



Institut des Sciences
Vétérinaires- Blida

Université Saad
Dahlab-Blida 1-



Projet de fin d'études en vue de l'obtention du
Diplôme de Docteur Vétérinaire

***Etude de la croissance chez les lapins de souche synthétique : performances
zotechniques et rendement de la carcasse***

Présenté par
Elmohri Mehdi

Devant le jury :

Président(e) :	nous Nawal	MAA	ISV, Blida
Examineur :	Ezzeroug Rym	MAA	ISV, Blida
Promoteur :	Belabbas Rafik	MCB	ISV, Blida
Co-promoteur :	Berbar Ali	PROFESSEUR	ISV, Blida

Année : 2018/2019

*À mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur amour,
leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de
mes études,*

À mon père paix à son Hamme

*À mes chères sœurs pour leurs encouragements permanents,
et leur soutien moral,*

À mes chers frères, pour leur appui et leur encouragement,

*À toute ma famille pour leur soutien tout au long de mon
parcours universitaire,*

*À tous mes amis et mes collègues que j'ai passé des bons
moments avec eux,*

*Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant
allégués, et le fruit de votre soutien infailible,*

Merci d'être toujours là pour moi.

Elmohri Mehdi

Remerciements

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

Je tiens à remercier mon promoteur Belabbas Rafik, d'avoir accepté de diriger mes travaux, puis de m'avoir offert la possibilité de poursuivre ce travail avec beaucoup de patience. Il m'a toujours accordé un encadrement attentionné.

Je tiens à remercier également Berbar Ali, Professeur à l'institut des Sciences Vétérinaire, Blida I, pour l'honneur qu'il m'a fait en acceptant de co-encadrer ce travail. Sincères remerciements.

Je tiens à exprimer mes sincères remerciements aux membres du jury :

Dr Feknous Nawal, Maître Assistante A à l'institut des Sciences Vétérinaire, Blida I, de m'avoir fait l'honneur d'accepter la présidence du jury de ce mémoire. Hommages respectueux.

Dr Ezzroug Rym, Maître Assistante A à l'institut des Sciences Vétérinaire, Blida I, de m'avoir fait l'honneur d'accepter d'être membre du jury de ce mémoire. Hommages respectueux.

Figure N°		Page N°
<i>La partie bibliographique</i>		
01	Paramètres de la croissance pondérale globale	5

Tableau N°		Page N°
<i>La partie bibliographique</i>		
01	Poids vif hebdomadaire et gain moyen quotidien (souches sélectionnées pour les qualités bouchères)	06
02	Les coefficients d'allométrie des principaux tissus et organes et des poids corporels (sans contenu digestif)	06
03	Valeurs de l'héritabilité pour les paramètres de croissance	08
04	Influence de la température sur les performances zootechniques	14
05	Effet de la saison de mise bas sur les différents poids individuels hebdomadaires et sur le gain moyen quotidien	15
06	L'effet du mode du logement sur les performances zootechniques du lapin	16
<i>Matériel et méthodes</i>		
07	La composition centésimale et chimique de l'aliment	19
<i>Résultats</i>		
08	Les performances zootechniques de croissance chez les lapins PL et SS au cours de la période d'engraissement	23
09	Le rendement à l'abattage et les caractéristiques de la carcasse pour les lapins PL et SS à 92 jours d'âge (moyenne ± écart-type)	25
10	La composition chimique de la viande des lapins PL et SS (moyenne ± écart-type)	26
11	Histométrie intestinale chez les lapins PL et SS à l'âge de 92 jours (moyenne ± écart-type) (n = 15 lapins par groupe)	27

Les performances de croissance, le rendement et les caractéristiques de la carcasse, l'histométrie intestinale et le profil métabolique ont été comparés entre les lapins de population locale (PL) et de souche synthétique (SS). Au total, 60 lapins de chaque type génétique et âgés de 35 jours ont été utilisés. Ils ont été nourris *ad libitum* et logés dans des cages individuelles. Au cours de la période d'engraissement (35 à 91 jours), la consommation alimentaire et le gain de poids ont été relevés et l'indice de conversion a été calculé. A l'abattage (92 jours), les caractéristiques de la carcasse, l'histométrie de l'intestin grêle et le profil métabolique ont été évalués. Les lapins SS ont montré un poids vif et une vitesse de croissance significativement plus élevés (respectivement +7% et +10% ; $p < 0,05$). De même, l'efficacité alimentaire était meilleure pour les lapins SS (3,59 vs 4,29; $p < 0,05$). Les poids de la carcasse, du foie et du gras périrénal ont été significativement supérieurs pour les lapins SS comparés aux lapins PL (+14% en moyenne ; $p < 0,05$). Cependant, le rendement en carcasse était similaire entre les deux groupes expérimentaux (60 vs 63%). Enfin, le pH musculaire et le ratio muscle/os étaient comparables entre les lapins PL et SS. En conclusion, le poids à l'abattage, l'efficacité alimentaire et le poids de la carcasse ont été améliorés pour les lapins SS, montrant l'intérêt du croisement entre les différentes races pour le développement de la cuniculture en Algérie.

Mots de passe : Algérie, croisement, croissance, lapin local, souche synthétique, rendement en carcasse.

Growth performances, carcass yield and characteristics, intestinal histometry and metabolic profile were compared between rabbit of local Algerian population (PL) and Synthetic line (SS). In total, 60 rabbits per group and aged of 35 days were used in this experiment. The rabbits were fed *ad libitum* and housed in individual cages. During the fattening period (35 to 91 days), live weight, average feed intake and daily weight gain were recorded and feed ratio conversion were calculated. At slaughter age (92 days), carcass traits, intestinal histometry and metabolic profile were assessed. The SS rabbit have shown higher live weight and growth rate (+7% and +10%; $p < 0.05$ respectively). Similarly, feed efficiency was better for the SS rabbits (3.59 vs 4.29; $p < 0.05$). The weight of carcass, liver and peri renal fat were higher for the rabbits SS (+14%; $p < 0.05$). However, the carcass yield was comparable between both experimental groups (60 vs 63%). Finally, muscle pH and meat to bone ratio were similar between PL and SS rabbits. In conclusion, the slaughter weight, feed efficiency and carcass weight were improved for SS rabbits, showing the importance of crossbreeding between different lines for the development of rabbit production in Algeria.

Key words: Algeria, carcass yield, crossbreeding, growth, local rabbit, synthetic strain.

وتمت مقارنة أداء النمو، وخصائص الأداء والذبيحة، *histométrie* المعوية و ملفه الشخصي التمثيل الغذائي بين السكان المحليين من الأرانب (PL) وسلالة الاصطناعية (SS) تم استخدام ما مجموعه 60 الأرانب كل نوع وراثي والذين تتراوح أعمارهم بين 35 يوما. تم إطعامهم الإعلانية بالمال وبالشهرة أيضا وإيواؤهم في أقفاص الفردية. خلال فترة التسمين (35-91 يوما)، لوحظت الاستهلاك الغذائي وزيادة الوزن وحساب نسبة التحويل. عند الذبح (92 يوما)، وخصائص الذبيحة، *histométrie* تم تقييم الأمعاء الدقيقة والشخصية الأيض. وأظهرت الأرانب SS من الوزن الحي ومعدل نمو أعلى بكثير (على التوالي 7% و + 10%)، ف. (0.05) وبالمثل، كانت كفاءة تغذية أفضل للأرانب (3.59) SS مقابل 4.29؛ ف (0.05). وكان وزن الذبيحة والكبد والدهون محيط بالكلية أعلى بكثير عن الأرانب SS مقارنة مع الأرانب (14 +) PL % في المتوسط، ف. (0.05) ومع ذلك، كان العائد الذبيحة مماثل بين مجموعات العلاج اثنين (60 مقابل 63%). (وأخيرا، كانت درجة الحموضة العضلات والعضلات / نسبة العظام مقارنة بين الأرانب PL و SS. وفي الختام، تم تحسين وزن الذبح، الكفاءة الغذائية والذبيحة الوزن للأرانب SS، والتي تبين الفائدة من معبر بين الأجناس المختلفة لتطوير إنتاج الأرانب في الجزائر.

Chapitre II : Le poids à la naissance, la croissance et ses facteurs de variation.

Introduction.....	01
I. Le poids à la naissance.....	03
II. La croissance et ses facteurs de variation.....	03
II.1. La croissance.....	03
II.1.1. La croissance <i>in utero</i>	04
II.1.2. La croissance entre la naissance et le sevrage.....	04
II.1.3. La croissance post sevrage (engraissement).....	04
II.2. La vitesse de croissance.....	05
II.3. La croissance relative et le coefficient d'allométrie.....	06
II.4. Les facteurs de variation de la croissance.....	07
II.4.1. Les facteurs de variation intrinsèques.....	08
II.4.1.1. L'effet du génotype.....	08
II.4.1.2. L'effet de la taille de portée et de l'ordre de parité.....	09
II.4.1.3. Le sexe.....	09
II.4.2. Les facteurs de variation extrinsèques.....	10
II.4.2.1. L'effet de l'alimentation.....	10
II.4.2.2. L'effet de la température ambiante et de l'hygrométrie.....	13

II.4.2.3. L'effet de la saison.....	15
II.4.2.4. L'effet de la densité.....	15
II.4.2.5. L'effet du mode de logement.....	16
I. Matériel et méthodes.....	18
I.1. L'objectif.....	18
I.2. Le cheptel expérimental.....	18
I.3. La conduite expérimentale.....	18
I.4. Les paramètres mesurés.....	20
I.5. L'analyse statistique.....	22
I. Résultats.....	23
I.1. Evolution de l'effectif des lapins expérimentaux.....	23
I.2. Performances zootechniques de croissance.....	23
I.3. Rendement et caractéristiques de la carcasse.....	24
I.4. La composition chimique de la viande.....	26
I.5. L'histométrie intestinale.....	26
I.6. Paramètres biochimiques.....	27

II. Discussion	29
II.1. La mortalité au cours de l'engraissement.....	29
II.2. Performances zootechniques de la croissance.....	29
II.3. Caractéristiques de la carcasse, pH de la viande et les composantes du rendement.....	31
II.4. La qualité de la viande.....	34
II.6. L'étude du profil métabolique des lapins.....	35
II.5. Morphométrie des villosités intestinales.....	35
III. Conclusion	36

Références bibliographiques

En Algérie, le développement de la filière cunicole basée sur l'importation des souches hybrides a été mis en place dans les années 1985 et 1988. L'objectif était d'intensifier la production afin d'assurer l'approvisionnement régulier des marchés urbains en protéines animales et de moindre coût. Cette tentative a échoué en raison de nombreux facteurs dont la méconnaissance de l'animal, l'absence d'un aliment industriel et de programme prophylactique. Après cet échec, une nouvelle stratégie de développement de la production cunicole utilisant le lapin de population locale (PL) est proposée comme alternative. Cependant, l'utilisation du lapin local doit être basée sur une logique d'ensembles comprenant, en premier lieu, son identification de point de vue morphologique, la connaissance de ses aptitudes biologiques et zootechniques et son adaptation au milieu. Ceci peut aider et contribuer au montage des programmes de sélection et des systèmes de production adéquats.

C'est ainsi que depuis 1990, l'Institut Technique des Elevages (ITELV) et certaines Universités, ont mis en place des programmes de caractérisation de cette population. Ces travaux ont mis en évidence son adaptation aux conditions climatiques et alimentaires. En revanche, il présente une prolificité et un poids à la naissance, au sevrage et à l'âge adulte faibles, pour être utilisé tel quel dans les élevages producteurs de viande (Gacem et Lebas 2000 ; Belhadi 2004 ; Zerrouki et al 2005 ; Moulla et Yakhlef 2007). Il convenait donc de définir un programme d'amélioration génétique permettant d'augmenter ses faibles performances tout en conservant ses qualités d'adaptation.

La création des souches synthétiques (SS), adoptée comme une nouvelle stratégie d'amélioration génétique en cuniculture, a été réalisée dans les pays à climat chaud, à l'exemple de l'Égypte et de l'Arabie Saoudite (Brun et Baselga 2005 ; Youssef et al 2008). Ces souches, créées par croisement entre les lapins de PL et les lapins de races ou souches étrangères montrent une production améliorée et une bonne adaptation au stress thermique (Brun et Baselga 2004 ; Gacem et al 2009). De plus, elles permettent d'exploiter la complémentarité entre les populations d'origine, tout en conservant la moitié de l'hétérosis (Bidanel 1992). En Algérie, afin de développer la production de viande de lapin, une SS a été créée depuis 2003. Cette dernière est obtenue par croisement entre les lapines de population locale avec la souche INRA 2666 (France), au niveau de l'ITELV de Baba Ali, (Algérie) (Gacem et Bolet 2005). Après plusieurs générations d'homogénéisation et de sélection, Zerrouki et al (2014) soulignent que la taille de la portée à la naissance est de plus 28% chez

les femelles SS, indiquant une nette amélioration de celle-ci, et qui serait liée principalement à une augmentation dans le potentiel ovulatoire de la femelle (Belabbas et al 2016). Le lapin SS a fait l'objet de plusieurs travaux étudiant ses performances zootechniques et physiologiques de reproduction (Zerrouki et al 2014 ; Chibah Ait-Bouziad et Zerrouki 2015 ; Belabbas et al 2016). Cependant, aucune étude n'a été réalisée jusqu'à maintenant sur ses performances de croissance, les composantes du rendement à l'abattage et les caractéristiques de la carcasse.

Ainsi, le but de ce travail est de comparer l'évolution de la croissance entre les lapins SS et PL et ce entre le sevrage (35 jours) et l'abattage (91 jours d'âge). L'éventuelle différence de croissance entre les deux types génétiques du lapin est élucidée par l'étude de plusieurs paramètres qui concernent : les performances zootechniques, le rendement à l'abattage, caractéristiques de la carcasse, la morpho-histométrie intestinale et quelques paramètres biochimiques sanguins.

Chapitre II : Le poids à la naissance, la croissance et ses facteurs de variation.

I. Le poids à la naissance :

Le poids à la naissance est variable d'un auteur à un autre ainsi, Berchiche et Zerrouki (2000), ont reporté que le poids à la naissance des lapins de population locale Kabyle est assez variable, avec un coefficient de variation de 31,05 %. Le poids total de la portée à la naissance est en moyen 324 g avec un poids individuel de 48,4 g (Remas, 2001 ; Berchiche et Kadi, 2002; Sid, 2005; Zerrouki et *al.*, 2005a ; Saidj, 2006 ; Moulla et Yakhlef, 2007).

Le lapin de souche synthétique ou Itelv issu d'un croisement entre le lapin de population locale algérienne et la souche INRA 2066 présente un poids de la portée à la naissance de 374 g (poids individuel est de 51,1 g) (Gacem et Bolet, 2005).

Bouzekraoui (2002) et Barkok et Jaouzi (2002) ont rapporté que les lapins de population locale marocaine (Tadla et Zemmouri), se caractérisent par un poids moyen total de la portée à la naissance de 360 g. Ce poids est supérieur par rapport aux poids des portées de femelles d'origine égyptienne (Giza White, lapin Baladi, lapin Gabali) avec une moyenne de 334 g (Khalil, 2002a ; 2002b ; Afifi, 2002).

Les lapines de race européenne se caractérisent par des valeurs à la naissance nettement plus élevées. Le poids de la portée à la naissance des femelles de race Fauve de Bourgogne et Chinchilla est en moyen 431 g alors que les lapereaux à la naissance pèsent environ 75,5 g (Bolet et *al.*, 2004).

II. La croissance et ses facteurs de variation :

II.1. La 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 le résultat d'un ensemble de mécanismes complexes mettant en jeu plusieurs phénomènes

de multiplication, de développement et de différenciation cellulaire, tissulaire et organique (Prud'hon *et al.*, 1970). Trois phases peuvent se distinguer :

II.1.1. La croissance *in utéro* :

Au début de la gestation, l'activité mitotique est intense mais la taille et le poids des fœtus restent les mêmes. Selon Lebas (2014), la croissance est de type exponentiel à partir du 12^{ème} jour de la gestation. En effet, au 15^{ème} jour de la gestation, le fœtus pèse environ 1g mais à la fin de celle-ci, il croît rapidement et son poids atteint 55g (Fortun-Lamothe, 1994). Durant cette période, le développement fœtal est influencé par plusieurs facteurs : la taille de portée (Bolet *et al.*, 1994), la saison (Zerrouki *et al.*, 2007), le numéro de la parité de la femelle (Parigi-Bini et Xiccato, 1993 ; Argente *et al.* 1993), son état physiologique (Fortun *et al.*, 2006), son alimentation (Fortun *et al.*, 1994) et le nombre de fœtus et leurs positions dans les cornes utérines (Lebas, 1982 ; Palos, 1996 ; Belabbas *et al.*, 2013).

II.1.2. La croissance entre la naissance et le sevrage :

Cette phase de croissance dépend de l'âge au sevrage (4 ou 6 semaines). La vitesse de croissance connaît une accélération très forte. Au cours de cette période, le poids du lapereau est multiplié par 10 (Ouhayoun, 1983). Cependant, la courbe de progression du gain journalier laisse apparaître une pause entre la 2^{ème} et 3^{ème} semaine, elle serait due à l'insuffisance de la production laitière de la mère, à une période où les besoins de la portée augmentent très rapidement (Lebas, 1969). Rouvier (1980) ont reporté que la vitesse de croissance entre l'âge de 10 à 21 jours peut diminuer fortement à cause de l'insuffisance de production laitière de la lapine.

Entre la naissance et le sevrage, la croissance des lapereaux est linéaire durant les trois premières semaines. La consommation d'aliment solide ne devient importante qu'à cet âge, au moment où la lactation de la lapine amorçe sa chute. Il en résulte une nouvelle accélération de la croissance (35 à 38g par jour) et qui se poursuit au-delà du sevrage lorsque celui-ci a lieu à 4 semaines (Lebas, 2014). La croissance du lapereau durant la période pré sevrage dépend essentiellement du format de la mère, de son aptitude laitière et de la taille de portée.

II.1.3. La croissance post sevrage (engraissement):

La période d'engraissement commence à 4 semaines d'âge et prend fin entre l'âge de 10 à 11 semaines avec un poids vif de 2,3 kg. Ce ci qui correspond à un taux de maturité de 55% du poids adulte d'un lapin âgé de 2 ans (4 kg) (Blasco, 1992). Durant cette période, ce sont les potentialités génétiques transmises par les parents en interaction avec le milieu (alimentation et ambiance) qui s'expriment.

La courbe de croissance pondérale du lapin est une courbe sigmoïde (forme en S) avec un point d'inflexion qui est situé entre la 5^{ème} et la 7^{ème} semaine d'âge de la vie post natale (Figure 1).

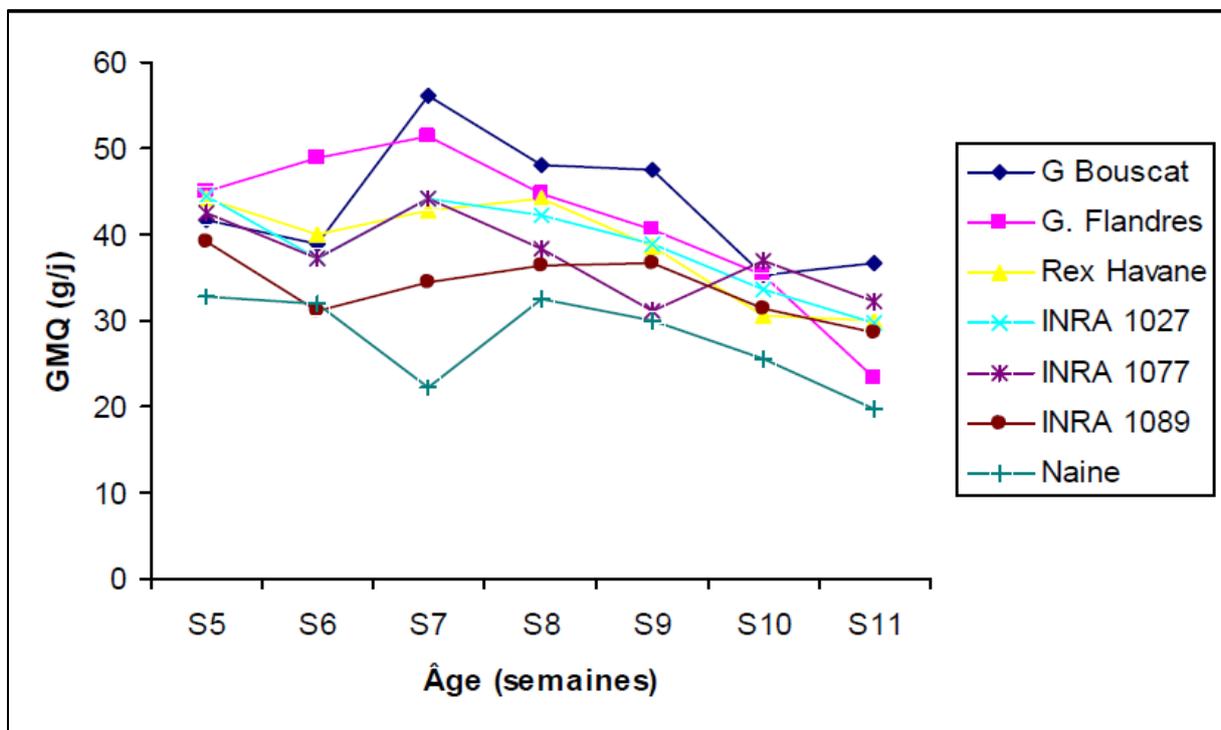


Figure 1 : Paramètres de la croissance pondérale globale (Ouhayoun, 1978)

II.2. La vitesse de croissance :

La vitesse de croissance est maximale entre 5-6 semaines (poids d'inflexion de la courbe de croissance) jusqu'à l'âge de 11 semaines (Gidenne et Lebas, 2005). Elle atteint son maximum à la 8^{ème} semaine d'âge puis décroît progressivement, notamment après 77 jours d'âge (Tableau 1). La vitesse de croissance tend vers zéro à partir de 6 mois d'âge (Baumier et Retailleau, 1986 ; Blasco, 1992).

Des accidents dans l'évolution de la vitesse de croissance sont fréquemment observés entre la 5^{ème} et la 6^{ème} semaine postnatale, leur cause est souvent attribuée aux modifications de l'alimentation et de l'environnement inhérentes au sevrage (Ouhayoun, 1978 ; 1983), cependant le retard accusé est comblé grâce à la croissance compensatrice des lapins, entre la 10^{ème} et la 11^{ème} semaine d'âge (Jouve *et al.*, 1986).

Tableau 1: Poids vif hebdomadaire et gain moyen quotidien (souches sélectionnées pour les qualités bouchères) (Baumier et Retailleau, 1987)

Age (jours)	Poids vif (g)	GMQ (g)
Poids à la naissance	60,7	-
7	149	12,6
14	255	15,1
21	363	15,4
28	596	33,3
35	860	37,7
42	1114	36,3
49	1463	36,3
56	1763	42,9
63	2001	34,0
70	2231	32,9
77	2473	34,6
80	2553	26,7

II.3. La croissance relative et le coefficient d'allométrie:

La croissance pondérale globale de l'organisme résulte de la croissance particulière de ses différents composants qui ne se développent pas tous au même rythme : c'est ce qui définit l'allométrie (Ouhayoun *et al.*, 1986). L'existence de l'allométrie signifie que les différents organes de l'organisme ne réalisent une même fraction de leur poids que successivement dans le temps. Ils sont plus au moins précoces (Ouhayoun, 1983). Le classement des différents organes et tissus par ordre croissant des coefficients d'allométrie permet de mettre en évidence de véritables gradients de précocité. Les coefficients moyens calculés par Cantier *et al.* (1969) entre 9 et 182 jours chez des lapins d'une souche commune sont rassemblés dans le **tableau 2**.

Tableau 2: Les coefficients d'allométrie des principaux tissus et organes et des poids corporels (sans contenu digestif) (Cantier et al 1969)

Poids corporel (g)	Tractus digestif	peau	Tissu adipeux	Squelette	Musculature	Foie
650	1,13	0,44	4,82	0,91	120	1,25
850						
950						
1000	0,46	0,86	1,87			
1700				0,55		
2100						0,47
2450			3,21		0,50	

Chez le lapin en engraissement, la croissance est prioritaire d'abord pour le tissu osseux, le tissu musculaire et enfin le tissu adipeux (Cantier *et al.*, 1969). La vitesse de croissance relative du squelette diminue quand le poids vif atteint 1 kg et celle de la musculature quand ce poids atteint 2450 g. Entre ces deux poids, le rapport muscle/os du membre postérieur, qui prend compte du développement relatif de la musculature et du squelette de la carcasse dans son ensemble, croît donc très vite (Ouhayoun, 1989).

Le tissu adipeux accélère sa croissance au-delà du poids vif de 2100g. Cependant, les tissus adipeux ne se développent pas au même rythme. Le tissu adipeux sous cutané est le plus précoce suivi du tissu adipeux intermusculaire. Les masses adipeuses péri viscérales et surtout périrénales sont plus tardives. Le tissu adipeux périrénal permet de juger l'état d'engraissement de la carcasse, il ne représente que 17% de l'ensemble du tissu adipeux à 30 jours, puis s'élève à 31% à l'âge de 140 jours (Hannaff et Jouve, 1988).

II.4. Les facteurs de variation :

La croissance est contrôlée par des lois physiologiques précises mais peut varier sous l'effet des facteurs génétiques (races) et non génétiques (alimentation et environnement). Elle représente, en effet, la différence entre ce qui se construit ou anabolisme et ce qui se détruit ou catabolisme (Prud'hon et al 1970; Ouhayoun, 1983).

II.4.1. Les facteurs de variation intrinsèques :

II.4.1.1. L'effet du génotype :

Avant sevrage, la croissance dépend de l'influence maternelle qui est la résultante du génotype de la mère et des facteurs environnant (milieu utérin, la taille de la portée, l'aptitude laitière de la mère et la qualité maternelle) (Szendro et Maertens, 2001). Jusqu'à 11 semaines d'âge, le poids du lapin subit encore une influence maternelle, celle-ci résulte de l'expression des potentialités génétiques transmises par les mères de diverses races (Henaff et Jouve, 1988).

Bolet *et al.* (2000) dans un programme de caractérisation de plus de 60 races européennes, ont reporté que le poids des lapins à l'âge adulte varie en fonction de l'origine génétique. En effet, les races de grand format à l'exemple de Géant Blanc de Bouscat pèsent 62% de plus comparées aux races de petit format (Petit Russe). Ces variations du poids à l'âge adulte sont liées en partie à une différence dans la vitesse de croissance (Larzul et Gondret, 2005).

La croissance est un caractère quantitatif à moyenne héritabilité qui varie entre le pré sevrage (croissance sous la mère) ou post sevrage (engraissement), les deux périodes sont soumises à l'influence de l'environnement. En effet, entre la naissance et le sevrage, la croissance est influencée par l'effet maternel, essentiellement la taille de la portée et la production laitière. Cette dernière est moyennement héritable (0,21) (Sobayil *et al.*, 2005). En revanche, durant la période post sevrage, les valeurs de l'héritabilité du gain moyen quotidien varient entre 0,13 à 0,66, celle du poids au sevrage entre 0,05 à 0,55 et enfin, le poids à l'abattage entre 0,12 à 0,67 (**Tableau 3**).

L'estimation de l'héritabilité des poids individuels varie selon les races ou les populations étudiées et l'âge de la mesure. En effet, l'héritabilité des poids adultes est très variable et augmente avec l'âge (Khalil *et al.*, 1986).

Tableau 3 : Valeurs de l'héritabilité pour les paramètres de croissance
(Synthèse des résultats bibliographiques)

Auteurs	Héritabilité			
	Poids au sevrage	Poids à l'abattage	GMQ	IC
Vrillon <i>et al.</i> (1979)	0,17	0,38	0,44	-
De le Fuente <i>et al.</i> (1986)	0,22	0,20	0,19	-
Garreau <i>et al.</i> (2000)	0,16	0,28	0,29	
Larzul et Rochambeau (2005)	0,09	0,67	0,41	0,27
Piles <i>et al.</i> (2004)	0,2	0,3	0,3	0,3
Garreau et De Rochambeau (2003)	0,11	0,2	0,25	0,2
Argente <i>et al.</i> (1999)	0,24	0,3	0,2	-

II.4.1.2. L'effet de la taille de portée et de l'ordre de parité :

Le numéro de la parité de la femelle affecte non seulement le poids de sa portée à la naissance, mais également, le poids au sevrage, le gain moyen quotidien, la consommation moyenne quotidienne et le poids de la carcasse commercial (Ouyed *et al.*, 2006). Selon Ouyed et Brun (2008), le poids des lapins issus de la 2^{ème} et de la 3^{ème} parité est significativement élevé comparé à celui des lapins issus de la première.

La taille de la portée exerce un effet très significatif sur les performances des lapereaux en croissance (Bolet *et al.*, 1996 ; Rommers *et al.*, 2000 ; Blasco *et al.*, 1983 ; Szendro, 1984). En effet, les meilleurs poids et gains de poids sont enregistrés dans les portées de faible effectif (Orengo *et al.*, 2004 ; Ouyad et Brun, 2008). Par contre, l'augmentation de l'ordre de parité est associé à une augmentation des nés totaux et par conséquent un poids moyen faible est souvent constaté (Parigi Bini *et al.*, 1989 ; Pascual *et al.*, 1998 ; Szendro, 2000 ; Xiccato *et al.*, 2004).

II.4.1.3. Le sexe :

A la naissance, les mâles sont significativement plus lourds que les femelles (+ 4 g). Ils maintiennent leur supériorité au sevrage (+19,3 g), bien que leur vitesse de croissance ne soit significativement supérieure que pendant les deux premières semaines. Chez le lapin, l'effet du sexe sur la croissance, en faveur des mâles, est en général faible, mais il peut être différent suivant les génotypes (Blasco et Gomez, 1993). En période post sevrage, les mâles et les femelles suivent une courbe de croissance semblable jusqu'à la maturité sexuelle vers l'âge de

12-15 semaines (Harvey *et al.*, 1961 ; Cantier *et al.*, 1969). Au-delà, les femelles deviennent plus lourdes que les mâles (Ouhayoun, 1983).

II.4.2. Les facteurs de variation extrinsèques :

II.4.2.1. L'effet de l'alimentation :

L'aliment granulé industriel est la nourriture convenable pour l'alimentation des lapins. L'aliment doit être distribué à volonté (*ad libitum*) et sous forme de granulés car le lapin a une certaine aversion pour les farines (Maertens et Villamide, 1998 ; Lebas, 2000, Fomunyan et Ndoping, 2000). Selon Ouhayoun (1983 et 1989), l'alimentation intervient sur la croissance de trois manières différentes et complémentaires, (i) par le niveau d'alimentation (à volonté ou restreinte), (ii) la présence ou l'absence d'éléments essentiels dans la ration (vitamines, oligo - éléments, acides aminés essentiels) (iii) par le niveau énergétique de la ration et les équilibres entre les divers constituants essentiels dans la ration (rapport protéines / énergie, teneur en fibre). Une vitesse de croissance est maximisée si l'équilibre alimentaire est respecté : un aliment distribué à volonté, de 2500 kcal d'énergie digestible, 16% de protéine, 10 à 14% de cellulose brute et de 2 à 3 % de lipides (Henaff et Jouve, 1988).

L'effet du rationnement sur les performances des lapereaux en croissance a été rapporté dans la littérature par plusieurs auteurs (Castello *et al.*, 1989 ; Arveux, 1991 ; Tudela et Lebas, 2006). Un rationnement à 70% de l'ingestion à volonté provoque une baisse de poids vif (-6%) et un ralentissement de la vitesse de croissance (-10%) (Perrier, 1998 a et b). Il en résulte une augmentation du poids relatif du tube digestif car le rationnement allonge le temps du séjour des digesta dans le tractus digestif (Ledin, 1984) et accroît l'importance de l'appareil digestif (Prud'hon et Carles, 1976), en intervenant sur le contenu et le contenant (Lebas et Laplace, 1982) ; ce qui provoque une altération du rendement à l'abattage (-2,1 à -26% : Larzul *et al.*, 2001).

Il est possible d'obliger le lapin à se « se rationner lui-même » en jouant sur le rythme de consommation. Ainsi, Szendro *et al.* (1988) ne constatent pas de diminution de la vitesse de croissance après une réduction du temps d'accès à la mangeoire de 16 à 9 h/24h. La position sur le cycle de 24 heures, de la période d'accès à l'aliment à également son importance. Si celle-ci est limitée à 12 h/24h, placée en période nocturne, la croissance des lapins restreints

sera identique à celle du lot témoin (Lebas, 1991). Selon Salaun *et al.* (2011), une limitation de l'accès à la mangeoire de 14 heures par jour améliore la viabilité des lapins sans diminuer le poids vif et le rendement de carcasse à l'abattage.

Il semble cependant que le rationnement réduit le rendement à l'abattage et modifié l'équilibre des constituants de la carcasse, quelque soit sa durée et le moment où celui-ci est appliqué (Ouhayoun *et al.*, 1986a ; Perrier, 1998 ; Jerome *et al.*, 1998).

En revanche, outre ses effets défavorables sur les performances de croissance, le rationnement en période d'engraissement améliore l'état sanitaire des animaux. En effet, Boisto *et al.* (2003) ont montré que le rationnement réduit les effets d'une inoculation expérimentale d'entérocologie épizootique.

L'étude multi-sites du groupe GEC de 2002 a montré qu'une restriction de l'ingestion en post sevrage d'au moins 20% permet de réduire l'incidence des troubles digestifs (Gidenne *et al.*, 2003). Des stratégies pour restreindre l'ingestion du lapereau après sevrage sont maintenant largement utilisées dans la majorité des élevages cynicoles. La restriction alimentaire chez le lapin se pratique soit par une réduction quantitative de l'ingéré alimentaire ou une limitation du temps d'accès à la mangeoire. Une restriction quantitative est connue pour réduire les troubles digestifs mais réduit également les performances de croissance (Travel *et al.*, 2011) et le poids vif à l'abattage (Gondret *et al.*, 2000 ; Gidenne *et al.*, 2009 ; 2012). Aussi, elle peut modifier les caractéristiques morphologiques, physiologiques et biochimiques des muscles (Gondret *et al.*, 2000 ; Metzger *et al.*, 2009). Cependant, elle améliore l'efficacité alimentaire (Tumovà *et al.*, 2002 ; Yakubu *et al.*, 2007 ; Gidenne *et al.*, 2009 ; 2012), la digestibilité des nutriments en période de restriction (Tumovà *et al.*, 2004 ; Di Meo *et al.*, 2007) et entraîne une croissance compensatrice lors du passage en ingestion libre des animaux préalablement restreints (Gidenne *et al.*, 2012).

Pour une croissance maximale des lapins, les protéines alimentaires doivent respecter certains équilibres de leurs acides aminés. L'équilibre de ces derniers étant un facteur important de la régulation de l'ingestion, et par conséquent de la croissance.

Un apport de 15 à 16% de protéines brutes équilibrées en acides aminés essentiels est suffisant pour les lapins en croissance (Lebas, 1989). Un taux élevé dans la ration accélère la

croissance (Lebas et Ouhayoun, 1987). Par contre, la carence de ces derniers (quantité et qualité) dans la ration, entraîne une baisse de la consommation et donc de la croissance (Lebas *et al.*, 1984 ; Lebas, 1992).

L'absence d'un seul acide aminé essentiel peut être considérée comme un manque global de protéine (Lebas *et al.*, 1984). En effet, une diminution de 0,62 à 0,37% des acides aminés soufrés dans la ration alimentaire entraîne une diminution de 3% du rendement de la carcasse à l'âge de 77 jours (Berchiche et Lebas, 1984).

Une altération de la vitesse de croissance et de l'efficacité alimentaire sont souvent associées à un apport insuffisant en méthionine. Par contre, une supplémentation des aliments aux lapins par cette dernière améliore généralement les performances de croissance (Parigi-Bini, 1988, Berchiche et Lebas, 1994 ; Berchiche, 1995 ; Taboada *et al.*, 1996 ; Xiccato, 1999). Une réduction de l'apport de lysine (de 0,75 à 0,45 %) dans la ration entraîne une réduction de la vitesse de croissance mais sans modification significative du rendement à l'abattage (Colin et Allain, 1978).

Les équilibres alimentaires de la ration, en particulier la concentration en énergie digestible, le taux de protéines digestibles et les fibres, ont une importance prépondérante sur la croissance des lapereaux (Wang *et al.*, 2012).

L'augmentation de l'apport énergétique de la ration alimentaire permet d'améliorer la croissance des lapereaux en engraissement (Bebin *et al.*, 2009 ; Remois *et al.*, 1996 ; Aboul Ela *et al.*, 2000). De même, lorsque les animaux sont élevés dans une stratégie de rationnement, l'utilisation d'un aliment plus énergétique préserve les effets favorables de l'ingestion restreinte sur la santé digestive en post sevrage (Knudsen *et al.*, 2013).

Pour arriver à une croissance maximale, le rapport optimum protéines / énergie est de 45 g de PD/1000 kcal d'EDa (Parigi-Bini, 1988). Lorsque les protéines sont équilibrées en acides aminés indispensables, le taux azoté optimum s'accroît avec la concentration énergétique (Lebas, 1983). En effet, Martina *et al.* (1974), ont montré qu'avec 16 ou 18% des protéines et un aliment isoénergétique, la croissance des lapins en engraissement n'a pas été influencée. Cependant, avec un aliment plus énergétique (2550 kcal ED/kg), l'aliment contenant que 16% de protéines diminue les performances de croissance.

Pour le lapin en croissance, un apport alimentaire minimum de fibres est indispensable pour assurer un bon fonctionnement digestif. Un apport minimum en fibres (12%) est considéré comme nécessaire pour la santé des lapereaux (Perez *et al.*, 2000 ; Bennegadi *et al.*, 2001). L'excès en cellulose brute (>16%) peut réduire la teneur en énergie digestible de l'aliment et la faire passer au-dessous du seuil de régulation (Lebas, 1984). Le lapin sera simultanément en carence énergétique et en surplus de protéines ce qui favorise la flore protéolytique génératrice d'ammoniaque et conduit à l'accroissement des accidents digestifs. Par contre, la carence en cellulose brute (<12%) entraîne un ralentissement du transit digestif et un développement de contenu caecal ce qui se traduit par une augmentation de la proportion de protéines dans le caecum et une production excessive d'ammoniaque à l'origine des troubles digestifs.

Pendant la période qui suit le sevrage, une réduction du taux de fibres entraîne une réduction de la vitesse de croissance (Gidenne et Jehl, 1999 ; Gidenne *et al.*, 2001). Ainsi, Pinheiro et Gidenne (1999) ont montré que la réduction du taux d'ADF de 20 à 12% entraîne une réduction de la vitesse de croissance de 9%.

De nombreux auteurs indiquent que la réduction de la moitié du taux des fibres (19 vs 10% ADF) dans la ration augmente le pH caecal de + 0,2 à 0,4 unités, la quantité de NH₃ d'environ 40% et entraîne un doublement du ratio propionate/butyrate et une baisse de 20% de la concentration en AGV (Gidenne et Fortun-Lamothe, 2004 ; Gidenne *et al.*, 2002) ce qui entrainera une baisse des performances des lapereaux en croissance.

II.4.2.2. L'effet de la température ambiante et de l'hygrométrie :

Il est démontré que parmi les divers facteurs d'environnement, la température ambiante a un effet important sur la croissance et la composition corporelle. La température la plus favorable pour l'engraissement du lapin se situe entre 18 à 21 °C (Fayez *et al.*, 1994). L'effet négatif des températures élevées sur les performances du lapin en croissance a été bien étudié (Ferraz *et al.*, 1991 ; Pla *et al.*, 1994 ; Cervera et Fernandez-Carmona, 1998 ; Marai *et al.*, 2002). Les basses températures pendant une longue période engendre une consommation alimentaire accrue et un mauvais indice de consommation (Arveux, 1988). En revanche, à partir de 25°C, les performances de croissance sont affectées (Grazzani et Dubini, 1982 ; Samoggia, 1987). Lors de fortes chaleurs, l'animal ne peut plus réguler sa température interne d'où

l'hyperthermie (Lebas *et al.*, 1994), il réduit son ingestion alimentaire (Baselga *et al.*, 1978) (Tableau), ce qui entrainera une baisse des performances car l'animal se trouve en déficit nutritionnel (énergie, protéine, minéraux et vitamines) avec pour conséquence un brusque ralentissement de la croissance (Colin, 1985 et 1995). En engraissement, l'augmentation de la température ambiante se traduit par une sous consommation d'aliments de 30 à 40% accompagnée d'une altération de la vitesse de croissance et de l'efficacité alimentaire (Colin, 1985 ; Fayaz *et al.*, 1994 ; Dupperay, 1996 ; Marai *et al.*, 2002). En période estivale, les fortes températures sont donc le synonyme d'une baisse des performances ou de l'allongement de la durée d'engraissement pour atteindre le poids désiré (Correnet *et al.*, 2007).

Sur les lapins de souche Hyplus (de 32 à 67 jours), l'effet des fortes températures se traduit par une baisse du poids vif à la vente de 387g (soit 15,7%), de l'ingéré alimentaire (- 16,7%) et du gain moyen quotidien (-11,5%) (Dupperay *et al.*, 1998). Chez le lapin de souche Néo-Zélandaise blanche sevré à l'âge de 35 jours en milieu chaud (30°C et 80% d'hygrométrie), une perte de 52g de poids a été notée à l'âge de 37 jours (soit 6% du poids moyen), de 269g à l'âge de 71 jours (soit 14% du poids moyen) et de 462g à l'âge de 112 jours (soit 17% du poids moyen) (Poujardieu et Matheron, 1984).

Tableau 4: Influence de la température sur les performances zootechniques (Colin, 1985).

Température	5°C	18°C	30°C
Consommation (g/j)	182	158	123
Vitesse de croissance (g/j)	35,1	37,4	25,4
Indice de consommation	5,18	4,23	4,84

Par ailleurs, une humidité faible favorise la formation de poussière qui dessèche les voies respiratoires entraînant ainsi une sensibilité accrue aux infections, il ne l'est pas lorsque celle-ci est trop élevée (Lebas et al 19976). Une humidité maintenue entre 55 à 80% serait adéquate et idéal entre 60 et 70%. Selon Lebas *et al.*, (1991), si l'humidité est élevée mais si conjointement la température l'est aussi, l'évaporation est faible et l'animal est inconfortable, favorisant le développement des maladies respiratoires et microbiennes. De même, lorsque l'humidité est élevée et la température est basse, on observe une condensation sur les parois du bâtiment d'où apparition de troubles respiratoires et digestifs.

II.4.2.3. L'effet de la saison :

La croissance du lapin est sensible au climat. Les lapereaux nés en saison fraîche ont un poids significativement plus élevé que ceux nés en saison chaude (Kamal *et al.*, 1994). De même, Chiricato (1992), a montré l'effet de la saison sur le gain moyen quotidien et les lapins nés en saison fraîche présentent un gain de poids plus élevé (37 vs 27g/J).

Sur le lapin hybride, la saison de mise bas influence significativement le poids individuel des lapereaux en croissance, de sevrage à l'âge de 70 jours (Belhadi *et al.*, 2004). Les poids individuels des lapereaux de sevrage (P0 : 30 jours) à la cinquième semaine d'engraissement (P : 65 jours) sont plus élevés en hiver et en automne comparés à ceux enregistrés en printemps (**Tableau 5**). Le poids des lapins à 70 jours ainsi que le gain moyen quotidien sont plus élevés en hiver par rapport aux autres saisons étudiées (Belhadi *et al.*, 2004).

Tableau 5 : Effet de la saison de mise bas sur les différents poids individuels hebdomadaires et sur le gain moyen quotidien (Belhadi *et al.*, 2004).

Saison	P0	P1	P2	P3	P4	P5	P6	GMQ P0 à P6
Automne	633,4 ± 24,3	792,8 ± 23,2	1074,1 ± 31,5	1227 ± 39,6	1388 ± 48,8	1595,1 ± 54,9	1708,9 ± 58,3	28,3 ± 1,3
Hiver	611,6 ± 22,2	809,8 ± 20,6	1052,3 ± 29,0	1249,7 ± 36,7	1440,3 ± 45,5	1665 ± 52,4	1799,3 ± 55,7	30,6 ± 1,3
Printemps	357,2 ± 20,8	710,5 ± 20,1	909,3 ± 29	1083 ± 36,4	1257,1 ± 45,2	1472,9 ± 51,9	1610,9 ± 56,4	27,1 ± 1,3
Signification	***	***	***	***	***	***	***	***

P0 : poids moyen individuel au sevrage a 30 jours (g) ; GMQ : Gain Moyen Quotidien (g/j) ;P6 : poids moyen individuel à 70 jours (g).

II.4.2.4. L'effet de la densité :

Une densité supérieure à 16 sujets par m² affecte significativement les performances de croissance des animaux ainsi que l'expression du comportement animal. Selon Colmin *et al.* (1982), une densité de 15,6 lapins/m² augmente significativement la vitesse de croissance et diminue la compétition entre les animaux.

II.4.2.5. L'effet du mode de logement :

Le mode de logement n'influence pas uniquement les paramètres de croissance mais également l'état sanitaire des lapereaux. Différents auteurs ont comparé les performances de croissance des lapins élevés en cages et en parcs (Van Der Horst *et al.*, 1999 ; Combes *et al.*, 2005 ; Dalle Zotte *et al.*, 2008). D'une manière générale, l'élevage en parcs modifie les paramètres de croissance (Postollec *et al.*, 2003) et induit donc des modifications de conformations de la croissance.

Les travaux de Jehl *et al.* (2003) ont montré que la vitesse de croissance est significativement plus élevée chez les lapins élevés en cage comparés à ceux logés en parc (130,142) (**Tableau 6**). De même, les carcasses des lapins élevés en parcs sont maigres comparées à celles élevées en cage avec un rendement plus faible (- 1,4%) (Lebas, 2001). Elles présentent une adiposité plus faible et une proportion de l'arrière et de la cuisse plus élevée (Lebas, 2001 ; Combes et Lebas, 2003). Ces résultats sont une conséquence de l'activité locomotrice permise aux lapins élevés en grand parc (Dal Bosco *et al.*, 2000).

A une même densité (16 sujets/m²), les lapereaux élevés dans des cages d'engraissement avec une hauteur de 20 cm présentent une fréquence de blessures plus élevée comparée à ceux élevés dans des cages de 30 cm de hauteur (Princz, 2008). En ce qui concerne la mortalité, tous les essais indiquent une mortalité plus élevée en parcs (11,7 vs 5,77%) (Lebas et Combes, 2001).

Tableau 6 : L'effet du mode du logement sur les performances zootechniques du lapin
(Jehl et al 2003)

Poids	Cages	Parcs
Poids à 35 jours	907	904
Poids à 49 jours	1651	1549
Poids à 63 jours	2252	2111
Poids à 70 jours	246	2251

I. Matériel et méthodes :

I.1. L'objectif :

Ce travail a pour objectif d'étudier les performances zootechniques de la croissance, le rendement et les caractéristiques de la carcasse chez les lapins de souche synthétique en comparaison avec ceux de population locale algérienne.

I.2. Le cheptel expérimental :

Cet essai a été réalisé au niveau du clapier de la Station Expérimentale de l'Université Saad Dahleb, Blida, Algérie. Au total, 120 lapins répartis en deux lots (n = 60 lapins SS et n = 60 lapins PL) ont été utilisés dans cette expérimentation. Les lapins SS ou de la souche ITELV 2006 appartiennent à la 8^{ème} génération de sélection sur la taille de la portée à la naissance et le poids à l'âge de 77 jours. Ces lapins ont été créés dans le cadre d'une convention portant sur le transfert de matériel biologique à des fins expérimentales entre l'INRA (France) et ITELV (Algérie). Ils sont issus d'un croisement entre les lapins de population locale algérienne et les lapins de la souche française INRA 2666.

En revanche, le cheptel de lapins de population locale a été constitué et mis en reproduction en 1988, à partir de géniteurs provenant de plusieurs wilayas d'Algérie. Les animaux ont été classés en groupe de provenance selon l'une des méthodes décrites par De Rochambeau (1990) : les femelles restent dans le groupe de reproduction dont elles sont issues, leurs frères sont affectés à un autre groupe de reproduction. La reproduction des animaux a été menée en système fermé et en croisement rotatif décrit par (Matheron et Chevalet, 1997). La rotation a débuté en 1988 et a été clôturée en 2005 (Mefti-Kortby, 2011).

Les lapins utilisés dans notre essai sont de sexes mélangés. Il est à signaler que le sexe n'a pas d'effet significatif sur la croissance et sur les caractéristiques de la carcasse des lapins de races sélectionnées (Bernardini Battaglini *et al.*, 1995 ; Pla *et al.*, 1996) et de population locale algérienne (Lakabi *et al.* 2004). Le dimorphisme sexuel apparaît tardivement chez le lapin (Hernandez *et al.*, 2006).

I.3. La conduite expérimentale :

Sevrés à 35 jours d'âge, les lapins ont été logés dans des cages individuelles métalliques (44cm × 24cm × 31cm), équipées de mangeoires individuelles et de système d'abreuvement automatique avec tétines. La répartition des animaux a été réalisée d'une manière homogène, en respectant l'alternance entre les deux groupes expérimentaux.

L'aliment granulé est composé de maïs, de tourteau de soja, de luzerne, d'orge, de son, de calcaire, de phosphate bicalcique, sel et de CMV spécial lapin (Prémix). Afin d'éviter l'utilisation de l'aliment commercial vendu chez les différents fabricants et dont la composition chimique ne répond pas souvent aux besoins des animaux, nous avons formulé spécialement un aliment pour cet essai, sa composition chimique a été mesurée avant expérimentation au niveau du laboratoire d'analyses fourragères de l'Université de Miguel Hernandez (Espagne) et elle correspond aux besoins recommandés par Lebas 2004 pour le lapin en croissance (**tableau7**). Il est à signaler que le maïs et le tourteau de soja sont importés, par contre, la luzerne est produite ces dernières années localement. Aucun antibiotique ou probiotique n'a été utilisé dans l'aliment. Durant l'essai, les lapins ont été nourris *ad libitum*. L'eau de boisson a été distribuée à volonté.

Tableau 7 :La composition centésimale et chimique de l'aliment.

Ingrédients	%
Maïs	10
Orge	22
Son	14,5
Tourteau de Soja	12,5
Luzerne	39
Calcaire	0,4
Phosphate bi calcique	0,3
Sel	0,3
Premix*	1
Composition chimique	%
Matière sèche (%)	90,4
Protéines brutes (%MS)	16,1
Cellulose brute (%MS)	14,2

Matières grasses (%MS)	2,6
Cendres (%MS)	7,1
NDF (%MS)	34,1
ADF (%MS)	19
ADL (%MS)	4,2

*MS : Matière sèche ; NDF : Neutral Detergent Fiber ; ADF : Acid Detergent Fiber ; ADL : Acid Detergent Lignin.*1kg prémix : Méthionine (%) 10 ; Sodium (%) 9,9 ; Calcium (%) 20,3 ; Chlore (%) 15,3 ; Vit A (IU/kg) 1000000 ; Vit D3 (IU/kg)150000 ; Vit E (mg/kg)1000 ; Vit K3 (mg/kg)100 ; Vit B1 (mg/kg)100 ; Vit B2 (mg/kg)300 ; Vit B3(mg/kg) 2000 ; Vit B5 (mg/kg) 600 ; B6 (mg/kg)150 ; B9 (mg/kg) 20 ; Vit B12 (mcg)1000 ; Chlorure de choline (mg/kg) 25000 ; Fer (mg/kg) 5000 ; Manganèse (mg/kg) 7000 ; Cuivre (mg/kg) 1000 ; Zinc (mg/kg) 5000 ; Iode (mg/kg) 100 ; Sélénium (mg/kg) 25 ; Antioxydant (mg/kg) 41,6.*

I.4. Les paramètres mesurés :

- **Les performances de croissance :**

Durant la période de l'engraissement soit de 35 à 91 jours d'âge, des mesures hebdomadaires ont été effectuées sur le poids vif et la consommation alimentaire, tandis que le gain de poids et l'indice de consommation ont été calculés.

- **Rendement et caractéristiques de la carcasse :**

L'abattage a été réalisé à 92 jours d'âge sur 35 lapins de sexe confondu de chaque lot (SS ou PL), par saignée et sans mise à jeûne préalable. Le poids vif de chaque individu a été enregistré avant l'abattage. Les caractéristiques de la carcasse ont été mesurées conformément aux recommandations de Blasco et al (1993). Les mesures ont porté sur le poids de la peau, de la carcasse chaude (15 à 30 minutes après l'abattage), poids de la carcasse froide (après stockage 24 heures au frais), le poids du foie, le poids du gras périrénal et interscapulaire.

Les manchons ont été gardés conformément à la présentation de la carcasse sur le marché local algérien (Lounaouci, 2001). Après avoir pesé la carcasse froide, trois sections ont été réalisées, la première entre la 7^{ème} et la 8^{ème} vertèbre thoracique (l'avant de la carcasse), la deuxième entre la dernière vertèbre thoracique et la première vertèbre lombaire (la partie

intermédiaire ou le râble) et la dernière, entre la 6^{ème} et la 7^{ème} vertèbre lombaire (l'arrière de la carcasse).

Le pH musculaire a été mesuré 24h *post mortem* sur la carcasse froide, sur les muscles *Longissimus dorsi* et le *Biceps femoris* et en utilisant un pH mètre digital selon la méthode décrite par Pla *et al.* (1998).

Afin d'estimer le ratio muscle/os, le membre postérieur gauche (patte arrière) a été prélevé, puis cuit à l'étuve à 80°C pendant 2,5 heures, et le rapport entre le poids du muscle et le poids de l'os est calculé.

- **L'histométrie intestinale :**

Au total, 15 lapins de chaque lot ont été utilisés pour l'étude de l'histométrie intestinale. Les prélèvements ont été effectués au niveau de la partie moyenne des trois segments intestinaux (duodénum, jéjunum et iléon), en considérant que le duodénum, le jéjunum et l'iléon représentent respectivement 1/5, 3/5 et 1/5 de la longueur totale de l'intestin grêle (Gallois 2006). Les segments intestinaux prélevés ont été plongés rapidement dans une solution de fixation à base du formol tamponnée à 4% pendant 48 heures. Les coupes histologiques ont été réalisées selon la méthode décrite par Hould (1980). Sur chaque pièce histologique, 30 villosités ont été étudiées. Les mesures ont concerné la hauteur et la base des villosités intestinales (villosités orientées verticalement) à l'aide d'un microscope munie d'une caméra et d'un logiciel d'analyse d'images selon la méthode décrite par Hampson (1986).

- **La composition chimique de la viande :**

Les carcasses ont été divisées longitudinalement en deux parties égales. De chaque demi-carcasse droite, les muscles ont été prélevés, hachés et homogénéisés. L'analyse de la composition chimique corporelle (n = 15 de chaque groupe) a concerné la détermination de la matière sèche, les teneurs en protéines totales, en lipides totaux et en cendres, respectivement par la méthode de thermogravimétrie, la méthode de Kjeldahl ($N \times 6,25$), la méthode Soxhlet et enfin l'incinération, selon les indications de l'AOAC (1990).

Les paramètres biochimiques sanguins

A 92 jours d'âge, les prélèvements sanguins ont été effectués par ponction au niveau de la veine marginal (n=35 par groupe). Le sang a été recueilli dans des tubes héparinés puis centrifugé à 3000 tours/minute pendant 15 minutes. Le plasma ainsi obtenu a été conservé à -20°C jusqu'aux dosages ultérieurs afin de mesurer les teneurs plasmatiques en glucose, cholestérol, triglycérides, protéines totales, créatinine et urée. Pour l'ensemble des analyses, le principe est basé sur la colorimétrie mesurée à l'aide d'un spectrophotomètre.

I.5. L'analyse statistique :

Le traitement statistique des données est réalisé à l'aide du logiciel R (version 3.3.1). Les résultats sont présentés par la moyenne et l'écart-type. Ils sont soumis à une analyse de la variance à un seul facteur afin de déterminer l'effet du génotype des lapins sur l'ensemble des paramètres mesurés.

I. Résultats :

I.1. Evolution de l'effectif des lapins expérimentaux :

La mortalité enregistrée au cours de cet essai était faible. En effet, pour le groupe SS, nous avons noté la perte de 5 lapins, ce qui représente une mortalité globale de 8,33%. En revanche, le taux de mortalité globale enregistré dans le groupe PL est de 5% (soit 3 lapins). Dans les deux lots expérimentaux, la mortalité est observée au cours de la première semaine post sevrage. Les lapereaux morts ont présenté des troubles digestifs ayant comme signe extérieur la diarrhée.

I.2. Performances zootechniques de croissance :

Les performances de croissance des lapins PL et SS sont présentées dans le tableau 8. Au sevrage effectué à 35 jours d'âge, les lapins SS ont présenté un poids vif comparable à celui enregistré pour les lapins PL (565 vs 547g ; $p > 0,05$). Par contre, à la fin de la période d'engraissement (91J), les lapins SS ont montré un poids vif significativement plus élevé par rapport à celui des lapins PL (+7% ; $p < 0,05$). Par ailleurs, sur l'ensemble de la période d'engraissement, les lapins SS ont montré une vitesse de croissance significativement plus élevée comparée à celle enregistrée pour les lapins PL (+10% ; $p < 0,05$). Contrairement à l'ingéré alimentaire global qui était comparable entre les deux groupes expérimentaux (122 vs 114 ; $p > 0,05$), l'indice de conversion a varié significativement entre les lapins PL et SS. En effet, l'indice de conversion moyen, calculé pour l'ensemble de la période d'engraissement, a été significativement plus élevé pour les lapins PL comparé à celui calculé pour les lapins SS (4,29 vs 3,59 ; soit un écart de + 16% ; $p < 0,05$).

Tableau 8 : Les performances zootechniques de croissance chez les lapins PL et SS au cours de la période d'engraissement (moyenne \pm écart-type).

	Lot PL (n = 57)	Lot SS (n = 55)	p
Poids vif initial à 35 jours, g	565 \pm 34,74	547 \pm 26,33	NS
Poids vif final à 91 jours, g	2168 \pm 59,31	2334 \pm 44,74	*

Gain quotidien (35-91 jours), g/J	moyen	28,61 ± 3,31	31,90 ± 5,02	*
Ingéré quotidien (35-91 jours), g/J	moyen	122,92 ± 4,11	114,59 ± 2,89	NS
Indice de conversion (35-91 jours)		4,29 ± 0,61	3,59 ± 0,31	*

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$; NS : non significatif ($p > 0,05$)

I.3. Rendement et caractéristiques de la carcasse :

Les composantes du rendement à l'abattage et les caractéristiques de la carcasse sont présentées dans le tableau 9. Contrairement au poids de la peau qui n'a pas varié entre les deux groupes expérimentaux, le poids du tube digestif plein était significativement plus important pour les lapins PL (397 vs 354 ; $p < 0,05$). En revanche, les poids de la carcasse chaude et froide ont été significativement plus élevés pour les lapins SS (+14% en moyenne ; $p < 0,01$). Le poids du foie était de 70g pour les lapins PL et 84g pour les lapins SS. L'écart noté entre les deux groupes de lapins est significatif, en faveur des lapins SS (+16% ; $p < 0,05$). Par ailleurs, le rendement de la carcasse chaude, froide et le poids du gras interscapulaire ont été comparables entre les deux groupes de lapins. Toutefois, les lapins PL ont présenté un poids du gras périrénal significativement plus faible par rapport à celui enregistré sur les lapins SS (25 vs 29g ; soit un écart de -14% ; $p < 0,05$). En ce qui concerne le pH de la viande, quelque soit l'endroit de la mesure (*Longissimus dorsi* ou *Biceps femoris*), les lapins PL et SS ont présenté des valeurs du pH comparables ($p < 0,05$).

Le poids de la partie avant de la carcasse était significativement plus élevé pour les lapins SS (respectivement +16 % ; $p < 0,05$). Cependant, lorsque ce dernier paramètre a été rapporté au poids de la carcasse froide, l'écart qui existait entre les deux groupes de lapins, perd sa signification. Le poids de la partie intermédiaire de la carcasse a été significativement supérieur pour les lapins SS comparé à celui des lapins PL (275 vs 189 ; $p < 0,05$). En revanche, l'analyse statistique n'a montré aucune différence significative entre les lapins PL et SS pour le poids de la partie postérieure de la carcasse, le poids de la tête et le ratio muscle/os.

Tableau 9 : Le rendement à l'abattage et les caractéristiques de la carcasse pour les lapins PL et SS à 92 jours d'âge (moyenne ± écart-type).

	Lot PL (n = 35)	Lot SS (n = 35)	p
Degré de maturité, %	74%	68 %	
PA, g	2154 ± 24,45	2384 ± 33,02	*
PAS, g	2064 ± 32,41	2274 ± 24,12	**
PP, g	241 ± 21,03	257 ± 31,20	NS
PTD, g	397 ± 31,45	354 ± 26,33	*
PCC, g	1375 ± 67,47	1582 ± 51,08	**
PCF, g	1295 ± 53,33	1517 ± 43,04	**
PF, g	70 ± 7,05	84 ± 5,14	*
Rendement			
PCC/PA, %	62,47 ± 0,28	66,39 ± 0,33	NS
PCF/PA, %	60,15 ± 0,45	63,66 ± 0,41	NS
PGIS, g	7,45 ± 0,11	7,24 ± 0,09	NS
PGP, g	25,14 ± 2,41	29,02 ± 1,21	*
pH musculaire			
<i>Longissimus dorsi</i>	5,61 ± 0,31	5,65 ± 0,24	NS
<i>Biceps femoris</i>	5,87 ± 0,03	5,84 ± 0,07	NS
Découpe de la carcasse			
PT, g	175,74 ± 8,03	189,09 ± 11,32	NS
PAC, g	410,33 ± 22,03	489,41 ± 33,33	*
PAC/PCF, %	31,64 ± 1,05	32,21 ± 0,76	NS
PIC, g	189,12 ± 12,09	275,00 ± 15,42	*
PIC/PC, %	14,58 ± 0,89	18,11 ± 0,67	*
PPC, g	420 ± 18,03	474,08 ± 31,21	NS
PPC/PCF, %	32,41 ± 1,05	31,22 ± 0,89	NS
Ratio muscle/os	6,10 ± 0,85	6,53 ± 0,61	NS

PA : le poids vif à l'abattage ; *PAS* : le poids après saignée ; *PP* : le poids de la peau ; *PTD* : le poids du tube digestif plein ; *PCC* : le poids de la carcasse chaude ; *PCF* : le poids de la carcasse froide ; *PF* : le poids du foie ; *PCC/PA* : le rendement de la carcasse chaude ; *PCF/PA* : le rendement de la carcasse froide ; *PGIS* : le poids du gras interscapulaire ;

*PGP : le poids du gras périrénal ; PT : le poids de la tête ; PAC : le poids de la partie avant de la carcasse ; PAC/PCF : le poids de la partie avant de la carcasse sur le poids de la carcasse froide ; PIC : le poids de la partie intermédiaire de la carcasse ou le râble ; PIC/PC : le poids de la partie intermédiaire de la carcasse ou le râble sur le poids de la carcasse froide ; PPC : le poids de la partie postérieure de la carcasse ; PPC/PCF : le poids de la partie postérieure de la carcasse sur le poids de la carcasse froide. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$; NS : non significatif ($p > 0,05$).*

I.4. La composition chimique de la viande :

L'effet de l'origine génétique de l'animal n'a pas influencé significativement la teneur en matière minérale de la viande (Tableau 10). Cependant, les teneurs en matière sèche et en protéines totales ont été significativement plus importantes pour les lapins PL (respectivement +11% et +12% ; $p < 0,05$). Toutefois, les teneurs de la viande en lipides ont été significativement plus élevées pour les lapins SS (3,56 vs 1,95 % ; $p < 0,01$).

Tableau 10 : La composition chimique de la viande des lapins PL et SS
(moyenne \pm écart-type).

	Lot PL (n = 15)	Lot SS (n = 15)	p
Eau, %	66,60 \pm 2,41	70,40 \pm 3,02	*
Matière sèche, %	33,41 \pm 1,13	29,60 \pm 2,23	*
Protéines, %	22,00 \pm 0,09	19,28 \pm 1,02	*
Lipides, %	1,95 \pm 0,03	3,56 \pm 0,04	**
Cendres, %	1,80 \pm 1,13	1,75 \pm 1,13	NS

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$; NS : non significatif ($p > 0,05$)

I.5. L'histométrie intestinale :

Dans notre essai, à l'exception de la hauteur des villosités duodénales, l'analyse statistique n'a montré aucune différence significative entre les lapins PL et SS pour l'ensemble des paramètres mesurés sur les différentes portions du grêle (Tableau 11). En effet, le lot des lapins SS a présenté des villosités intestinales duodénales significativement plus hautes par rapport à celles du lot des lapins PL (1424 vs 1324 μm ; $p < 0,05$).

Tableau 11 : Histométrie intestinale chez les lapins PL et SS à l'âge de 92 jours (moyenne ± écart-type) (n = 15 lapins par groupe).

Paramètres	Duodénum			Jéjunum			Iléon		
	Lot	Lot	p	Lot	SS	P	Lot	Lot	p
(µm)	PL	SS		PL			PL	SS	
Hauteur	1324	1428		1132	1174		741	764	
	±	±	*	±	±	NS	±	±	NS
	62,22	89,12		71,25	57,17		11,41	14,33	
Largeur	152	164		157	142		142	137	
	±	±	NS	±	±	NS	±	±	NS
	8,02	11,06		12,07	9,74		7,85	10,03	
Ration	8,75	8,70		7,26	8,23		5,24	5,58	
	±	±	NS	±	±	NS	±	±	NS
hauteur/largeur	0,01	0,33		0,46	0,59		0,74	0,03	

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$; NS : non significatif ($p > 0,05$)

I.6. Paramètres biochimiques :

Les résultats de l'analyse des paramètres biochimiques sanguins pour les lapins PL et SS sont présentés dans le tableau 12. L'analyse statistique n'a révélé aucune différence significative entre les lapins PL et SS pour les teneurs plasmatiques en cholestérol, triglycérides, protéines totales, créatinine et urée. Par contre, la glycémie a été significativement plus élevée pour les lapins PL (8,22 vs 6,45 mmol/L ; $p < 0,05$).

Tableau 12: Paramètres biochimiques sanguins chez les lapins PL et SS (moyenne ± écart-type)

	Lot PL (n = 35)	Lot SS (n = 35)	p
Glucose, mmol/L	8,22 ± 1,02	6,45 ± 0,85	*
Cholestérol, mmol/L	1,87 ± 0,11	1,81 ± 0,20	NS
Triglycérides, mmol/L	1,54 ± 0,34	1,61 ± 0,42	NS
Protéines totales, g/L	59,6 ± 2,41	57,43 ± 3,33	NS
Créatinine, µmol/L	95,23 ± 2,33	91,42 ± 1,87	NS

Urée, mmol/L	12,33 ± 1,09	11,02 ± 1,45	NS
--------------	--------------	--------------	----

p<0,05 ; **p<0,01 ; *p<0,001 ; NS : non significatif (p>0,05)*

II. Discussion :

L'objectif de notre étude était de comparer les performances de croissance, le rendement et les caractéristiques de la carcasse, l'histométrie intestinale et quelques paramètres biochimiques sanguins entre les lapins PL et SS.

II.1. La mortalité au cours de l'engraissement :

L'état sanitaire général au cours de l'étude était de bon niveau, sachant qu'aucun traitement médicamenteux n'a été administré aux animaux. Ainsi, la mortalité au cours de la période d'engraissement était de 8,33 et de 5% respectivement pour les lapins SS et PL. Ces taux se rapprochent de ceux rapportés sur les lapins de population locale (Lakabi *et al.*, 2010 ; Benali *et al.*, 2011) et ceux notés sur des lapins de races étrangères (Eiben *et al.*, 2010). En revanche, ils sont nettement inférieurs comparés à ceux enregistrés par plusieurs auteurs sur les lapins de population locale algérienne (en moyenne 17%) (Lounaouci, 2001 ; Gacem *et al.*, 2009 ; Lakabi, 2010), sur les lapins de la souche ITELV 2006 (25%) (Gacem *et al.*, 2009) et sur des lapins de races étrangères sélectionnés pour différents critères (14%) (Rotolo *et al.*, 2014 ; Birolo *et al.*, 2016 ; Kosina *et al.*, 2017). Ces résultats seraient liés aux conditions d'hygiène rigoureuses appliquées dans le clapier, ainsi qu'à une qualité d'aliment meilleure (Jehl et Gidenne, 1996 ; Eiben *et al.*, 2011). La majorité des pertes est enregistrée pendant la période qui a suivi le sevrage. Les animaux perdus ont présenté, comme signe extérieur, des diarrhées probablement dues à des troubles digestifs inhérents au stress causé par le sevrage (séparation avec la mère et/ou le changement d'aliment). Des observations similaires ont été rapportées par plusieurs auteurs (Feugier *et al.*, 2005 ; Knudsen *et al.*, 2017). La restriction alimentaire a été proposée comme méthode efficace pour réduire l'incidence des troubles digestifs en post sevrage (Gidenne *et al.*, 2012).

II.2. Performances zootechniques de la croissance :

Le poids vif au sevrage des lapins expérimentaux était en moyenne de 556g. Il se rapproche de celui rapporté par Gacem *et al.* (2009) sur les lapins des mêmes génotypes et par Zerrouki *et al.* (2007) sur les lapins locaux et de souche blanche. Néanmoins, la moyenne de poids que nous avons enregistré reste inférieure à celles notées par lakabi (2010) et Chibah-Ait Bouzid (2016) sur les lapins de souche blanche (en moyenne 638g) et Sid *et al.* (2018) sur les lapins

de la souche ITELV 2006 et supérieure à celle enregistré par Lounaouci (2001) sur les lapins locaux.

Les lapins PL et SS ont présenté des poids vifs comparables, ce qui est en contradiction avec les résultats de Zerrouki *et al.* (2014), soulignant un écart de poids significatif en faveur des lapins locaux. Ces résultats montrent que le poids au sevrage n'a pas été amélioré pour les lapins de souche synthétique contrairement à la taille de la portée à la naissance (Gacem *et al.*, 2009 ; Belabbas *et al.*, 2016).

A 13 semaines d'âge, les lapins PL ont présenté un poids de 2168g. Ce poids est similaire à celui noté par Lakabi *et al.* (2004). Il est toutefois supérieur (+6%) à celui rapporté par Kadi *et al.* (2004) et Benali *et al.* (2010) et celui noté par Lounaouci (2001) (+21%). L'amélioration du poids vif notée dans notre étude serait liée d'une part, à l'utilisation des cages individuelles qui a abouti à l'élimination de la compétition entre les animaux (Martin, 1982), et d'autre part, à l'excellente qualité de l'aliment utilisé dans cette étude comparé à celui utilisé par ces derniers auteurs (pauvre en fibres et en protéines). Par ailleurs, nous avons enregistré un poids à l'abattage de 2334g pour les lapins SS. Nos résultats sont nettement supérieurs à ceux rapportés sur le lapin de souche blanche (Lakabi *et al.*, 2010 ; Benali *et al.*, 2010). Comparés aux poids des différentes souches synthétiques saoudiennes ou à la lignée Verde espagnole, les lapins SS montrent un poids faible (Al Dobaib, 2010). Un écart significatif de +7% en faveur des lapins SS a été noté. De tels résultats montrent l'intérêt du croisement et de la sélection dans l'amélioration des performances des animaux. Ces résultats sont en accord avec ceux rapportés par différents auteurs qui ont signalé un écart entre les poids vifs des lapins sélectionnés comparés à ceux des lapins non sélectionnés (Orengo *et al.*, 2004 ; Metzger *et al.*, 2006). Cet écart serait de l'ordre de 6 % selon Ouhayoun et Cheriet (1983).

Sur l'ensemble de la période d'engraissement, la vitesse de croissance moyenne atteinte par les lapins PL (28,61 g/J) était proche de celle rapportée par Benali *et al.* (2010) sur des lapins de même origine génétique. Elle est cependant, supérieure à celle des lapins de population locale algérienne (Kadi *et al.*, 2004) ou égyptienne (Khalil, 2002). Les lapins SS ont montré une vitesse de croissance (31,9 g/J) relativement faible comparée à celle des lapins de souche Hyla (-19%) (Kosina *et al.*, 2017), des lapins néozélandais (-9%) (Eiben *et al.*, 2010) et des lapins de la lignée Verde espagnole (-16%) (Al Dobaib, 2010). En revanche, la vitesse de croissance enregistrée dans cette étude est supérieure à celle mesurée sur des lapins de souche

blanche (Zerrouki *et al.*, 2008) ou de même origine génétique (Gacem *et al.*, 2009). L'utilisation des batteries à cages individuelles ainsi qu'une alimentation de bonne qualité a permis aux animaux d'exprimer leur potentiel génétique de croissance. Un écart significatif d'environ 10% a été noté en faveur des lapins SS montrant l'intérêt du croisement entre les différentes races et souches de lapins dans l'amélioration des performances.

L'ingéré alimentaire quotidien moyen était comparable entre les lapins PL et SS. Il est équivalent à celui mentionné par plusieurs auteurs sur le lapin de population locale ou de souche blanche (Lakabi 2004 ; Benali *et al.*, 2010 ; Mefti, 2011). Il est également similaire à celui mesuré par Al Dobaib (2010) sur différentes souches synthétiques saoudiennes ou pour la lignée Verde espagnole.

L'indice de conversion moyen était de 4,29 pour les lapins PL. Il se rapproche de celui mesuré par Berchiche *et al.* (1999) sur des lapins de même population. Par ailleurs, les lapins SS ont présenté un indice de conversion (3,59) similaire à celui noté sur les lapins de souche blanche (Benali *et al.*, 2010) ou les lapins de différentes races et lignées françaises ou espagnoles (Gidenne *et al.*, 2017). Bien que l'ingéré alimentaire des animaux soit similaire, il n'en est pas de même pour l'indice de conversion. Les lapins SS ont présenté un meilleur indice de conversion comparé à celui des lapins PL, ce qui reflète une meilleure efficacité de transformation alimentaire pour les lapins SS.

II.3. Caractéristiques de la carcasse, pH de la viande et les composantes du rendement :

Le degré de maturité, des lapins utilisés dans cette expérimentation, est estimé sur la base d'un poids adulte de 2900g pour les lapins PL (74%) (Lounaouci, 2001) et 3500 g (68%) pour les lapins SS (Lebas *et al.*, 2010). Les valeurs obtenues dans cette étude pour le lapin PL sont supérieures à celles énoncées dans la littérature par plusieurs auteurs (Lounaouci, 2001 ; Lakabi, 2010 ; Benali *et al.*, 2010). Un degré de maturité élevé chez les lapins PL serait lié en grande partie à l'excellente qualité de l'aliment et à l'utilisation des cages individuelles qui élimine la compétition entre les animaux pour l'accès à la mangeoire et améliore par conséquent, la croissance. Par contre, les lapins SS ont présenté un degré de maturité comparable à celui noté par Ouhayoun (1989) pour le lapin Géant blanc de Bouscat, la souche INRA1012 et INRA 1077. Pour les deux génotypes, le degré de maturité reste élevé comparé

à la norme recommandée par Ouhayoun (1989) (55% du poids adulte). Cela signifie que l'abattage des lapins PL et SS pourraient être effectué avant 13 semaines d'âge, mais dans ce cas, les carcasses sont légères pour être commercialisées.

Les poids des tubes digestifs pleins étaient de 354g pour les lapins SS et 397g pour les lapins PL, ce qui représente respectivement une proportion de 15 et 18% par rapport au poids vif. Les valeurs que nous avons enregistré se rapprochent de celles notées par plusieurs auteurs sur les lapins de population locale ou de la souche blanche (Lounaouci, 2001 ; Moulla, 2006 ; Benali *et al.*, 2010 ; Lakabi, 2010). Les lapins PL ont présenté un poids du tube digestif plein supérieur à celui des lapins SS. Un poids élevé du tube digestif serait lié à l'augmentation de l'ingestion alimentaire quotidienne (Feki *et al.*, 1996 ; Ramon *et al.*, 1996). Dans cette étude, nous avons noté un écart de 7% pour la consommation alimentaire quotidienne en faveur des lapins PL, cependant, il n'est pas significatif.

Le poids du foie était significativement plus élevé chez les lapins SS (+16%). La variation du poids du tissu hépatique entre les races et les lignées a été déjà signalée dans la littérature (Pla *et al.*, 1998 ; Piles *et al.*, 2004 ; Pascual *et al.*, 2007), et elle serait liée selon Hernandez et al (2004), à une différence dans le degré de maturité. En effet, ces auteurs ont souligné que les animaux les moins matures, présentent le poids des viscères les plus élevés. De tels constatations sont en contradiction avec les résultats de plusieurs auteurs (Deltoro et Lopez, 1984; Pascual et Pla, 2007) qui ont montré, que quel soit le degré de maturité de l'animal au moment de l'abattage, des poids similaires du foie devraient être retrouvés, lié au fait qu'il soit un organe à croissance isométrique (Cantier *et al.*, 1969 ; Deltoro et Lopez 1984 ; Jouve *et al.*, 1986). Par ailleurs, selon Sachez *et al.* (2004), le poids du tissu hépatique augmente en fonction de l'ingestion alimentaire (une réserve de glycogène). Dans notre étude, aucune différence significative n'a été notée entre le groupe SS et PL pour l'ingestion alimentaire.

A l'âge de 13 semaines, le rendement moyen en carcasse froide des lapins PL et SS est similaire (62% en moyenne). Il se rapproche de celui indiqué par Benali *et al.* (2010) sur le lapin de population locale et de souche blanche (63%). Il est cependant, inférieur à celui noté par Lakabi *et al.* (2010) sur ces deux derniers génotypes (67% en moyenne). En comparaison avec différentes races et lignées étrangères de lapin, nos résultats sont supérieurs à ceux rapportés par plusieurs auteurs (Dairo *et al.*, 2005 ; Sobay, 2008 ; Travel *et al.*, 2011). Ces résultats pourraient être liés à l'effet positif de l'abattage tardif des animaux, tel que pratiqué

dans cette expérimentation, ce qui diminuerait la proportion du tube digestif et améliore par conséquent, le rendement à l'abattage (Ouhayoun, 1990 ; Blasco, 1992).

Le rendement obtenu dans cette étude s'avère d'un niveau acceptable en comparaison avec la valeur prévisionnelle pour le lapin standard de format moyen (50 à 60%) (Ouhayoun, 1989). Il est à signaler que le rendement en carcasse varie en fonction du génotype de l'animal (Maj *et al.*, 2009), l'alimentation (Cardinali *et al.*, 2015) et le poids vif à l'abattage (Safwat *et al.*, 2015). Aussi, il est difficile de comparer les résultats de la littérature lié aux différentes définitions du rendement en carcasse. En Europe, la tête et les extrémités des membres font partie de la carcasse, ce qui augmente le rendement (60%) comparé aux USA, où ces derniers sont enlevés (50%) (Shaahu *et al.*, 2014).

Les lapins PL et SS ont présenté une adiposité faible comparée à l'optimum (3%) pour le lapin hybride standard (Ouhayoun, 1990) et de souche hyplus (Combes *et al.*, 2005). Contrairement au poids du gras interscapulaire, le poids du gras périrénal a varié significativement entre les deux groupes de lapins (+14% en faveur des lapins SS). Une importante adiposité chez les lapins SS serait liée d'une part à leur poids élevé (Deltro et Lopez, 1985) et d'autre part, à l'effet de la sélection (Hernandez *et al.*, 2004 ; Larzul *et al.*, 2005). En effet, ces derniers auteurs ont indiqué que les lapins sélectionnés pour la vitesse de croissance ont généralement une adiposité élevée. L'augmentation de l'adiposité comme conséquence de la sélection a été également rapportée chez le poulet (Crawford 1990). Il est à noter que le pourcentage du gras dissécable est faible chez le lapin (Pla *et al.*, 1996 ; Hernandez et al 2006). De ce fait, il n'est pas utilisé comme un critère dans l'évaluation de la qualité de la carcasse. D'autres paramètres semblent plus intéressants à l'exemple du pourcentage de viande dans la carcasse et le rapport muscle/os (Lukefahr et Ozimba, 1991 ; Lambertini *et al.*, 1996).

Des travaux antérieurs se sont intéressés à l'étude du pH de la viande chez le lapin (Ouhayoun et Delmas, 1988 ; Blasco et Piles, 1990 ; Xicatto *et al.*, 1994). En effet, le pH est un important indicateur de la qualité de la viande, il influence plusieurs paramètres eux-mêmes utilisés dans l'évaluation de la qualité de la viande (la capacité de rétention d'eau, la couleur et la tendreté de la viande) (Hulot et Ouhayoun, 1999 ; Huff-Lonergan et Lonergan, 2005 ; Alagón *et al.*, 2015). Dans nos conditions expérimentales, le pH musculaire était respectivement de 5,63 et 5,85 en moyenne pour les muscles *Longissimus dorsi* et *Biceps*

femoris. Les valeurs enregistrées dans cette étude se rapprochent de celles notées par plusieurs auteurs sur les mêmes muscles (Pla *et al.*, 1998 ; Piles *et al.*, 2000 ; Peirett *et al.*, 2013 ; Lebas 2015). Le pH mesuré sur le muscle *Biceps femoris* était, cependant, plus élevé comparé à celui du muscle *Longissimus dorsi*. De tels résultats sont aussi rapportés par certains auteurs et pourraient être liés à une importante activité oxydative du muscle *Biceps femoris* (Ouhayoun et Delmas, 1988 ; Pla *et al.*, 1998). Quelque soit l'endroit de la mesure du pH, l'analyse statistique n'a montré aucune différence significative entre les deux types génétiques de lapins. Nos résultats ne corroborent pas avec ceux de Pla et al (1998) soulignant une variation dans le pH musculaire entre les lapins de différents types génétiques. Cependant, en étudiant des lapins d'origines génétiques différentes, d'autres études, n'ont montré aucune différence pour le pH musculaire, lorsque celui-ci, est comparé entre les animaux de même degré de maturité (Piles *et al.*, 2000 ; Larzul *et al.*, 2005) ou de même âge (Hernandez *et al.*, 2004).

Les proportions des différentes parties de la carcasse sont semblables à celles obtenues chez le lapin de population locale (Nezzar, 2007) et les lapins de souche Hyplus PS 39 X INRA 0067 (Combes *et al.*, 2005). A l'exception de la proportion du râble, nous n'avons noté aucune différence significative entre les deux lots expérimentaux pour la proportion de la partie avant et arrière de la carcasse. Nos résultats sont en accord avec ceux de Cardinali *et al.* (2015) soulignant l'absence de l'effet génotype sur les proportions des différentes parties de la carcasse.

Chez le lapin, le rapport du poids de muscle sur le poids de l'os mesuré sur une cuisse est le meilleur estimateur pour la proportion totale de muscle dans la carcasse (Hernandez et al 1996). Dans cet essai, le ratio muscle/os était de 6,31 en moyenne chez les lapins PL et SS. Il se rapproche de celui enregistré par Moumen *et al.* (2016) sur le lapin de population locale (6,7), et par Lounouci *et al.* (2012) sur les lapins de souche blanche (7,51). Il se situe dans l'intervalle des rapports relevés sur des lapins hybrides de format moyen, utilisés dans les élevages rationnels en Europe (5,3 à 6,47) (Ouhayoun, 1989 ; 1990). Il est toutefois supérieur à celui rapporté par Nezzar (2007) sur le lapin de population locale. Une différence dans le ratio muscle/os pourrait être liée à une différence dans le degré de maturité des animaux (Larzul et Gondret, 2005).

II.4. La qualité de la viande :

En ce qui concerne la composition chimique de la viande, les valeurs enregistrées dans cette étude sont proches de celles retrouvées dans la littérature, et ce pour tous les paramètres mesurés (Pascual *et al.*, 2007 ; Al Dobaib, 2010 ; Abeid *et al.*, 2013). A l'exception des teneurs en matières minérales, l'ensemble des paramètres mesurés, ont varié significativement entre les deux groupes expérimentaux. Le pourcentage d'eau a été significativement plus élevé pour les lapins SS. Des résultats similaires sont rapportés par plusieurs auteurs, soulignant une variation dans le pourcentage d'eau de la viande en fonction du génotype du lapin (Gondret *et al.*, 2005 ; Gasperlin *et al.*, 2006 ; Pascual et Pla, 2007). Comparée à la viande des lapins PL, celle des lapins SS, montre des teneurs faibles en protéines (-12%) et élevées en lipides (+45%). Nos résultats corroborent avec ceux de la littérature montrant l'excellente qualité nutritive de la viande des lapins de population locale (faible en lipides et riche en protéines) comparée à celle des lapins hybrides ou de différentes lignées sélectionnés pour la vitesse de croissance (Combes et Dalle Zotte, 2005 ; Dalle Zotte *et al.*, 2009). Aussi, des teneurs élevées en lipides notées chez les lapins SS pourraient être liées à leur poids élevé à l'abattage (Dalle Zotte *et al.*, 1996).

II.5. Morphométrie des villosités intestinales :

Dans les conditions de ce travail, les villosités intestinales des trois portions de l'intestin grêle (duodénum, jéjunum et iléon), ont présenté une hauteur, une longueur ainsi qu'un ratio hauteur/longueur similaires à ceux notés par Benali *et al.* (2011) sur deux populations de lapins d'origine génétique différente. Des villosités intestinales bien développées est un indicateur d'un bon état sanitaire des animaux. Par contre, des villosités intestinales courtes et effacées révèlent un mauvais état sanitaire (Licois *et al.*, 2006 ; Dewrée *et al.*, 2007). Les paramètres de morphométrie des villosités intestinales mesurés sont supérieurs dans le duodénum, inférieurs dans l'iléon et intermédiaires dans le jéjunum, ce qui est en accord avec les résultats de Gallois (2006). Concernant l'effet de l'origine génétique du lapin sur l'histométrie intestinale, à l'exception de la hauteur des villosités intestinales duodénales (+7% pour les lapins SS), les trois portions du grêle ont présenté des dimensions de villosités intestinales comparables entre les lapins SS et PL. Une meilleure hauteur des villosités intestinales duodénales pourrait améliorer le processus de digestion et d'absorption chez les lapins SS.

II.6. L'étude du profil métabolique des lapins :

Enfin, afin d'évaluer le profil métabolique des animaux, des dosages de différents paramètres biochimiques sanguins ont été effectués. Les concentrations plasmatiques mesurées dans nos conditions expérimentales, se trouvent en majorité dans la plage des normes indiquées chez le lapin de laboratoire (Hewitt *et al.*, 1989 ; Özkan *et al.*, 2012). A l'exception de la glycémie qui a été significativement plus élevée pour les lapins PL (+22%), le profil métabolique des lapins PL et SS a été comparable. Des teneurs plasmatiques élevées en glucose pourraient être liées d'une part, à une ingestion alimentaire légèrement supérieure chez les lapins PL comparée à celle des lapins SS, et d'autre part, aux différentes variations liées au stress (Melillo, 2007 ; Jenkins, 2008).

III. Conclusion :

Ce travail a permis de confirmer l'intérêt de la création des souches synthétiques dans les pays à climat chaud pour améliorer les performances des élevages cunicoles.

Pour conclure, cette étude a mis en évidence, chez les lapins SS, une nette amélioration du poids vif à l'abattage et une meilleure efficacité de transformation alimentaire par rapport aux lapins PL.

Il semblerait nécessaire de comparer la digestibilité entre ces deux types génétiques afin d'élucider l'origine de cette variation.

Par ailleurs, le poids de la carcasse a été également amélioré chez les lapins SS.

Toutefois, le rendement en carcasse était similaire entre les deux groupes de lapins. Cette étude a mis également en évidence l'excellente qualité nutritionnelle de la viande du lapin PL (riche en protéines et pauvre en graisse), constituant une viande idéale pour la prévention de l'obésité, l'hypertension et les maladies cardiovasculaires.