T., 2007.Filière cunicole française et systèmes d'élevage.
<http://www.avicampus.fr/PDF/PDFlapin/filierecunicole.PDF>(Accès le 15/04/2013).

Gyovai P., Nagy I., Gerencsér Zs., Metzger Sz., Radnai I., Szendro" Zs. 2008.Genetic parameters and trends of the thigh muscle volume in Pannon White rabbits. *Proceedings of the 9th World Rabbit Congress*. Verona, Italy.

Hameur Lain, 2006.Etude des paramètres zootechniques du lapin de la population locale (*Oryctolagus cuniculus*) sélectionné en G0 sur des critères de croissance. *Mémoire PFE*. USDB. 64p.

Harlt D.L., Jones W. E. 2003.Génétique. Les grands principes. 3^{ème} Edition Dunod. Paris. 607.

Hennaf R., Jouve D., 1988.Mémento de l'éleveur du lapin. 7^{ème} édition réalisée par l'AFC et ITAVI. P 448.

Horvaine Szabo M. 1988. Cours d'amélioration sélection. *Zootechnie*. USDB Blida. Algérie.

INRA, 1989. L'alimentation des animaux monogastriques : porcs, lapins, volailles. 2^{ème} éd., INRA éd. (Paris), 282 p.

Jaime-Camps R., 1983. Qualités nutritives alimentaires de la viande de lapin. *Cuniculture*, N° 54, 10 (6).

Jussiau R, Montméas L, Papet A. 2006.Amélioration génétique des animaux d'élevage.Educagriéditions.Dijon. *Collection ZOOTECHNIE*.322p.

Kerry K., Keppler J.H. 1997.Issues in the sharing of benefits arising out of the utilization of genetic resources. *OCDE / GD*,(97) 193.

Khalil M.H., Al Saef A.M. 2008.Methods, criteria, techniques and genetic responses for rabbit selection.9th W.R.C. Verona. Italy. 1-22.

Laffolay B., 1985. Croissance journalière du lapin. *Cuniculture*, 12 (6), 212-331.

Lakabi D., Zerrouki N., Lebas F. Berchiche M. 2004. Growth performances and slaughter traits of a local Kabylia population of rabbits reared in Algeria. Effects of sex and rearing season. In: Proc. 8th World Rabbit Congress, September, Puebla, Mexico, 1396-1402.

Larzul C., Rochambeau H.de, 2004. Comparison of ten rabbits lines of terminal bucks for growth, feed efficiency and carcass traits. *Anim. Res.*, 53, sous presses.

Larzul C., Gondret F., Combes 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, 105-122.

Larzul C., Gondret F. 2005. Aspect génétique de la croissance et de la qualité de viande chez le lapin. *INRA Production Animale*, 18 (2), 119-129.

Lebas F., 1991. Alimentation pratique des lapins en engraissement. *Cuniculture* N°102, 18 (6), 273-281.

Lebas F. 2005. Historique de la domestication et des méthodes d'élevages des lapins. <http://www.cuniculture.info/docs/indexbiol>. (Accès le 23/03/2013).

Lebas F. 2005a. Productivité et rentabilité des élevages cunicoles professionnels en 2003. *Cuniculture Magazine*, Vol. 32. 14 -17.

Lebas F., Gacem M., Meftah I., Zerrouki N., Bolet G. 2010. Comparison of reproduction performances of a rabbit synthetic line and of rabbits of local populations in Algeria, in 2 breeding locations - First results, 6th Conference on Rabbit Production in Hot Climates, Assiut (Egypt) 1-4 February 2010.

Lebas F., 2011. *Cuniculture*, biologie des lapins. www.cuniculture.info (Accès le 23/03/2013).

Lounaouci G. 2001. Alimentation du lapin de chair dans les conditions de production algérienne. *Mémoire de magister en sciences Agronomiques*. <http://www.cuniculture.info/docs/indexbiol>. (Accès le 23/03/2013).

Lounaouci G., Hannachi R., Berchiche M. 2012. Elevage de lapins descendants d'un hybride commercial en Algérie : Evaluation des performances de croissance et d'abattage. 3^{ème} Congrès Franco-Maghrébin de Zoologie et d'Ichtyologie, 6 -10 Novembre 2012 Marrakech, Maroc.

Lounnaci K., Limani D. 2011. Caractérisation du lapin de population locale algérienne : Etude morphométrique et rendement à l'abattage, *mémoire de docteur en médecine vétérinaire*, USDB, Blida, Algérie. 33p.

Lopez M., Sierra I., Vicenti F., Conesa A., 1994. The effects of changing the remating interval according to the previous litter size on the reproductive performances of the doe rabbit. *Options Méditerranéennes : Séries Cahiers*, 8, 337-345.

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 Congr, June 10-13 Verona, Italy, 61-65.

Maertens L., 1994. Influence du diamètre du granulé sur les performances des lapereaux avant sevrage. In 6^{èmes} Journées de Recherche. *Cunicole (P. Coudert, Ed.)*, 6 et 7 décembre, La Rochelle, ITAVI publication, France, vol. 2, p325-332.

Maertens L., 1996. Nutrition du lapin: Connaissances actuelles et acquisitions récentes. *Cuniculture* N°127, 23 (1), 33-35.

Mahreche H. 2007. Etude des performances de croissance chez le lapin local (lignée croissance et lignée prolifique). *Mémoire PFE. USDB*. 61p.

Martina S., 1982. En maternité, en engraissement: les moyens d'amélioration de la productivité. *Aviculture (hors-série)*, 19, 21-24.

Mefti Kortoby, 2010. Growth and Reproduction Performance of the Algerian Endemic Rabbit. *European Journal of scientific Research*. Vol.40 No.1 (2010), pp.132-143.

Mefti Kortoby H., Kaidi R., Belkahla H., Chabane K., Bergoug L., Boukraa O. 2011. Effet du génotype des mâles sur les performances zootechniques de reproduction des lapines croisées. *Séminaire International de Biologie Animale. Rubrique Génétique Moléculaire*. 9, 10 et 11 Mai. Université Mantouri. Constantine Algérie.

Mefti Kortoby, 2012. Caractérisation zootechnique et génétique du lapin local (*Oryctolagus cuniculus*). *Thèse de doctorat en Sciences Agronomiques. Spécialité: Zootechnie, USDB Blida, Algérie*, 163p.

Mgheni M., Christensen K., 1985. Selection experiment on growth and litter size in rabbits. II. Two-way selection response for body weight at 112 days. *Acta. Agric. Scand.*, 35, 278-286.

Minvielle F., 1990. Principe d'amélioration génétique des animaux domestiques. *Ed. INRA. Les presses de l'université laval*. 41-65p.

Mokhtari A., 2008. Etude des performances zootechniques et des paramètres génétiques sur des critères de reproduction du lapin local. *Mémoire PFE. Département des sciences Agronomiques, USDB Blida*. P69.

Moudache M., 2002. Influence des conditions d'ambiance estivales sur les performances de reproduction de la lapine de race locale élevée en semi plein air. *Mémoire PFE, INA*, 51p.

- Moulla F., Yakhlef H., Ziki B., 2007.**Essai d'évaluation des performances de croissance et du rendement à l'abattage du lapin local. *7^{ème} salon international de l'élevage et du machinisme agricole*. Alger, 2007. N°58, p14.
- Moulla F., 2008.**Evolution de la Productivité de la lapine Locale Algérienne.Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie. *Recherche agronomique* N° 21-2008. P 72-77.
- Moumen S., 2006.**Effet du rythme de reproduction sur les performances zootechniques de l'élevage et les paramètres sanguins de la population locale (*Oryctolagus cuniculus*). *Mémoire Magister, (ENSV)*, Alger, 121p.
- Moura A.S.A.M.T., Kaps M., Vogot D.W., Lamberson W.R., 1997.**Two-way selection for daily gain and feed conversion in a composite rabbit population.*J. Anim. Sci.*, 75, 2344-2349.
- Nezzar N., 2007.**Caractéristiques morphologiques du lapin local. *Mémoire de Magister, Option Anatomie Vétérinaire*, 84p.
- Ouhayoun J., 1983.**La croissance et le développement du lapin chair. *Cuni. Scien.*, V (1), 1, 1-15.
- Ouhayoun J., 1984.**La croissance et le développement du lapin de chair. *CuniSci*, 1(1) :1-15.
- Ouhayoun J., 1989.**La composition corporelle du lapin, facteurs de variation. *INRA, Production Animale*, 2 (3), 215-226.
- Ouyed A. 2006.**Évaluation du rendement en carcasse, en muscle et du poids des différentes parties des lapins de lignées pures et hybrides. *Rapport d'étape*, 1-46.
- Ouyed A., Lebas F., Lefrançois M., Rivers T J. 2007.**Performances de croissance de lapins de races pures de lapins croisés en élevage assaini au Québec. In : Proc. *12^{ème} Journ. Rech. Cunicole, INRA-ITAVI*, 2007 Novembre, Le mans, France, 149-152
- Ouyed A., Lebas F., Lefrançois M., Rivest J. 2007a.**Performances de reproduction de lapines de race Néo-Zélandais Blanc, Californien et Géant Blanc du Bouscat ou croisés, en élevage assaini ou Québec. *12^{ème} Journées de la Recherche Cunicole*, 27-28 novembre 2007,Le Mans, France,145-148.
- Ouyed A., Brun J.M. 2008.**Heterocyst, direct and maternal additive effects on rabbit growth and carcass characteristics.*9th world RabbitCongress*-June 10-13, 2008- Verona-Italy.
- Ollovier L. 2002.** Eléments de la génétique quantitative. *2^{ème} Edition*.INRA. France. 184p.
- Ozimba C.E., Lukefahr S.D. 1991.**Comparison of rabbit breed types for postweaning litter growth, feed efficiency, and survival performance traits. *J. Anim. Sci.*, 69, 3494-3500.

Références bibliographiques

- Périquet J.C., 1998.** Le Lapin: races, élevage et utilisation, reproduction, hygiène et santé. Cahier de l'élevage, Rustica édition, 112p.
- Piles M; Blasco A. 2003.** Bayesian inference about parameters of a longitudinal trajectory when selection operates on a correlated trait. *J. Anim. Sci.*, 81, 2714-2724.
- Piles M., Rafel O., Ramon J., García 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.
- Prayagak.C., Eady S. J. 2003.** Performance of purebred and crossbred rabbit in Australia: Individual growth and slaughter traits. *Aust. J. Agric. Res.* 2003, vol. 54, n°2, 159-166.
- Prud'hon M., 1976.** Le comportement alimentaire du lapin soumis à des températures de 10°, 20°, 30°C. *Cuniculture*, Dijon, communication N° 14.
- Prud'hon M., Vezinhet A., Cantier J. 1970.** Croissance, qualités bouchères et coût de production des lapins de chair. *B.T.I.* 248, 203-213.
- Ricodeau G, 1992.** Synthèse d'estimation de la variabilité génétique et liaison entre les caractères dans différentes espèces. In " Eléments génétique quantitatives et application aux populations animales" *INRA Prod. Anim.* N°hors-série, 108-117
- Rochambeau H., 1989.** La génétique de lapin, production de viande. *INRA prod. Anim.*, 2, 287-295.
- Rochambeau H., Retailleau B., Poivey J.P., Allain, D. 1994.** Sélection pour le poids à 70 jours chez le lapin. 6^{ème} *Journ. Rech. Cunicole.* La Rochelle France, 1, 235-240.
- Rodel H.H., Prager G., Stefanski V., Von Holst D., Hudson R. 2008.** Separating maternal and litter size effects on early postnatal growth in two species of antiracial mammals. *Physiol. Behav.* doi:10.1016/j. physbeh. 2007.11.047.
- Roiron A., 1991.** Vers une meilleure connaissance de la composition anatomique des lapins. *Cuniculture*, 18 (3), 147-149.
- Roiron A., Ouhayoun J., Delmas D., 1992.** Effet du poids et de l'âge à l'abattage sur la carcasse et la viande du lapin. *Cuniculture*, 19 (3), 143-146.
- Rougeot R., 1981.** Origine et histoire de lapin. *Ethnozootecnie*, N 27, 1981, p 1-9
- Rouvier R., 1990.** Introduction. *Option méditerranéenne.* Série séminaire 8, 7-8.
- Saidj D., 2006.** Performances de production et paramètres génétiques d'une lignée maternelle d'une population de lapin local sélectionné en G0. *Mémoire de magister, (ENSV)*, 106p.

Sanchez J.P., Baselga M., Silvestre M.A., Sahuquillo J., 2004. Direct and correlates responses to selection for daily gain in rabbits. Proc. 8th World Rabbit Congress, Puebla, Mexique, 169-174.

Sid S. 2005. Etude des paramètres génétique et zootechniques sur les critères de reproduction chez le lapin locale (*Oryctolagus cuniculus*), *Mémoire PFE Département des sciences Agronomiques, Blida*, 70p.

SzendroZs., DalleZotte A. 2011. Effect of housing conditions and behavior of growing meat rabbits: A review. *Livestock science* 137.296-303.

Talbi M. 2008. Etude des performances zootechniques et des paramètres génétiques sur des critères de reproduction du lapin local mené en croisement réciproque, *Mémoire PFE, Département des sciences Agronomiques, USDB*. 72P.

Tankary M.H. 2007. Etude des performances de reproduction chez le lapin local (lignée prolifique et lignée croissance), *Mémoire PFE, Département des sciences Agronomiques, Blida*. p55.

Thewis A., Bourbouze A. Compère R., Duplan J.M., Hardouin J. 2005. Manuel de zootechnie comparée Nord-Sud. Ed. INRA. 342P.

Verrier E., Brabant Ph., Gallais A. 2001. Faits et concepts de base en génétique quantitative. INRA. Paris. 133p.

Vicente J.S., Peris J.L., Camecho J. 1988. Quantitative growth of burn and muscular tissues in meat rabbits. In: proc. 4th world rabbit congress, Budapest, Hungary, p 361-369.

Wattiaux M.A., Howard W.T. 2003. Reproduction et sélection génétique: *Principes de sélection*, essentiels laitiers.

Winter P.C., Hickey G.L Fletcher H.L., 2000. L'essentiel en génétique. Ed. Derti, Paris, 401p.

Zerrouki M., Bolet G., Berchiche M., Lebas F., 2005. Evaluation of breeding performance of local Algerian rabbit population raised in the Tizi-Ouzou area (Kabylia). *World Rabbit Science*, 2005, 13: 29-37.

ANNEXE 1

Clapier de Sélection de l'ITELEV



Photo 1 Photo 2

Vue du clapier de l'extérieur



Photo :Salle de maternité Photo : Salle d'engraissement

Vue du clapier de l'intérieur

ANNEXE 2

Lapins de l'ITELV



Photo :Lapin local



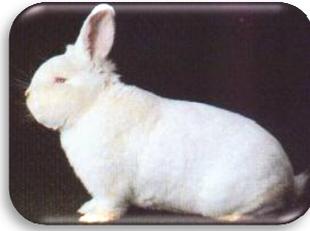
Photos : Souche synthétique ITELV2006

ANNEXE 3

Les différentes races du lapin dans le monde



Fauve de Bourgogne



Néo-Zélandais blanc



Argenté de Champagne



Géant blanc de Bouscat



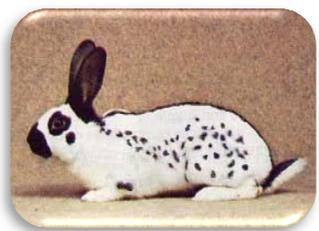
Bélier



Petit Russe



Hollandais



Papillon anglais polonais



Castorex



Satin Angora

