

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement supérieur et de la recherche Scientifique
Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou

Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques
Département de Biologie Animale et Végétale



THESE
Présentée pour obtenir

Le diplôme de Doctorat en Biologie

Option : Biologie Animale

THEME

Production de viande de lapin :
Essais dans les conditions de production algériennes

Soutenue par LAKABI née IOUALITENE Djamila

Devant le jury composé de:

MATI Abderahmane	Professeur	UMMTO	Président
BERCHICHE Mokrane	Professeur	UMMTO	Rapporteur
KAIDI Rachid	Professeur	Université Blida	Examineur
AIN BAAZIZ Hacina	Maitre de Conférences	ENV El Harrach	Examinatrice
DJENANE Djamel	Maitre de Conférences	UMMTO	Examineur
LEBAS François	Directeur de Recherche	INRA Toulouse	Invité

Aux miens qui me sont très chers,
Merci pour votre soutien de toujours

REMERCIEMENTS

Avant de présenter les résultats obtenus dans ce travail, mes plus vifs remerciements vont au Professeur Berchiche Mokrane, Enseignant-chercheur au laboratoire de physiologie et nutrition animale de l'unité de recherche de l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, pour m'avoir encadrée et conseillée tout au long de la concrétisation de cette thèse. Qu'il trouve ici l'expression de ma profonde gratitude.

Je remercie aussi, vivement, Professeur Mati Abderahmane, directeur de laboratoire LABAB et Enseignant-chercheur à l'Université Mouloud Mammeri, pour sa précieuse aide, et pour avoir accepté de présider le jury de soutenance de cette thèse.

Qu'il me soit également permis de remercier vivement Professeur Kaidi Rachid, Enseignant-chercheur à l'université de Blida, en nous faisant l'honneur d'apprécier ce travail en participant au jury.

Qu'il me soit également permis de remercier vivement Mme Ain Baaziz Hacina, Maitre de conférences à l'ENSV d'El Harrach, en nous faisant l'honneur d'apprécier ce travail en participant au jury.

Qu'il me soit également permis de remercier vivement Mr Djenane Djamel, Maitre de conférences à l'université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, en nous faisant l'honneur d'apprécier ce travail en participant au jury.

Je ne saurais finir sans évoquer la précieuse collaboration de Mme Laurence Fortun-Lamothe, Directrice de recherche à l'INRA de Toulouse et de Mr François Lebas, Directeur de la revue en ligne, *cuniculture magazine*, qu'ils trouvent à travers ces mots toute ma profonde gratitude et ma reconnaissance.

Je n'oublierai pas d'exprimer également mes sincères remerciements à M^{me} Cherfaoui D. M^{elles} Lamraoui F., Rennifi D., Bouala T., Touat K., et Mrs Sadi F., Ben Hammouche T., Mahour S., Ait Kaci M. et Mansour M., pour avoir participé à la réalisation de ce travail.

Je termine par de sincères remerciements aux amis de toujours, Mme Lounaouci Ghania, Mme Aigoun Safia.

A tous ceux, qui ont contribué de près ou de loin à ce travail, un grand merci

S O M M A I R E

Liste des Tableaux	
Liste des Figures	
Introduction	1
1- La cuniculture	4
1.1- Origine du lapin	4
1.2- Domestication	5
1.2.1- Passage de l'animal sauvage élevé en enclos au lapin domestique	5
1.2.2- De la basse-cour à l'élevage rationnel	5
1.3- Elevage de lapin	6
1.3.1- Cuniculture traditionnelle	7
1.3.2- Cuniculture intermédiaire	9
1.3.3- Cuniculture professionnelle	9
1.3.4- Cuniculture des pays d'Afrique du Nord	10
1.4 - Production totale	12
2- Croissance et qualité de la viande de lapin	14
2.1- Croissance postnatale du lapin	14
2.1.1 - Croissance pondérale globale	14
2.1.2.- Croissance relative et Coefficient d'allométrie	15
2.2- Abattage et viande du lapin	18
2.2.1- Technologie d'abattage et rendement	18
2.2.2- Caractéristiques d'une carcasse	19
2.3- Viande de lapin et composition chimique	20
2.3.1- Protéines	21
2.3.2- Lipides	22
2.3.3- Composition en minéraux et vitamines	24
2.3.4- Caractéristiques physico-chimiques, technologiques et organoleptiques de la viande du lapin	24

3- Facteurs de variation de la croissance, du rendement à l'abattage et de la qualité et de la viande	26
3.1- Facteurs de variation liés à l'animal (intrinsèques)	26
3.1.1- Type génétique	26
3.1.2- Âge	28
3.1.3-Sexe	30
3.2- Facteurs extrinsèques	30
3.2.1- Facteurs alimentaires	30
3.2.1.1- Effet du niveau d'alimentation	32
3.2.1.2- Equilibre des protéines	33
3.2.1.3- Ratio protéines/énergie	35
3.2.1.4- Effet de la teneur en fibres de l'aliment	36
3.2.1.5- Nature des lipides alimentaires	39
3.2.2- Facteurs environnementaux	39
3.2.2.1- Saison et température	39
3.2.2.2- Logement et équipement	40
Chapitre 1: Matériel et Méthodes	46
1.1- Lieu d'expérimentation	46
1.1.1 - Cages	46
1.2- Les animaux	49
1.2.1- Origine des animaux expérimentaux	49
1.2.2- Méthode de constitution des lots	51
1.3 - Les aliments expérimentaux	52
1.4 – Expérimentation et déroulement des essais	53
1.5- Croissance et qualité de la viande	56
1.5.1- Evaluation des Performances de croissance	56
1.5.1.1- Croissance, Consommation, Indice de consommation	56
1.5.1.2- Quantité ingérée de nutriments, efficacité alimentaire	57
1.5.2 – Qualité des carcasses	57
1.5.3 – Analyse anatomique	58
1.6- Etude de la digestibilité	58
1.7- Méthodes d'analyse physico-chimique	60
1.8- Méthode d'Analyse statistique	61

Chapitre 2 : Caractérisation du lapin d'une population locale : effet de l'âge et du sexe sur les performances de croissance et le rendement à l'abattage.

2.1- Objectifs	62
2.2- Résultats	62
2.2.1- Etat sanitaire des animaux pendant l'engraissement	62
2.2.2- Caractéristiques nutritionnelles de l'aliment expérimental	63
2.2.3- Effet de l'âge	63
2.2.3.1- Performances de croissance et de consommation	63
2.2.3.2- Rendement à l'abattage et qualité de la carcasse	66
2.2.4- Effet du sexe sur les paramètres de croissance, le rendement à l'abattage et la qualité de la carcasse	68
2.2.4.1- Performances de croissance	68
2.2.4.2- Rendement à l'abattage et qualité de la carcasse	71

Chapitre 3 : Effet de l'origine génétique des lapins sur les performances de croissance et d'abattage

3.1- Objectifs	73
3.2 - Résultats	73
3.2.1- Performances de croissance	73
3.2.2- Consommation	75
3.2.3- Rendement à l'abattage et qualité de la carcasse	75

Chapitre 4 : Effet de la saison sur les performances de croissance et du rendement à l'abattage des lapins de population locale

4.1- Objectifs	77
4.2 - Résultats	77
4.2.1- Etat sanitaire des animaux pendant l'engraissement	77
4.2.2- Performances de croissance	78
4.2.3- Rendement à l'abattage et qualité de la carcasse	81

Chapitre 5 : Valorisation des sous produits de meunerie dans les aliments pour lapereaux

5.1- Objectifs	83
5.2- Résultats	84
5.2.1- Etat sanitaire des animaux pendant l'engraissement	84

5.2.2- Caractéristiques nutritionnelles des aliments expérimentaux	84
5.2.3- Performances de croissance	86
5.2.4- Ingestion de nutriments et efficacité alimentaire	89
5.2.5- Rendement à l'abattage et qualité de la carcasse	90
Chapitre 6 : Valorisation de sources de fibres locales dans l'alimentation des lapereaux en croissance	
6.1- Objectifs	92
6.2- Résultats	92
6.2.1- État sanitaire des animaux pendant l'engraissement	92
6.2.2- Caractéristiques nutritionnelles des aliments expérimentaux	92
6.2.3- Performances de croissance	94
6.2.4- Rendement à l'abattage et qualité de la carcasse	98
Chapitre 7 : Discussion	
7.1- Facteurs intrinsèques : l'âge, le sexe et l'origine génétique de l'animal	101
7.1.1- Influence de l'âge	101
7.1.2- Influence du sexe	105
7.1.3- Influence de l'origine génétique	107
7.2- Facteurs extrinsèques :	109
7.2.1- Influence de la composition de l'aliment	109
7.2.1.1- Digestibilité des régimes	110
7.2.1.2- Etat sanitaire des animaux pendant l'engraissement	113
7.2.1.3- Performances de croissance	113
7.2.1.4- Efficacité alimentaire	116
7.2.1.5- Rendement à l'abattage et qualité de la carcasse	117
7.2.1.6- Estimation du coût de production des aliments expérimentaux	119
7.2.2- Influence de la température	120
7.2.2.1- Performances de croissance	120
7.2.2.2- Rendement à l'abattage et qualités de la carcasse	121
7.3- Discussion générale	122
Conclusion générale et perspectives	125
Références bibliographiques	126

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Pourcentage de la production de viande de lapin selon le type de cuniculture et le nombre de femelles (Colin et Lebas, 1996)	8
Tableau 2 : Performances des élevages cunicoles professionnels en conduite en bande en 2006 (Lebas 2007)	10
Tableau 3 : Production de viande de lapin (Tonnes) (Anonyme 2008)	13
Tableau 4 : Gradient de précocité des principaux tissus et organes. Valeurs des coefficients d'allométrie (période 9-182 jours : Cantier et al., 1969)	16
Tableau 5 : Coefficient d'allométrie des principaux organes et tissus, et poids corporels critiques (d'après Cantier et al. 1969)	18
Tableau 6 : Apports nutritionnels conseillés (ANC 2001) et composition chimique de la viande de lapin pour 100 g de fraction comestible fraîche	21
Tableau 7: Composition en acides aminés essentiels de différentes viandes (g/100g de fraction comestibles Salvini et al. 1998)	22
Tableau 8: Teneur en acide gras (% des AG totaux) de la viande de certaines espèces et ANC (2001) (Synthétisé de Dalle Zotte, 2004)	23
Tableau 9 : Vitesse de croissance de lapins de différentes races (Leplege, 1969)	26
Tableau 10 : Caractéristiques de lapins âgé de 11 semaines issus de femelles hybrides (INRA 1067) et de mâles de races différant par le poids adulte (Ouhayoun, 1989)	27
Tableau 11: Composition corporelle de lapereaux de format adulte différent, au même degré de maturité (Ouhayoun, 1980)	28
Tableau 12 : Poids vif et caractéristiques bouchères des lapins en fonction de l'âge et de la souche (Lebas et al., 2001)	29
Tableau 13 : Evolution avec l'âge des caractéristiques bouchères des lapins (Combes et al., 2000)	29
Tableau 14 : Effet du poids et de l'âge à l'abattage sur les caractéristiques de la carcasse (Roiron et al., 1992)	30
Tableau 15 : Effet de la forme de présentation de l'aliment sur les performances de croissance des lapereaux (Maertens et Villamides, 1998)	31
Tableau 16 : Recommandations pour la composition d'aliments destinés à des lapins en production intensive (Lebas, 2004 _a)	38
Tableau 17: Influence d'un excès d'énergie par rapport au taux protéique sur les caractéristiques bouchères	36
Tableau 18: Influence de la température sur les performances zootechniques	40

Tableau 19 : Synthèse des conditions d'élevage et des performances obtenues dans différentes études (Lebas, 2001)	42
Tableau 20 : Effectif des lapins mis dans chaque essai	51
Tableau 21 : Composition centésimale des aliments expérimentaux	53
Tableau 22 : Températures à l'intérieur de la cellule d'engraissement pendant	54
Tableau 23 : Composition de l'aliment expérimental	63
Tableau 24 : Evolution des performances de croissance et de consommation	66
Tableau 25: Rendement à l'abattage et qualité de la carcasse	67
Tableau 26 : Performance de croissance et de consommation des femelles et des mâles en fonction de l'âge	70
Tableau 27 : Rendement à l'abattage et qualité de la carcasse en fonction du sexe et de l'âge	72
Tableau 28 : Rendement à l'abattage et qualité de la carcasse	76
Tableau 29: Evolution des gains moyens quotidiens	79
Tableau 30 : Evolution de la consommation selon la saison	80
Tableau 31 : Effet de la température sur les paramètres du rendement à l'abattage	82
Tableau 32 : Composition des aliments expérimentaux	85
Tableau 33 : Coefficient d'utilisation digestive (CUDA) des aliments expérimentaux	86
Tableau 34 : Evolution des consommations moyennes quotidiennes (g/j en fonction de l'âge (semaines)	87
Tableau 35: Evolution de la vitesse de croissance (GMQ en g/j) en fonction de l'âge	88
Tableau 36 : Efficacité alimentaire des aliments expérimentaux	90
Tableau 37: Performances d'abattage des lapins	
91	
Tableau 38 : Caractéristiques nutritionnelles des aliments	93
Tableau 39 : Coefficients d'utilisation digestive (CUDA en %) des aliments	94
Tableau 40 : Évolution de la consommation moyenne quotidienne (g/j) en fonction de l'âge (semaines)	95
Tableau 41 : Évolution des gains moyens quotidiens (g/j) en fonction de l'âge	97
Tableau 42 : Efficacité alimentaire des aliments expérimentaux	98
Tableau 43 : Rendement à l'abattage et qualité de la carcasse	100
Tableau 44 : Ingestion de Nutriment et efficacité alimentaire	117
Tableau 45: Gain pondéraux, indice de consommation (I.C.) et Prix de revient au kilo de lapin vif	119

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Ordre des Lagomorphes (Lebas, 2008)	4
Figure 2 : Model conceptuel général d'un système d'élevage cunicole (Feugier, 2006)	7
Figure 3 : Paramètres de la croissance pondérale globale	15
Figure 4 : Rendement en viande d'un lapin de 2.3 kg (Ouhayoun, 1990)	20
Figure 5 : Influence de l'alimentation sur la qualité des carcasses et de la viande (Ouhayoun, 1990)	33
Figure 6: l'influence des différents facteurs de variation sur le rendement à l'abattage	43
Figure 7 : Batterie de cages d'engraissement disposées en flat-deck	47
Figure 8 : Détail d'une cage d'engraissement	47
Figure 9 : Batterie de cages à digestibilité	48
Figure 10 : Cage de digestibilité	48
Figure 11 : Lapin d'origine locale	50
Figure 12 : Lapin d'origine Hybride	50
Figure 13 : Lapin hybride d'un élevage d'un particulier	51
Figure 14 : Aliments expérimentaux	52
Figure 15 : Détermination de la matière sèche (Perez et al., 1994)	59
Figure 16 : Evolution des poids vifs en fonction de l'âge	64
Figure 17: Evolution des consommations moyennes quotidiennes en fonction de l'âge	64
Figure 18: Evolution des gains moyens quotidiens en fonction de l'âge	65
Figure 19 : Evolution des poids vifs en fonction de l'âge	68
Figure 20 : Evolution des gains moyens quotidiens selon le sexe	69
Figure 21 : Evolution des consommations moyennes quotidiennes selon le sexe	69
Figure 22 : Evolution des poids vifs entre la naissance et l'âge de 12 semaines des lapins d'origine locale et hybride	74
Figure 23 : Evolution des gains moyens quotidiens entre la naissance et l'âge de 12 semaines des lapins d'origine locale et hybride	74
Figure 24 : Evolution des consommations moyennes quotidiennes des lapins d'origine locale et hybride	75
Figure 25 : Evolution des poids vifs en fonction de la saison chaude et froide	78
Figure 26 : Evolution des gains moyens quotidiens pendant la saison chaude et froide en fonction de l'âge	79

Figure 27 : Evolution des consommations moyennes selon la saison chaude et froide en fonction de l'âge	80
Figure 28 : Evolution des consommations alimentaires en fonction de l'âge dans les essais 4 et 5	87
Figure 29 : Evolution des poids vifs en fonction de l'âge	88
Figure 30 : Evolution de la vitesse de croissance en fonction de l'âge	89
Figure 31 : Evolution de la consommation en fonction de l'âge	95
Figure 32 : Evolution des poids vifs en fonction de l'âge	96
Figure 33 : Evolution de la vitesse de croissance en fonction de l'âge	96
Figure 34 : Digestibilité des aliments expérimentaux utilisés dans les essais 4 et 5	111
Figure 35 : Evolution de la consommation en fonction de l'âge dans les essais 4 et 5	114
Figure 36 : Evolution des poids vifs en fonction de l'âge dans les essais 4 et 5	115

Introduction :

Les structures de l'élevage en Algérie s'inscrivent dans un espace caractérisé, à la fois, par l'aridité du climat, l'exiguïté de la superficie agricole utile (0.27ha/habitant) et le morcèlement des terres et des exploitations agricoles (Ferrah, 2007).

L'élevage algérien se caractérise par des pratiques et des systèmes de production extensifs, des cultures fourragères peu développées et l'utilisation d'un matériel biologique local (Bovins, Ovins, Caprins, Camelins, apiculture et Cuniculture). Il convient, cependant, de relever le caractère exceptionnel de l'aviculture qui se pratique dans le cadre de filières avicoles "intensives" dépendant des marchés mondiaux des aliments de bétail et ayant recours à l'utilisation de souches avicoles "hybrides" d'origine importée. La production laitière bovine dite "moderne" a, aussi, recours à l'utilisation de vaches laitières, à fort potentiel de production, d'origine importée. L'ensemble de ces facteurs a conduit à une faible productivité de l'élevage ; et, la production locale de viande ne couvre pas toute la demande. Le taux d'approvisionnement du pays en protéines animales est faible (43.5%), ce qui représente un apport se limitant à 7.4g par habitant et par jour.

Selon le ministère de l'agriculture, la consommation en protéines animales est de 16,5 g/j (Nouad, 2007^a et ^b) ; alors que les recommandations de la FAO sont de 35g/j. L'essentiel de la consommation protéique est apporté par des protéines d'origine végétale. Aussi, le développement et la modernisation de l'élevage sont vite apparus comme un impératif stratégique pour les pouvoirs publics pour assurer les besoins de la population sans cesse croissante, pour réduire les écarts à la consommation moyenne enregistrée en Algérie. Ainsi, durant la période 2000-2005, le développement des productions animales a bénéficié d'une enveloppe financière estimée à 160 Millions d'Euros au titre du programme de modernisation et de mise à niveau des structures de l'agriculture algérienne par le biais des fonds publics mobilisés à travers le Fond National de Régulation et du Développement Agricole(FNRDA). Une part importante de cette allocation financière a été affectée aux filières apicoles et avicoles (Ferrah, 2007). La cuniculture a bénéficié de ce programme.

La promotion de la cuniculture se justifie par les avantages qu'offre le lapin en tant que producteur de viande par rapport à d'autres animaux d'élevage. D'une part, la prolificité de cette espèce est un atout précieux (51.8 lapereaux produits par femelle et par an) (Lebas, 2007; Jentzer, 2008), ainsi la production annuelle de viande fournie par lapine représente 25 à 35 fois son poids, ce qui correspond à 130kg de carcasse par an avec un rendement en viande largement supérieur à celui de tous les autres animaux herbivores.

D'autre part, dans les conditions de production intensive, le lapin peut fixer 20 pour cent des protéines alimentaires qu'il absorbe sous forme de viande comestible. En effet, toute production de viande a pour objectif la transformation de protéines végétales, peu ou pas consommées par l'homme, en protéines animales de haute valeur biologique.

Les valeurs comparables calculées pour les autres espèces conduisent à 22-23 pour cent pour le poulet de chair et à 8-12 pour cent pour la production de viande bovine, en fonction du système de production (Lebas et al., 1996). En outre, le lapin peut aisément tirer profit des protéines contenues dans les plantes riches en cellulose, alors que le poulet et la dinde, seuls animaux plus performants au niveau des rendements, ne peuvent être rentablement nourris avec des aliments cellulosiques. Le lapin ne constitue donc pas nécessairement une concurrence pour l'homme vis-à-vis des céréales.

Le coût énergétique de synthèse des protéines est encore plus défavorable aux herbivores ruminants. En effet, les besoins énergétiques du lapereau en croissance sont inférieurs de 39 et 47 pour cent, respectivement, à ceux du mouton et du bœuf (Lebas et al., 1984). Chez le lapereau de 6 à 16 semaines, la valorisation des protéines est supérieure de 45 pour cent à celle de l'agneau. Ce fort rendement énergétique et protéique allié à une excellente prolificité font que le lapin représente la plus grande productivité à l'hectare parmi tous les animaux d'élevage producteurs de viande (Schlölaut et al., 1998). Un autre atout de l'élevage du lapin réside dans les qualités nutritionnelles et diététiques de sa viande. En effet, la viande de lapin présente des caractéristiques nutritionnelles et diététiques de premier plan. Elle a le pourcentage en protéines le plus élevé des viandes provenant des animaux domestiques (21 contre 18 et 19.5% respectivement chez le bœuf et le poulet : Dalle Zotte, 2000^{a,b,c}). De plus, ses acides aminés présentent une haute valeur biologique. La teneur en lipides de cette viande est faible et ceux-ci sont riches en acides gras poly insaturés. En outre, la viande du lapin est pauvre en cholestérol et en sodium. Par contre, sa richesse en potassium et en magnésium mérite d'être signalée (Parigi-Bini et al., 1992). Grâce à sa digestibilité et ses propriétés uricémiques très limitées, la viande de lapin figure en bonne place dans les régimes diététiques.

L'essor considérable de l'élevage du lapin de chair dans de nombreux pays tels que la France, l'Espagne, l'Italie ou la Chine, montre les grandes potentialités que présente cette espèce à l'élevage en cages grillagées. Cela constitue un atout majeur pour le développement de la cuniculture dans des zones montagneuses et non agricoles (région périurbaines, par exemple).

En Algérie, et particulièrement à Tizi-Ouzou, la promotion de l'élevage de lapin à un niveau rationnel rencontre des insuffisances, notamment la disponibilité d'un aliment complet granulé et des lapins reproducteurs de qualité. Les animaux utilisés dans les élevages sont issus de population locale qui n'a subi aucune sélection génétique pour améliorer leurs potentialités.

Un travail de caractérisation de cette population sur le plan des performances de reproduction a été effectué au sein de notre laboratoire (Berchiche et al., 2000; Zerrouki et al., 2005^a et ^b; Zerrouki, 2006). Toutefois, Sur le plan des performances de croissance et de la qualité de la viande, aucun travail de caractérisation n'a été entrepris jusqu'à présent ; il est donc difficile d'apprécier les performances de croissance des lapins de cette population.

C'est pourquoi, dans le cadre de ce travail de thèse, nous avons choisi d'étudier, en conditions locales, le rôle de différents facteurs d'élevage sur la production de viande et la qualité des carcasses de lapin. Nous avons étudié l'influence i) de facteurs intrinsèques aux animaux : l'âge, le sexe et le type génétique ; et ii) de facteurs extrinsèques : la composition des aliments et la saison.

Notre objectif est multiple. Il s'agit d'une part, d'évaluer l'intérêt de la souche d'origine locale par rapport à une souche importée ; et, d'autre part, de préciser les conditions d'utilisation des animaux en conditions algériennes. Nous préciserons ainsi l'âge d'abattage optimum pour répondre aux souhaits des consommateurs algériens. En conséquence, nous étudierons la nécessité d'élever les mâles et les femelles dans des cages séparées. Par ailleurs, la région de Tizi-Ouzou étant caractérisée par de fortes chaleurs estivales, nous avons essayé de voir dans quelle mesure ce facteur peut influencer la croissance des lapins de population locale. Enfin, nous étudierons les possibilités de limiter la dépendance en matières premières alimentaires importées. En effet, la promotion de l'élevage de lapin à un niveau rationnel passera nécessairement par une indépendance, vis-à-vis de l'étranger, par rapport aux matières premières, comme la luzerne, le tourteau de soja et le maïs, classiquement utilisées en alimentation du lapin et dont le prix ne cesse d'augmenter sur le marché. Aussi, dans le but de réduire cette dépendance, nous avons cherché à remplacer ces sources d'origine importée par des matières premières disponibles localement comme les sous produits des industries agroalimentaires (son de blé, grignon d'olive, paille) à des prix plus compétitifs. A titre de rappel, les charges alimentaires peuvent atteindre 80% des charges totales (Arveux, 1993, Koehl, 1994).

Au préalable, nous présenterons, une revue bibliographique sur l'élevage, la croissance et la viande du lapin.

1- La cuniculture:

Le lapin européen (*Oryctolagus cuniculus* Linné 1758, du grec Oruktês = fouisseur et Lagôs = lièvre, littéralement ceux qui ressemblent aux lièvres) fait partie de l'ordre des Lagomorphes (Rougeot 1981, Arnold, 2000, Lebas, 2000a). Cet ordre regroupe les lapins, les lièvres (*Lepus europaeus*) et les pikas ou les ochotones (Lebas, 2008). Le genre *Oryctolagus* (lapin vivant en Europe et en Afrique du Nord) ne compte qu'une seule espèce (figure 1).



genre *Oryctolagus*
(*Oryctolagus cuniculus*)



genre *Sylvilagus*
(*Sylvilagus floridanus*)



genre *Lepus*
(*Lepus europaeus*)



genre *Ochotona*
(*Ochotona princeps*)

Figure 1 : Ordre des Lagomorphes (Lebas, 2008)

1.1- Origine du lapin:

Une compilation de Lebas (2008) a illustré l'origine du lapin et sa domestication dont nous avons synthétisé l'essentiel. L'origine paléontologique se situe en Europe de l'Ouest. Les fossiles les plus anciens du genre sont datés d'environ 6 millions d'années et ont été retrouvés en Andalousie du pléistocène supérieur (-100000 ans) au Néolithique (-2500 ans). L'aire de répartition de l'espèce correspond seulement à l'ensemble de la péninsule Ibérique au sud de la France et, vers la fin de la période, à la partie ouest de l'Afrique du Nord. Le lapin représentait l'essentiel de l'alimentation carnée des hommes vivant 7 000 à 8 000 ans av. J. C. au sud de la France.

Au plan historique, le lapin sauvage aurait été découvert par les phéniciens lors de leur prise de contact avec l'Espagne vers l'an 1 000 avant J-C (Arnold, 1994; Lebas et al., 1984; Lebas et al., 1996; Bujabuarah et al., 1996). Les phéniciens furent frappés par la pullulation de ces petits mammifères fouisseurs qui ressemblent aux Damans de leur pays qui vivent en colonies et creusent des terriers ; et, ils donnent à ce pays le nom d' "I saphan – im". En effet, saphan (ou sephan) signifie Daman en phénicien (Lebas, 2006; Camps, 1983, 1995). Ce nom latinisé fut à l'origine du nom actuel Hispania (Rougeot, 1981).

L'analyse de l'ADN mitochondrial révèle la présence de deux lignées (Monnerot et al., 1994). La lignée A se trouve dans le sud de la péninsule Ibérique, alors que la lignée B existe

plus au Nord (de Rochambeau, 2000). Toutes les populations domestiques sont issues de cette seconde lignée (Monnerot et al., 1996).

1.2- Domestication :

1.2.1- Passage de l'animal sauvage élevé en enclos au lapin domestique :

Au temps des Romains, le lapin reste le symbole de l'Espagne. Il semble bien que ce soient les romains qui aient disséminé le lapin dans l'empire pendant leurs conquêtes. Celle-ci s'est poursuivie au gré de l'activité humaine (de Rochambeau, 2000). Les romains et les espagnols de l'époque consommaient le lapin sous forme de fœtus ou de nouveaux nés appelés laurices.

Au moyen âge, le lapin était encore une espèce sauvage (Arnold, 2000^a et ^b). Les animaux n'étaient pas encore domestiqués, mais ils étaient gardés dans des leporaria, parcs murés. Ces leporaria sont à l'origine des garennes qui se développèrent ensuite au moyen âge (Lebas et al., 1996). En effet, les moines gardèrent la coutume de consommer des laurices en temps de carême. La détention de lapins dans une garenne devint, en France, un droit seigneurial.

Dès le 16^{ème} siècle, on connaît plusieurs races de lapins, premiers signes d'un élevage contrôlé. La domestication du lapin est d'introduction relativement récente, elle remonte, tout au plus, au début de l'actuel millénaire (Rouvier, 1990). Sa mise au point aurait été essentiellement due au travail des moines, afin de leur permettre de satisfaire une gourmandise, chose difficile à partir d'animaux sauvages (Lebas et al., 1996).

1.2.2- De la basse-cour à l'élevage rationnel :

Au début du 19^{ème} siècle, après l'abolition du privilège seigneurial et des garennes, l'élevage du lapin en clapier se développe dans toute l'Europe occidentale, en milieu rural mais aussi chez les ouvriers (Cahour, 1988 ; Lebas et al., 1996). A cette même époque, le lapin est disséminé dans le monde entier par les Européens.

En Europe, les éleveurs possèdent en général quelques femelles reproductrices seulement et un cheptel d'animaux en cours d'engraissement. L'alimentation de ces animaux est assurée principalement par des fourrages verts, du foin et des betteraves, voire des céréales. L'élevage se fait en basse cour avec les volailles et la reproduction est extensive.

A la fin des années 50, sont introduits en France et en Italie, en provenance des Etats-Unis, à la fois les lapins de race Néo-Zélandaise, l'élevage sur cage grillagée et l'emploi des aliments complets granulés.

De ce fait, le temps consacré au nettoyage des cages et à la cueillette de la nourriture diminue fortement et les éleveurs peuvent consacrer plus de temps aux animaux eux mêmes. Prud'hon et al., (1969) ont réalisé des travaux sur la conduite de la reproduction des lapins domestiques. A la suite de leurs travaux, les éleveurs français passèrent d'un sevrage à huit semaines à un sevrage à quatre semaines et, simultanément, d'une remise au mâle peu après le sevrage à des saillies post-partum. En même temps, on assiste en France à l'explosion de l'utilisation de la race Néo-Zélandaise Blanche et de son dérivé la race Californienne, ainsi qu'à la régression des races traditionnelles européennes (Fauve de Bourgogne, Argenté de Champagne, Bélier Français, Géant des Flandres, Blanc de Termonde, Géant allemand et espagnol etc.....). En effet, au stade adulte, ces races sont mal adaptées à l'élevage sur grillage (lésions des pattes), alors que les lapins Néo-Zélandais Blancs et les Californiens y sont fort bien adaptés.

Les travaux des sélectionneurs français et italiens conduisent à une amélioration sensible de la valeur des premiers Néo-Zélandais Blancs et Californiens importés des Etats – Unis. Et, en France, à partir de ces deux races, les hybrides spécialisés sont créés par l'INRA (de Rochambeau et al., 1989 et 1996). A la fin des années 70, ces souches franchissent les frontières de la France vers l'Italie, l'Espagne, la Belgique et l'Allemagne, où, dans les élevages industriels, elles tendent à supplanter les races traditionnelles.

1.3- Elevage de lapin:

L'objectif d'un élevage de lapin est de transformer des matières premières alimentaires végétales peu ou pas consommées par l'homme en viande, une production d'intérêt. Le lapin peut être élevé pour 3 grands types de production : la viande (race Californienne ou Néo-Zélandaise), la fourrure (race Rex) ou le poil (race Angora), comme animal de compagnie (Chinchilla.....) ou animal de laboratoire à des fins très variées. Notre travail se focalisera sur la production de lapins de chair.

L'élevage de lapin se décompose en deux ateliers : l'atelier maternité et l'atelier engraissement. Les femelles reproductrices sont conduites dans l'atelier maternité et produisent des lapereaux qui quittent cet atelier au moment du sevrage pour aller vers l'atelier engraissement où ils resteront jusqu'à l'âge d'abattage. La conduite des ateliers est assurée par l'éleveur qui incarne la composante décisionnelle ; en effet, il décide et agit sur ce système.

Pour optimiser les performances des deux ateliers, l'éleveur pilote à partir de 6 postes de conduite qu'il doit savoir combiner : l'alimentation, la reproduction, la génétique, le renouvellement, le logement et la prophylaxie (figure 2).

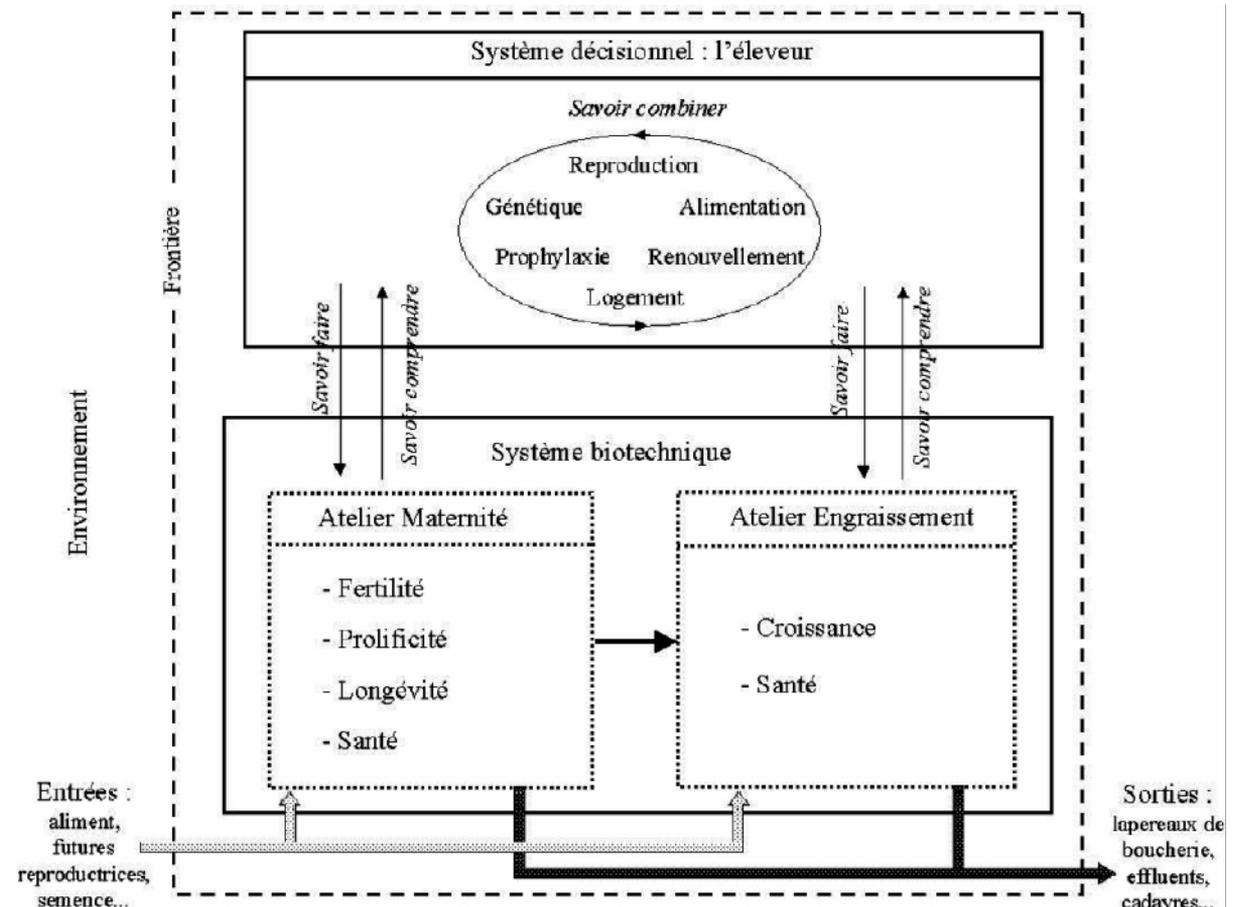


Figure 2 : Model conceptuel général d'un système d'élevage cunicole (Feugier, 2006)

On peut classer l'élevage de lapin selon trois grands types : la cuniculture traditionnelle, la cuniculture intermédiaire et la cuniculture rationnelle ou professionnelle.

1.3.1 Cuniculture traditionnelle :

La cuniculture traditionnelle, essentiellement vivrière, est composée de petits élevages comportant généralement moins de 10 femelles (FAO, 1981). Elles sont conduites le plus souvent en colonies et alimentées avec des herbes et des sous produits domestiques (Ghezal-Triki et Colin, 2000). Cette cuniculture utilise des méthodes extensives (Colin et Lebas, 1994 et 1996) et la plupart de la production est orientée vers l'autoconsommation. La production de ce système est estimée à 40 % de la production mondiale de viande de lapin (Colin et Lebas, 1996 : tableau 1).

Tableau 1 : Pourcentage de la production de viande de lapin selon le type de cuniculture et le nombre de femelles dans différentes grandes régions du monde (Colin et Lebas, 1996)

Régions du monde commerciale	% de production			% de femelles		
	traditionnelle	intermédiaire	commerciale	traditionnelle	intermédiaire	commerciale
Afrique du Nord	58.04	31.84	10.12	66.97	26.57	6.46
Afrique au sud du Sahara	64.32	27.53	8.15	75.74	20.77	3.48
Amérique du nord	6.58	83.68	9.74	8.15	88.29	3.56
Amérique central	74.45	15.86	9.70	86.53	8.93	4.54
Amérique de sud	21.34	51.01	27.65	31.72	50.58	17.69
Europe est	56.22	21.67	22.11	72.39	15.3	12.31
Europe ouest	26.39	32.12	41.49	46.35	29.18	24.47
Moyen orient	70.33	16.00	13.67	82.43	11.12	6.45
Asie centrale	47.95	44.25	7.80	63.92	31.98	4.10
Extrême Orient	42.24	46.55	11.21	57.97	36.16	5.87
Océanie	18.18	23.38	56.44	41.71	28.91	29.37
Moyenne mondiale	40.17	32.91	26.92	58.26	28.89	12.85

Selon Lebas (2006), la cuniculture traditionnelle peut être :

a- Autarcique : Ce type d'élevage est fermé, l'éleveur produit pour sa famille, nourrit ses animaux avec les ressources de son exploitation ou les sous produits de la vie familiale ; il n'achète ni ne vend pratiquement rien.

b- Avec ouverture en amont : Les élevages achètent régulièrement des éléments indispensables à la production, mais ne vendent rien. C'est, par exemple, le cas des élevages de la ville de Mexico, car, si beaucoup ne vendent rien, tous doivent acheter au moins une partie de la nourriture (aliments composés, sous produits industriels ou fourrages verts comme la luzerne).

c- Avec ouverture en aval : Dans ces unités, l'éleveur utilise quasi exclusivement les produits de son exploitation pour produire, mais vend une partie conséquente de sa production. C'est le cas des petits élevages traditionnels qui sont implantés dans les exploitations agricoles.

1.3.2- Cuniculture intermédiaire :

La cuniculture intermédiaire, composée d'élevages de taille moyenne (8 à 100 mères), est à vocation vivrière et commerciale (Colin et Lebas, 1994 et 1996). La plus grande partie des aliments est produite par l'éleveur, mais l'aliment commercial est aussi utilisé (FAO, 1981 ; Henaff et al., 1989). Ce système produit 33% de la production mondiale de viande de lapin (Colin et Lebas, 1996).

D'autres élèvent le lapin essentiellement pour le plaisir. Dans ce cas, les éleveurs appelés "hobbyistes" (dérivé de l'anglais hobby) consomment ou vendent pour la viande les animaux non retenus lors de leur sélection. Ces lapins sont les plus nombreux mais sont considérés comme le sous produit de l'activité principale qui est la production de lapins conformes au standard de la race, les plus "parfaits" possibles (extérieurement du moins) pour les présenter en concours. Dans un pays comme l'Allemagne, ces éleveurs sont de loin les plus nombreux (plus de 300 000), alors qu'il y a environ 1 000 fois moins d'éleveurs ne produisant que pour la chair (Lebas, 2006).

1.3.3- Cuniculture professionnelle:

La cuniculture professionnelle ou commerciale produit seulement 27 % de la production mondiale de viande de lapin (tableau 3). Tel qu'il est pratiqué actuellement en Europe occidentale, l'élevage industriel ou rationnel peut être caractérisé par de grandes unités (plus de 200 à 1000 reproductrices hybrides) (Lebas et al., 1996) et il constitue une véritable activité professionnelle (Henaff et al., 1989).

Les animaux sont élevés dans des bâtiments plus au moins clos et ventilés artificiellement. Les femelles sont éclairées 15 à 16 heures par jour et sont en production toute l'année. Tous les animaux sont élevés dans des cages grillagées positionnées généralement sur un niveau (flat-deck) et parfois sur deux à quatre niveaux (batteries). Ces cages sont individuelles pour les reproducteurs (mâles et femelles) et collectives pour les jeunes destinés à la boucherie. Tous les animaux sont nourris avec un aliment concentré complet granulé et de l'eau de boisson distribués dans toutes les cages par des systèmes automatiques. La production intensive de viande de lapin est réalisée avec un nombre restreint de races ou d'animaux croisés, obtenus à partir de quelques souches spécialisées (Bolet et al., 1996).

Les éleveurs produisent des animaux pour la vente. Ils dépendent donc fortement des intermédiaires existant entre eux-mêmes et les consommateurs finaux. De l'autre côté, ils dépendent de la qualité et de la régularité de l'approvisionnement en aliments, mais aussi en géniteurs, en semence pour l'insémination artificielle (IA) et en produits vétérinaires etc.

La filière cunicole s'est fortement rationalisée depuis 1970, surtout depuis l'introduction de la conduite en bande et de l'insémination artificielle.

Dans ce système de production, les lapines d'une même bande suivent un cycle de reproduction synchronisé. Elles sont toutes inséminées ou sevrées au même temps. Cette optimisation des techniques d'élevage associée à l'utilisation d'animaux améliorés génétiquement et d'aliment complet équilibré a fortement contribué à accroître les performances du système d'élevage cunicole (tableau 2).

Tableau 2 : Performances des élevages cunicoles professionnels en conduite en bande en 2006 (Lebas, 2007)

Critères	Performances techniques
Nombre moyen de cage mère/ Elevage	495
Renouvellement annuel des femelles (%)	111
Mortalité annuelle des femelles (%)	29.1
Fertilité (taux de mises bas/ insémination, %)	79.4
Intervalle entre 2 mises bas */femelle (jours)	55.6
Nombre de mise bas/femelle/an	6.6
Nombre de lapereaux nés totaux /mise bas	10.13
Nombre de lapereaux nés vivants /mise bas	9.49
Taux de mortinatalité (%)	6.1
Nombre de lapereaux totaux /femelle / an	65.1
Nombre de lapereaux produits /femelle /an	50.7
Mortalité naissance-sevrage (%)	15.8
Mortalité sevrage-vente (%)	8.5
Age moyen des lapins à la vente (jours)	74.3
Indice de consommation	3.58
Poids vif moyen à la vente (kg/tête)	2.45

1.3.4- Cuniculture des pays d'Afrique du Nord :

La cuniculture pratiquée dans les pays du Maghreb (Algérie, Tunisie et Maroc) est similaire. Bien que l'élevage du lapin soit très ancien, peu de travaux lui ont été consacrés. Et, la production cunicole est rarement prise en compte dans les statistiques agricoles. Cette activité passe souvent inaperçue et il est donc difficile d'estimer quantitativement la production. Ghezal -Triki et Colin (2000) ont estimé que la production de viande de lapin

dans cette région est de 47 000 tonnes (dont 23 000 pour l'Algérie, 20 000 pour le Maroc et 4 000 pour la Tunisie).

En Algérie, l'élevage de lapin est surtout de type traditionnel. Il est une tradition ancienne dans certaines régions d'Algérie (Tizi-Ouzou, Constantine, Bel –Abbes, Tlemcen) (Berchiche et Lebas, 1994 ; Gacem et Lebas, 2000). A Tizi-Ouzou, le système d'élevage est du type familial à vocation vivrière (Berchiche et Lebas, 1994). La production est essentiellement destinée à l'autoconsommation familiale. Les lapins sont élevés par des femmes de manière extensive et, dans la majorité des élevages, la taille des effectifs est inférieure à 10 femelles reproductrices (Lakabi, 1999).

Le logement des lapins dans ces systèmes est très diversifié. Il existe plusieurs sortes : élevage au sol, en cage, dans des caisses en bois, etc. Les élevages exploitent des lapins de population locale.

A partir de 1987, à Tizi-Ouzou, des tentatives de développement de l'élevage du lapin à un niveau rationnel ont vu le jour. Cette tentative d'introduction et d'intensification de l'élevage du lapin a échoué en raison de nombreux facteurs, dont la méconnaissance de l'animal, l'absence d'un aliment industriel adapté et l'absence d'hygiène (Gacem et Lebas 2005).

Une décennie plus tard, des programmes de recherche ont été initiés au niveau de l'université Mouloud Mammeri et de l'Institut technique des élevages (ITELV) pour la caractérisation de la population locale en conditions rationnelles et le contrôle de leurs performances (Belhadi, 2004 ; Belhadi et al., 2002 ; Berchiche et al., 2000 ; Zerrouki, 2006 ; Zerrouki et al., 2001 et 2005^a et ^b ; Lakabi et al., 2004 et 2008). Ces travaux ont mis en évidence que la population locale est caractérisée par un poids adulte trop faible pour être utilisable tel quel dans les élevages producteurs de viande, mais aussi par ses qualités, à savoir une bonne adaptation aux conditions climatiques locales. Pour répondre aux problèmes de l'indisponibilité des animaux reproducteurs de qualité, un programme de recherche a été initié pour la création d'une lignée synthétique au niveau de l'ITELV (Gacem et Bolet, 2005 ; Gacem et al., 2008).

En 1998, au niveau de la direction des services de l'agriculture (DSA) de Tizi-Ouzou, 137 élevages de lapins ont été créés (28 élevages dans le cadre du programme FNRDA, 80 élevages sur le budget de Wilaya et 29 élevages avec des fonds particuliers). Dans le cadre de ce programme, il a été distribué 16 lapines d'origine hyplus, 16 cages mères et une quantité d'aliment à de jeunes chômeurs. Les services agricoles de la wilaya assurent l'encadrement

technique des élevages. Actuellement, seuls 55 élevages sont en activité, avec un effectif total de 1 730 lapines mères.

La cuniculture marocaine est aussi relativement récente puisque plus de 85% des éleveurs ont commencé après 1980. L'activité cunicole marocaine revêt un caractère traditionnel et demeure encore une activité secondaire dans 97% des cas. La quasi-totalité des élevages se trouve en milieu rural (Jaouzi et al., 2006; Benabdeljelil, 1994; Barkok, 1992).

L'élevage traditionnel du lapin est aussi très ancien en Tunisie (Bergaoui, 1992 ; Bergaoui et Kriaa, 2001 ; Bergaoui et al., 2001 ; Kennou et al., 2001). Depuis les années 80, l'élevage de lapin a bénéficié de programmes de développement à vocation sociale par la distribution des "paquets familiaux": quelques femelles, des cages et un petit stock d'aliment.

Que ce soit en Algérie, ou en Tunisie, la productivité des élevages "modernes" est faible (27 lapereaux vendus par cage mère et par an : Zerrouki et al., 2005 ; Bergaoui et al., 2001). Cette productivité médiocre traduit une mauvaise maîtrise de la reproduction, du renouvellement et de la gestion de l'élevage. Ces faibles performances peuvent être reliées aussi à un manque de professionnalisme, de technicité des éleveurs et à une mauvaise qualité des facteurs de production (animaux reproducteurs, aliments et bâtiments).

Globalement, dans les pays d'Afrique du Nord, les élevages commerciaux sont peu représentés. Cependant, il convient de signaler que l'Égypte est le principal pays producteur de lapin à l'échelle rationnelle (Ghezal-Triki et Colin, 2000). La cuniculture égyptienne renferme quelques complexes publics ou privés dont certains ont une taille qui dépasse 10 000 lapines. L'Égypte produit 77 279 tonnes par an de viande de lapin (Tableau 3). Les animaux exploités sont surtout des populations locales comme le Baladi ou le Giza. Cependant, dans le cadre des programmes de développement de la cuniculture, les races Néo-Zélandaise et Californienne sont introduites. Les races pures ou les hybrides importés d'Europe manifestent des difficultés d'adaptation aux conditions locales d'élevage, notamment les fortes chaleurs pendant la période estivale (Ghezal-Triki et Colin, 2000).

1.4 - Production totale :

La production mondiale de viande de lapin est estimée à 1 600 000 tonnes de viande correspondant à 70 millions de femelles à la fin des années 1990 (Colin et Lebas, 1994 et 1996). Cette production est concentrée dans un nombre limité de pays. La moitié de la viande produite dans le monde provenait de 5 pays (Italie, France, Ukraine, Chine et Espagne).

En 2008, la chine devient le premier pays producteur de viande de lapin (600 000 tonnes), vient ensuite le Venezuela (276 542 tonnes), l'Italie (239 000 tonnes) et la Corée (93 000 tonnes) (tableau 3 : Anonyme, 2008).

Tableau 3 : Production de viande de lapin (Tonnes) (Anonyme, 2008)

Pays	2002	2003	2004	2005	2006
Monde	1.096.640	1.093.198	1.099.361	1.398.099	1.570.890
Chine	426.202	441.948	470.203	518.204	600.000
Venezuela	-	-	-	276.542	276.542
Italie	252.100	248.300	242.000	242.000	239.000
Corée	-	-	-	-	93.000
Egypte	69.841	69.843	74.548	77.279	77.279
Espagne	119.021	111.583	72.158	75.216	
France	83.300	77.800	85.200	53.222	72.446
République Tchèque	38.500	38.500	39.645	40.356	52.785
Allemagne	33.984	33.984	34.093	34.150	40.356
Ukraine	16.000	13.700	13.765	13.457	34.150
Hongrie	9.815	8.810	8.573	9.710	-
Russie	8.348	8.802	9.125	8.475	-
Grèce	5.051	5.050	8.669	7.933	-
Argentine	7.150	7.150	7.150	7.150	-

2- Croissance et qualité de la viande de lapin :

Appréciée par l'évolution du poids corporel en fonction du temps, la croissance est l'ensemble des modifications de poids, de forme et de composition anatomique et biochimique des animaux, depuis la conception jusqu'à l'âge adulte. Elle est le résultat d'un ensemble de mécanismes complexes mettant en jeu des phénomènes de multiplication, d'accroissement et de différenciation cellulaire, tissulaire et organique ; elle est sous le contrôle de lois physiologiques précises mais peut varier sous l'effet de facteurs génétiques (races) et non génétiques (alimentaires), effet maternel, environnement général. Elle n'est pas "gratuite", la croissance représente, en effet, la différence entre ce qui se construit ou anabolisme et ce qui se détruit ou catabolisme (Bertalanffy, 1960; Prud'hon et al., 1970; Ouhayoun, 1983).

2.1- Croissance postnatale du lapin :

2.1.1- Croissance pondérale globale :

Le gain moyen quotidien ($GMQ = \frac{P_2 - P_1}{t_2 - t_1}$) exprime la vitesse de croissance (figure 3). Entre la naissance et le sevrage, 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 croît journalier laisse apparaître une pause entre la 2^{ème} et 3^{ème} semaine, qui 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).

La courbe de croissance pondérale globale du lapin est une courbe sigmoïde, avec un point d'inflexion qui se situe entre la 5^{ème} et la 7^{ème} semaine de la vie postnatale (Prud'hon et al., 1970) lorsque le sevrage est effectué à 4 semaines. Entre 4 et 11 semaines d'âge, la courbe de croissance pondérale peut être considérée comme linéaire (Ouhayoun, 1978). Elle décroît ensuite régulièrement jusqu'à l'âge de 6 mois (Cantier et al., 1969).

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., Rollin et al., 1963 Cantier et al., 1969). Au-delà, les femelles deviennent plus lourdes que les mâles (Ouhayoun, 1983).

La consommation d'aliment solide ne devient importante qu'à l'âge de trois semaines, au moment où la lactation de la lapine amorçe sa chute. Il en résulte une nouvelle accélération du croît qui se poursuit au-delà du sevrage lorsque celui-ci a lieu à 4 semaines.

A l'âge correspondant au point d'inflexion de la courbe de croissance en S, c'est-à-dire entre la 5^{ème} et la 7^{ème} semaine postnatale, la vitesse de croissance est maximale. Elle ralentit ensuite progressivement et tend vers zéro vers l'âge de 6 mois.

Une dépression de la vitesse croissance est souvent observée entre la 5^{ème} et la 6^{ème} semaine d'âge. Cet infléchissement serait occasionné par des modifications de l'alimentation et de l'environnement inhérentes au sevrage (Ouhayoun, 1978 et 1983). Toutefois, les observations de Cheriet (1983) situent cette dépression près de 5 semaines après le sevrage.

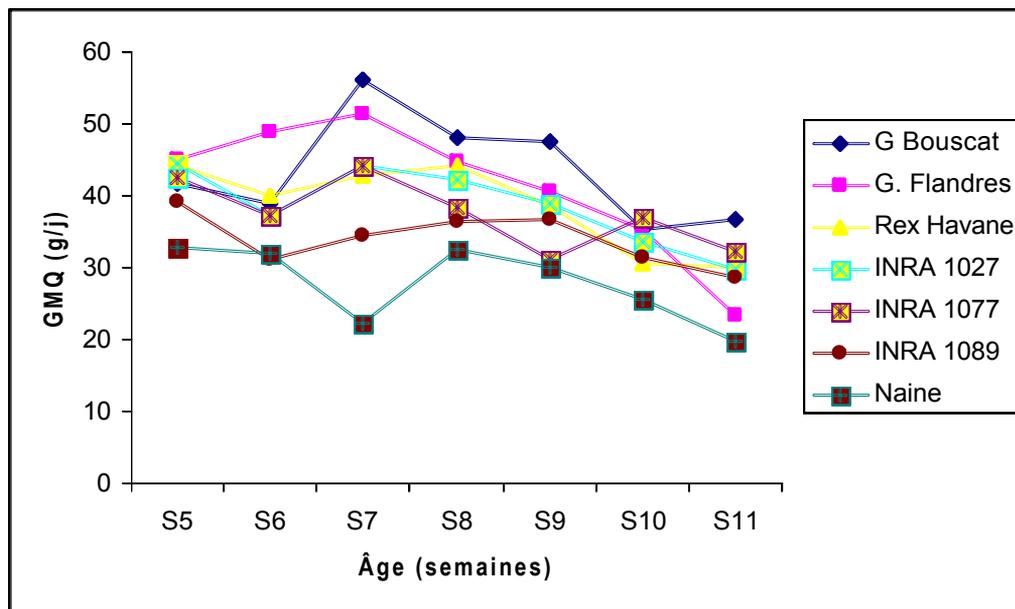


Figure 3 : Paramètres de la croissance pondérale globale (Ouhayoun, 1978).

2.1.2- Croissance relative et coefficient d'allométrie :

La croissance pondérale globale de l'organisme résulte de la croissance particulière de ses différents composants. Ceux-ci ne se développent pas tous au même rythme : c'est ce qui définit l'allométrie (Ouhayoun et al., 1986_a). 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 4. La variable de référence utilisée est le poids vif vide.

La composition de la carcasse d'un lapin en croissance est le résultat du développement relatif des trois principaux tissus : os, muscles et gras. L'équilibre de ces tissus évolue au cours de la croissance (Ouhayoun et al., 1986_{a et b} ; Cantier et al., 1969). La proportion d'os diminue au delà de 1 kg de poids vif alors que la proportion de tissu musculaire progresse jusqu'aux environs d'un poids de 2.5 kg ; entre ces deux poids, le rapport muscle/os du membre postérieur, qui rend compte du développement relatif de la musculature et du squelette de la carcasse dans son ensemble, croît donc très vite. Au-delà du poids de 2.5 kg, l'allométrie de croissance du tissu musculaire est minorante ($a = 0.50$) et le rapport muscle /os décroît alors.

Tableau 4 : Gradient de précocité des principaux tissus et organes. Valeurs des coefficients d'allométrie (Période : 9- 182 jours ; Cantier et al., 1969).

Tissus et organes	Mâle	Femelle
Cerveau	0.27	0.25
Reins	0.70	0.63
peau	0.79	0.81
Tractus digestif	0.79	0.87
squelette	0.81	0.82
foie	0.94	0.89
sang	0.94	0.98
Tissus musculaire total	1.15	1.15
Tissu adipeux total	1.31	1.45

Le tissu adipeux croît plus vite que l'organisme ($a = 1.87$) entre les poids vifs de 1 et 2.2 kg. Au-delà de ce poids, la croissance relative du tissu adipeux est encore plus rapide ($a = 3.21$) (tableau 5). Elle concerne plus particulièrement la fraction périrénale la plus tardive (Ouhayoun et al., 1986_b). Selon Prud'hon et al., (1970), il existe un gradient de croissance au sein des différents tissus adipeux ; dans l'ordre : tissu adipeux superficiel, tissu adipeux péri viscéral, tissu adipeux intermusculaire et le tissu adipeux périrénal sur lequel portent les jugements d'état d'engraissement des carcasses.

La peau, comme le tissu adipeux, présente une augmentation du coefficient d'allométrie au cours du développement de l'animal. L'hypothèse selon laquelle la croissance relative de la peau serait due à une infiltration lipidique des assises profondes du derme est étayée par l'emplacement de ce changement d'allométrie au voisinage de la première élévation du taux d'accroissement relatif du tissu adipeux.

En ce qui concerne le sang, le fait qu'il conserve tout au long de la période considérée (entre 10 et 182 jours d'âge) une croissance isométrique que celle du poids vif vide signifie qu'à tout moment de la croissance postnatale, la masse du sang est dans un rapport constant avec celle du corps quelles que soient les variations de sa composition.

Le tractus digestif, développé très tôt en raison sans doute du mode très particulier d'alimentation des lapereaux qui ne sont allaités qu'une fois par jour par leur mère, ne cesse de perdre de son importance après le sevrage (Prud'hon et al., 1970).

Le foie, après une phase d'allométrie majorante ($a=1.25$ pour les mâles ; 1.27 pour les femelles), a une croissance plus lente que l'organisme.

Les reins présentent tout d'abord une phase de croissance isométrique à laquelle succède une phase minorante.

L'allométrie de croissance de la carcasse par rapport au corps entier est légèrement majorante ($a = 1.09$) (Ouhayoun, 1980). Ce résultat est en accord avec ceux de Cantier et al., (1969), selon lequel, au cours la croissance, le sang, le tube digestif et la peau présentent une allométrie de croissance minorante. L'importance relative de l'ensemble de ces trois tissus ou organes diminue au cours du développement de façon complémentaire, le poids de la carcasse croît et le rendement en carcasses augmente.

La dysharmonie de croissance de ces organes et tissus, sélectionnés parmi les éléments corporels, étudiés par Cantier et al., (1969), est importante. Elle se traduit par un remaniement important de la morphologie des lapins, de leur composition anatomique et de l'équilibre des constituants chimiques corporels, au cours de la vie postnatale (Ouhayoun, 1983).

Tableau 5 : Coefficient d'allométrie des principaux organes et tissus, et poids corporels critiques (sans contenu digestif ; Cantier et al., 1969)

Poids corporel (g)	Tractus digestif	peau	Tissu adipeux	squelette	musculature	foie
650	1.13	0.44	0.82	0.91	1.20	2.25
850						
950						
1000						
	0.46	0.86	0.87			
1700						
				0.55		0.47
2100			3.21			
2450					0.5	

2. 2- Abattage et viande de lapin:

2. 2.1- Technologie de l'abattage et rendement:

La technologie de l'abattage a fait l'objet de recherche fragmentaire. Or, certaines des modalités de la première transformation peuvent avoir une incidence sur la valeur bouchère : le rendement, l'aspect des carcasses ou la qualité hygiénique et organoleptique de la viande. En revanche, d'un point de vue de la qualité de la viande, aucune influence de la technique d'abattage sur la qualité de la viande n'a été montrée (Dalle Zotte, 2004).

Dans les conditions pratiques de production, la mise à jeun des lapins avant leur départ à l'abattoir présente peu d'intérêt, puisqu'elle modifie assez peu le contenu du tube digestif. Cependant, elle entraîne une réduction de 2% du rendement à l'abattage (lorsque la durée du jeun passe de 6 à 24 h : Szendro et Kustos, 1994), de 5 à 6% du poids des carcasses et modifie sensiblement les caractéristiques de la viande. Il est noté, en particulier, un pH un peu moins acide, ce qui améliore un peu la capacité de rétention d'eau (Lebas, 2000b).

La diète hydrique altère le rendement à l'abattage (Ouhayoun, 1988 et 1990; Ouhayoun et Lebas, 1994) et entraîne une augmentation du pH ultime et, corrélativement, une diminution de la luminosité des muscles (Gey et Thorman, 1978 ; Ouhayoun et Lebas, 1994 ;

Masoero et al., 1992; Coppings et al., 1988; Xiccato et al., 1994, Dal Bosco et al., 1997). Dans ces conditions, les pertes à la cuisson sont diminuées et la viande est plus sombre.

Selon Masoero et al., (1992) et Szendro et Kustos (1994), le transport affecte, aussi, le poids vif des animaux : les pertes pondérales sont d'autant plus importantes que le transport est long ; les pertes de poids varient de 1.4 à 4.6% lorsque la durée de transport passe de 1 à 8 heures (Luzi et al., 1994 ; Trocino et al., 2003). En revanche, aucune altération grave des qualités de la viande imputable aux conditions de transport n'a été rapportée chez le lapin (Ouhayoun et Lebas, 1994).

Plusieurs études ont également montré que les longs parcours induiraient une plus grande tendreté de la viande (Masoero et al., 1992 ; Xiccato et al., 1994).

L'abattage du lapin se fait par l'électrocoma (tension inférieure à 90 V et électrochoc jusqu'à 350V). D'après Vorob'ev et Stankovski (1979), la décapitation permet une saignée rapide et plus complète ; elle facilite l'écorchement et fournit une viande plus claire. Toutefois, la section de la veine jugulaire et de l'artère carotide reste la méthode la plus répandue (Ouhayoun, 1990).

2.2.2- Caractéristiques d'une carcasse :

L'âge d'abattage optimum, pour la qualité de la viande, d'une part, et son coût de production, d'autre part, se détermine en fonction de l'âge et du poids adulte des animaux (format et maturité). Il ressort de la bibliographie que le degré de maturité optimum du lapin de boucherie se situe à 55 – 60%. Le rendement à l'abattage (57%), le rapport muscle /os (6) et l'adiposité de la carcasse ($\geq 3\%$) sont alors d'un bon niveau (Ouhayoun, 1990).

Dans les élevages spécialisés européens, la viande est obtenue à partir de race dont le poids adulte est compris entre 3.5kg et 4.5 kg (Ouhayoun et al., 1986a ; Ouhayoun, 1990 ; Roiron et al., 1992). Les animaux pèsent environ 2.3 kg au moment de l'abattage (soit 55% du poids adulte) et fournissent après saignée, dépouille et éviscération une carcasse d'environ 1,4kg.

L'augmentation du rendement à l'abattage en fonction du poids peut justifier un abattage le plus tardif possible, mais en tenant compte de l'adiposité (augmentation rapide au-delà de 2.3 kg) et du rapport muscle/os (tendance à la diminution au-delà de 2.7 kg) ; le poids d'abattage optimum se situe à 2.5 kg (Ouhayoun, 1990).

Au cours de la réfrigération (24h), la carcasse perd 2 à 4% de son poids après égouttage et dessiccation superficielle (Dalle Zotte, 2004). Après suppression des manchons (parties distales des membres recouvertes de fourrure), la carcasse est conforme à l'arrêté

ministériel français du 26 novembre 1979. Le rendement de la première transformation est de 57.1% (Ouhayoun, 1986 : Figure 4). Le rapport muscle / Os varie entre 7.0 et 8.0 et le taux de gras dissécable entre 3 et 6% de la carcasse de référence (Blasco et Ouhayoun, 1996; Dalle Zotte, 2000c)

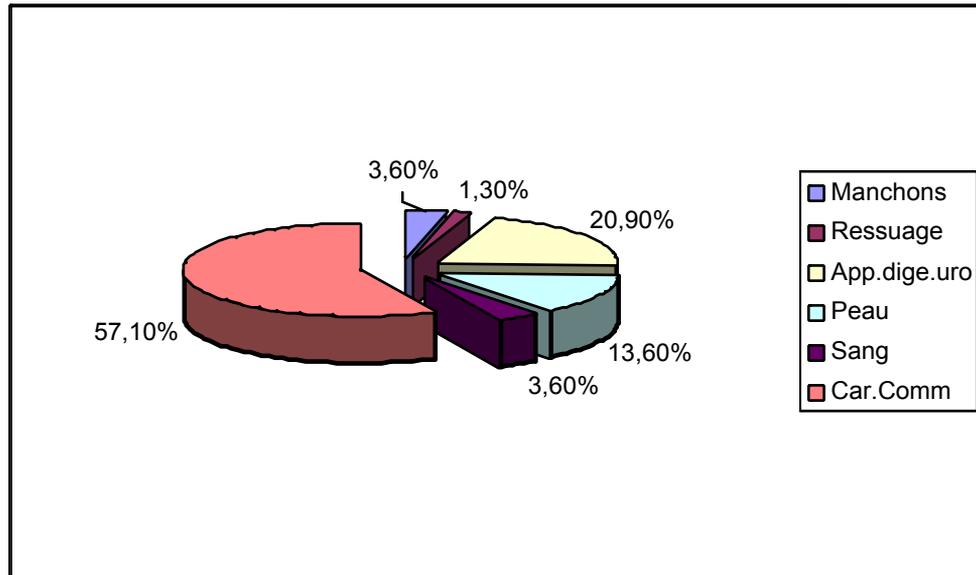


Figure 4 : Rendement en viande d'un lapin de 2.3 kg (Ouhayoun, 1990)

2. 3- Viande de lapin et composition chimique :

De nombreuses études et monographies (Beynen, 1984 ; Ouhayoun et Lebas, 1984 ; Galloin et Ouhayoun, 1988 ; Ouhayoun, 1989 ; Ouhayoun et Delmas 1989 ; Ouhayoun, 1991 ; 1992b ; Cabanes, 1996 ; Blasco et Ouhayoun 1996 ; Gondret et Bonneau 1999; Dalle Zotte, 2000_{a,b,c} ; Lebas et al., 2001 ; Combes, 2004 ; Combes et Dalle Zotte, 2005 ; Larzul et Gondret 2005) ont attesté de l'intérêt nutritionnel, indiscutable, de la viande de lapin (tableau 6) .

La carcasse (conforme à l'arrêté ministériel de novembre 1979 en France) comprend 83% de morceaux nobles. L'ensemble de ces derniers ne contient que 12% d'os (Ouhayoun, 1991) et possède la plus faible valeur calorique (32g/MJ) des viandes communes : porc, volailles, bœuf (Ouhayoun et Delmas, 1989). Ses protéines sont digestibles (peu de collagène) et ont une bonne valeur biologique.

Tableau 6 : Apports nutritionnels conseillés (ANC 2001) et composition chimique de la viande de lapin pour 100 g de fraction comestible fraîche (CV= coefficient de variation ; n= nombre de valeurs extraites de la bibliographie)(Combes, 2004).

	Eau (g)	Energie (KJ)	Protéines (g)	Lipides (g)	Minéraux (g)
ANC 2001 (1)		9100 -10700 (2)	71 - 83	80 - 94	
Valeurs pour 100 g					
Moyenne générale (3)	72.5	725	21.0	5.0	1.2
CV(%)	3	19	7	67	12
N	38	15	37	46	18
Cuisse	73.5	664	21.3	3.7	1.3
CV(%)	1	2	4	13	4
N	9	3	9	11	5
m. longissimus lumborum (LL)	75.0	603	22.4	1.4	1.2
CV(%)	1	-	4	38	11
N	13	1	11	12	5
Avant (4)	67.6	932	18.3	11.4	
Côtes (4)	69.9	832	20.8	9.3	
Râble (4)	66.7	961	19.7	11.4	
Arrière 4)	73.4	665	21.5	4.2	
Foie (4) (5)	71.6	664	17.4	4.2	
Carcasse (4)	70.3	815	19.6	8.8	

(1) La valeur de gauche correspond aux ANC pour une femme, la valeur de droite correspond aux ANC pour un homme. Les ANC pour les quantités de protéines et de lipides correspondent à 13% et 33% respectivement de l'apport total en énergie quotidien.

(2) Ou 2200- 2500kcal.

(3) Valeur moyenne pour les différents composants indépendamment de l'échantillon dosé et toutes études confondues.

(4) Ouhayoun et Delmas 1989.

(5) Le foie contient 5.6% de glucides.

2. 3.1- Protéines:

Selon une compilation de Combes (2004), les teneurs en protéines de la viande fraîche de lapin destinée à la consommation sont des fractions peu variables (avec un CV de 7%) et dont les niveaux sont bien connus. La viande de lapin présente une teneur en protéines de 21.0 ± 1.5%. Parmi les morceaux de découpe, la partie comestible des cuisses est la plus riche en protéines. Par ailleurs, les protéines présentent un équilibre favorable en acides aminés indispensables (Dalle Zotte, 2004) (tableau 7).

La biodisponibilité des acides aminés de la viande est très élevée, ce qui lui confère une forte valeur biologique. La faible teneur en élastine (Ouhayoun et Lebas, 1987; Ouhayoun, 1991) et la grande solubilité de son collagène (75.3%) (Combes et al., 2003a et Combes,

2004) expliquent vraisemblablement sa grande tendreté (Combes et al., 2005) et son utilisation digestive élevée (Ouhayoun, 1991).

Tableau 7: Composition en acides aminés essentiels de différentes viandes (g/100g de fraction comestible (Salvini et al., 1998)

	Porc	Veau et Taurillon	Poulet	Lapin
Lysine	0.29	1.69	1.66	1.85
Meth.- Cyst.	0.60	0.7	0.77	1.10
Histidine	0.49	0.59	0.52	0.53
Thréonine	0.74	0.85	0.85	1.16
Valine	0.81	1.02	0.89	0.99
Isoleucine	0.77	0.93	0.92	0.99
Leucine	1.20	1.57	1.60	1.81
Arginine	0.97	1.23	1.22	1.23
Tyrosine	0.54	0.68	0.66	0.73
Phénylalanine	0.63	0.80	0.73	1.03
Tryptophane	0.20	0.22	0.21	0.21

2. 3. 2 – Lipides :

Chez le lapin, comme pour les autres espèces, la fraction lipidique de la viande et, donc, la teneur en énergie sont très fortement variables (CV= 67%) (Combes, 2004). La viande de lapin se classe parmi les viandes les moins chargées en graisse, sa viande est dite maigre (Dalle Zotte, 2000c ; Larzul et Gondret, 2005 ; Gondret et Bonneau, 1999).

Les dépôts adipeux sont de deux types : les dépôts adipeux dissécables qui correspondent à des dépôts périrénaux, sous cutanés, mésentériques et inter musculaires, et les dépôts intra musculaires qui sont inaccessibles à la dissection.

La teneur moyenne en lipides, pour des lapins âgés de 9 à 12 semaines, et de poids commerciaux de 2 à 2.5 kg de poids vif, est de 5.0g/100g (tableau 8) (Combes et al., 2005).

Les différences en teneur sont variables selon la taille de l'animal, mais surtout selon les morceaux de viande choisis. On trouve une teneur en lipides moyenne de 11.4% dans le râble et de 1 % seulement dans les muscles dorsaux. La teneur en lipides de la viande de lapin est ainsi comparable à celle du veau (1 – 7 g/100g) et du poulet (0.9 à 12 g/ 100g) ; et, elle est moins grasse que celle du taurillon (3 à 14 g /100g) et du porc (3 à 22g/100g) (Dalle Zotte, 2004).

Le taux de cholestérol de la viande de lapin est particulièrement bas, quelque soit le morceau considéré. En effet, avec moins de 59mg/100g de cholestérol, le lapin est en deçà des taux de la plupart des viandes, généralement situés entre 60 – 70 mg aux 100g. Les lipides contenus dans sa chair ont la particularité d’être très bien pourvus en acides gras insaturés (60% des acides gras totaux), et, de ce fait, de renfermer moins d’acides gras saturés (40% : tableau 8) dont on souhaite limiter l’apport dans l’alimentation (Ouhayoun, 1990 ; Dalle Zotte, 2004)

Les acides gras de la viande de lapin sont composés en moyenne par 39% d’acides gras saturés (AGS), par 28% d’acides gras mono insaturés (AGMI) et 33% d’acides gras poly insaturés (AGPI) ; et, le ratio AGS/AGI est égal à 0,6. Comparativement aux autres viandes (tableau 8), le lapin se caractérise par une plus forte proportion d’AGPI (Dalle Zotte, 2004).

Tableau 8: Teneur en acide gras (% de AG totaux) de la viande de certaines espèces et ANC (2001) (Synthétisé de Dalle Zotte, 2004)

	Lapin	Taurillon	Veau	Poulet	ANC2001(1) g/personne
Acides gras saturés	39	39.5	38.9	32	16 – 19.5
Acide gras mono insaturés	28	42.4	34.4	41.0	40 – 49
C18 : 2 n - 6	23.5	6.3	12.4	20.1	8-10
C18 : 3 n - 3	2.4	0.91	0.42	0.49	1.6-2
C20 : 4 n – 6	3.3	2.36	2.29	3.64	
C20 : 5 n – 3 (EPA)	0.49	- (2)	-	0.17	
C22 : 6n – 3 (DHA)	1.11	-	-	0.66	0.1-0.12
AGPI	33	9.5	15.2	25.1	10-12.5
AG saturés/insaturés	0.6	0.8	0.8	0.5	
C18: 2 n-6 / C18 : 3 n -3	9.7	6.9	29.5	41	5
Omega 6 / Omega 3	5.9	9.47	36.6	18.0	

(1) Valeur des ANC 2001 (Martin 2001) pour une femme et un homme respectivement.

(2) Le tiret indique que la valeur n’est pas détectable, l’absence de symbole indique que la valeur n’est pas renseignée.

EPA : ecosapentaénoïque ; DHA : docosahexaénoïque

2.3.3- compositions en minéraux et vitamines :

- Fraction minérale :

La fraction minérale de la viande de lapin (tableau 9) est caractérisée par un taux particulièrement faible en sodium et en fer et un taux élevé en phosphore (Parigi-Bini et al., 1992). La consommation de 100g de viande de lapin couvre 37% des apports nutritionnels conseillés pour les besoins journaliers en phosphore (Combes et Dalle Zotte, 2005). Concernant le sélénium, il apparaît que 100g de viande de lapin couvre la quasi-totalité des besoins journaliers (Combes, 2004).

- Fraction vitaminique

Selon Dalle Zotte (2004), il apparaît que les viandes des différentes espèces présentent des profils vitaminiques relativement proches; toutefois, on peut noter que la viande de bovin présente les teneurs les plus élevées en vitamines B9 (1mg/100g).

Les teneurs en différentes vitamines de la viande de lapin est proche de celles observées chez le poulet (Combes, 2004). La viande de lapin contribue efficacement à la couverture des besoins en vitamines B, PP et E (Gallouin et Ouhayoun, 1988 ; Lebas, 2000d), elle fournit des quantités très appréciables en vitamines du groupe B (tableau 10). Par ailleurs, 180 g de viande couvrent 95 % des besoins en vitamines PP.

Concernant la vitamine E (principal antioxydant de l'organisme), le lapin contient 0.186mg pour 100g. Même si 100g de viande couvrent seulement 15.5 % des besoins journaliers, la viande de lapin figure parmi les viandes les plus riches en vitamine E (Dalle Zotte, 2004).

2.3.4- Caractéristiques physico-chimiques, technologiques et organoleptiques de la viande du lapin :

Les qualités organoleptiques des viandes sont l'un des éléments déterminant l'acceptabilité par les consommateurs. Ces qualités sont celles perçues par les sens. Elles sont à l'origine des sensations de plaisir ou de déplaisir associées à leur consommation. Elles trouvent leur origine dans les caractéristiques physiques et chimiques des produits dont les plus importantes sont :

- Le pH est une caractéristique physico-chimique qui résulte de l'évolution post-mortem du muscle. Il intervient, plus au moins directement, sur la plupart des qualités. Selon Larzul et Gondret (2005), le pH ultime influence à la fois l'aptitude à la conservation de la viande (le développement des bactéries pendant la conservation de la viande réfrigérée est d'autant plus limité que le pH est bas), son aspect (les viandes à pHu bas sont souvent plus

pâles) et les pertes en eau (les viandes acides ont un faible pouvoir de rétention en eau). Les viandes acides sont plus dures car elles perdent plus d'eau lors de la cuisson (Combes et Dalle Zotte, 2005; Gondret et Bonneau, 2005).

Selon Delmas et Ouhayoun (1990) et Gondret et Bonneau (2005), chez le lapin âgé de 11 semaines et pesant 2.35 kg, le pHu varie entre 5.6 à 6.4 selon les muscles.

- L'intensité de la couleur dépend de la teneur en pigment héminique, mais aussi de l'état de la surface du muscle. Pour une concentration donnée en pigment, la viande est pâle lorsque le réseau protéique myofibrillaire est fermé et hautement réfléchissant (pH bas), elle est foncée dans le cas contraire. La viande de lapin présente un fort pouvoir réfléchissant de la lumière. Selon Jehl et Juin (1999^{a et b}), l'intensité de la couleur de la viande cuite des animaux âgés de 12 semaines est plus foncée que celle des animaux âgés de 14 semaines.

- La tendreté mesure la facilité de la mastication, elle dépend du pouvoir de rétention d'eau à la cuisson et elle est en fonction du pH. L'échelle de notation va de 1 (plus tendre) à 6 (moins tendre). La viande de lapin et celle du poulet présentent les valeurs les plus faibles de force de cisaillement comparées avec la viande de porc ou de taurillon (Combes et Dalle Zotte, 2005)

- La jutosité résulte d'une libération d'eau au début de la mastication, en relation avec le pouvoir de rétention d'eau, le pH et la stimulation de la salivation par les lipides. L'échelle de notation va de 1 (plus juteux) à 6 (moins juteux). Les viandes blanches, lapin compris, sont souvent considérées comme trop sèches (manque de jutosité). Ce constat provient de la faiblesse en lipides intramusculaires de ce type de viande (Combes et Dalle Zotte, 2005).

3- Facteurs de variation de la croissance, du rendement à l'abattage et de la qualité de la viande :

La croissance des lapins est un caractère très variable. Parmi les facteurs de variation figure l'effet lié à l'animal, aux aliments et à l'environnement dans les bâtiments d'élevage.

3.1- Facteurs de variation liés à l'animal (intrinsèques) :

L'âge du lapin et le type génétique auquel il appartient ont une influence importante sur la croissance et les caractéristiques de la viande. Le sexe de l'animal peut aussi avoir un effet non négligeable notamment au-delà d'un certain âge.

3.1.1- Type génétique:

Le lapin se distingue des autres espèces par une grande variabilité du poids adulte entre races, souches et croisements. Les autres paramètres de la croissance sont également très variables (Leplege, 1969; Ouhayoun 1978). Un programme européen de caractérisation des souches (Bolet et al., 2000) a répertorié plus de 60 races de lapin. Cependant, ces races sont rarement utilisées pour la production commerciale de viande. Le poids adulte de ces différentes races varie de 2.5 (Petit Russe) à 6.5kg (Géant Blanc de Bouscat). Ces variations de poids adulte sont parallèlement associées à des différences de vitesse de croissance (Larzul et Gondret, 2005) (tableau 9).

Tableau 9 : Vitesse de croissance de lapins de races différentes (Leplege, 1969)

Races	Poids (g) (à 21j)	Poids(g)(à 56j)	GMQ (g/j entre 21-56 j)
Petit Russe	259	1020	21.7
Grand Russe	304	1431	32.2
Californien	333	1447	31.8
Fauve de bourgogne	333	1482	32.8
Néo-Zélandais	334	1483	32.8
Argenté de champagne	340	1594	35.8
Papillon français	439	1609	33.4
Blanc du Bouscat	402	1740	38.4

Toutes les expériences de sélection basées sur les critères de croissance, comme la vitesse de croissance mesurée à âge fixe ou à poids fixe, ont montré leur efficacité pour augmenter le gain moyen quotidien ou le poids à l'abattage. Ainsi, de Rochambeau et al. (1989) ont estimé qu'en France le temps nécessaire pour obtenir des lapereaux pour l'abattage

diminuait de 0.5 jour par an. Ainsi, le poids vif moyen de 2,4 kg est aujourd'hui obtenu à l'âge de 10 semaines alors qu'il était de 12 semaines avant 1990 (Larzul et Gondret, 2005).

La sélection sur le poids d'abattage à un âge fixé ou sur la vitesse de croissance aboutit à des résultats très similaires du fait de leur forte corrélation génétique (de Rochambeau 1989; Camacho et Baselga, 1990). Ces modifications par voie génétique de la vitesse de croissance ont des conséquences sur d'autres paramètres, comme la composition corporelle et sur la qualité des produits. Ristic (1986) attribue au type génétique la plus forte influence sur les caractères de la carcasse et de la viande.

Tableau 10 : caractéristiques de lapins âgés de 11 semaines issus de femelles hybrides (INRA 1067) et de mâles de races différant par le poids adulte (Ouhayoun, 1989)

Races ou souches des mâles de croisement terminal	Poids adulte (kg)	Degré de maturité (%poids adulte)	Rendement à l'abattage (%)	Rapport muscle/os	Adiposité de la carcasse (%)
Géant des Flandres	4.70	57.0	62.1	6.06	2.4
Géant blanc de Bouscat	4.45	65.4	59.7	5.41	2.7
INRA 1027	3.70	68.1	59.8	5.71	2.5
INRA 1077	3.65	68.3	59.5	5.58	2.3
INRA 1089	3.2	73.9	59.4	6.06	3.4
Rex Havane	3.55	73.0	59.5	5.69	2.7
nains	2.65	75.8	61.5	6.21	4.0

Le tableau 10 montre que la variabilité des caractères de croissance et de qualité de la viande est, en grande partie, expliquée par des différences de format. Il existe un facteur multiplicatif d'environ 5 entre le poids "adulte" des lapins nains et géants. Pour obtenir un équilibre harmonieux des composants de la carcasse, l'abattage des lapins doit être d'autant plus tardif que les souches sont plus lourdes.

La comparaison des types génétiques différant par le poids adulte n'est donc pas satisfaisante, ni à âge égal, ni à poids égal, car les animaux sont alors à des stades physiologiques différents. Les comparaisons sont préférables au même pourcentage du poids adulte (degré de maturité). Une partie importante des différences qui existent entre races disparaît alors (Ouhayoun, 1983; Ouhayoun, 1980; Blasco, 1992) (tableau 11).

Tableau 11: Composition corporelle de lapereaux de format adulte différent, au même degré de maturité (Ouhayoun, 1980).

Caractères	Degré de maturité de 50% du poids vif adulte		
	GB*NZ	NZ	PR*NZ
Poids vif (g)	2400	2050	1650
Age (jours)	75	64	53
Rendement carcasse (%)	51.2	52.5	52.1
Musclec/ Os	5.3	6.1	5.7
Composition de la carcasse			
- Eau (%)	68.8	67.3	65.2
- Lipides (%)	6.9	8.3	10.1

GB : Géant Blanc du Bouscat

NZ : Néo-Zélandais

PR : Petit Russe

Entre différentes races et souches de lapins, Ouhayoun et Dalle Zotte (1993) ont montré des variations de pHu qui résultent, en partie, des différences de précocité de croissance entre individus. Au sein d'une même bande d'élevage, le pHu musculaire est, d'ailleurs, d'autant plus bas que les lapins sont plus lourds à un même âge à l'abattage (Cabanès et Ouhayoun, 1994).

Intra type génétique, Crary et Sawin (1960) ont observé l'existence de plusieurs trajectoires de croissance individuelle. On peut distinguer des lapins "précoces", "moyens", "tardifs" et très "tardifs" qui cessent de croître de façon sensible à 120, 150, 180, et 210 jours, respectivement.

3.1.2- Âge :

Les effets liés à l'âge sont étroitement liés au poids de l'animal ; c'est pourquoi, l'âge est également un facteur déterminant des caractéristiques bouchères des carcasses et des qualités organoleptiques des viandes.

Les rendements en carcasse, chaude ou froide, augmentent avec l'âge (donc avec le poids) à l'abattage (tableau 12) (Roiron et al., 1992; Dalle Zotte, 2000^b et c, 2002 ; Combes et al., 2000). Cette relation s'explique par la réduction des pertes à l'abattage et, particulièrement, par la diminution du poids relatif du tractus digestif et les pertes au ressuyage (3.4% à 9 semaines et 2.5 % à 13 semaines) quand l'âge d'abattage augmente (Parigi Bini et al., 1996).

Cependant, entre 70 et 77 jours, l'influence de l'âge sur le rendement commercial est peu marqué (56.0% à 70jours contre 56.7 % à 77 jours) (tableau 11).

Tableau 12 : Poids vif et caractéristiques bouchères des lapins en fonction de l'âge et de la souche (Lebas et al., 2001).

Critère souche	Age en semaines							
	6	8	10	12	14	16	18	20
Poids vif (g) G	1356a	2023b	2596c	3415d	4092e	4619f	4907g	5000g
L	1454a	2032b	2556c	3150d	3824e	4160f	4525g	4750h
Effet souche	**			**	**	***	***	***
Pds carc. (g) G	670a	1054b	1433c	1936d	2357e	2701f	2967g	3097g
L	728a	1099b	1442c	1795d	2239e	2469f	2755g	2982h
Effet souche	**			*		**	***	t
Rdt abat.% G	49.2a	51.9b	55.0c	56.6d	57.6de	58.4e	60.5f	61.9g
L	50.0a	53.9b	56.3c	56.8c	58.4d	59.3d	60.9e	62.8f
Effet souche		**	t			t		*

Effet moyen de l'âge est très hautement significatif ($P < 0.001$) pour chacun des critères étudiés.

Les dépôts lipidiques externes, inter- et intra- musculaires augmentent plus avec le poids qu'avec l'âge de l'animal (Combes, 2004 ; Parigi –Bini et al., 1996). Les lapins sont d'autant plus gras que leur poids au moment de l'abattage est élevé (tableau 13). Par ailleurs, à poids constant, la diminution de l'âge d'abattage consécutive à l'augmentation de la vitesse de croissance n'a pas d'incidence sur l'adiposité de la carcasse (Gondret, 1999), confirmant ainsi les résultats de Roiron et al. (1992) qui ont montré un effet marginal de l'âge sur le pourcentage de gras dans la carcasse.

Tableau 13 : Evolution avec l'âge des caractéristiques bouchères des lapins (Combes et al., 2000)

Age (jours)	49	66	91	112	147
Poids des carcasses froides (g)	712 ^e	1166 ^d	1669 ^c	2071 ^b	2515 ^a
Rendement (%carcasse)	51.4 ^d	56.8 ^c	58.6 ^b	61.0 ^a	62.2 ^a
Adiposité (% carcasse)	0.8 ^d	1.3 ^d	2.2 ^c	3.8 ^b	5.7 ^a

En même temps, la masse musculaire augmente, elle aussi, tandis que le pourcentage d'os diminue. Selon Roiron et al. (1992), le rapport muscle / os du membre postérieur augmente en fonction du poids (tableau 14).

Tableau 14 : Effet du poids et de l'âge à l'abattage sur les caractéristiques de la carcasse
(Roiron et al. 1992).

Paramètres	Facteurs poids (kg)				Facteur âge (jours)		
	2.2	2.4	2.6	P	70	77	P
Rapport muscle/os	6.31 (b)	6.49(b)	6.83(a)	**	6.5	6.59	NS
Gras périrénal (%)	1.71(b)	1.92(a)	2.08(a)	**	1.90	1.91	NS

3.1. 3 – Sexe :

Le dimorphisme sexuel chez le lapin n'est pas sensible avant l'âge de 15 semaines environ. Les mâles et les femelles suivent une courbe de croissance semblable jusqu'à 15 semaines (Cantier et al., 1969) ou 20 semaines (Ouhayoun, 1983) ; au-delà, les femelles deviennent plus lourdes que les mâles, sans incidences sur le rendement à l'abattage (Lebas et al., 2001; Ortiz Hernandez et Rubio Lozano, 2001; Deltoro et Lopez, 1986).

Si les lapins sont abattus à l'âge commercial classique (10 –12 semaines), la teneur en lipides intramusculaires est faiblement ou pas influencée par le sexe de l'animal (Gondret et Bonneau, 1998). Toutefois, selon Dalle Zotte et Rémignon (2005), si les lapins sont abattus au-delà de 12 semaines, les femelles présentent une teneur en lipides de la cuisse plus importante (+38%) que celle des mâles (Szendro et al., 1998).

Comme pour les lipides intramusculaires, la fraction lipidique visible peut, elle aussi, être influencée par le sexe des lapins ; ainsi, les femelles présentent des dépôts adipeux jusqu'à 10 % supérieures à ceux des mâles à 14 semaines d'âge (Jehl et al., 2000).

Cependant, quand les animaux sont abattus à un poids vif constant ($2.8 \pm 0.11\text{kg}$), aucune différence entre sexe dans les dépôts adipeux dissécables n'est observée chez les lapins âgés de 12 à 17 semaines (Dalle Zotte et Remignon, 2005).

3.2- Facteurs extrinsèques :

3.2.1- Facteurs alimentaires :

Dans un élevage de lapin, hors sol en production intensive, les animaux sont nourris avec des aliments contenant 89% de matières premières sèches permettant, par leur complémentarité, de constituer des aliments complets équilibrés. L'aliment doit être distribué à volonté (ad libitum) et sous forme de granulés car le lapin a une certaine aversion pour les farines (Lebas, 2000c ; Maertens et Villamide, 1998 ; Fomunyan et Ndoping, 2000). Les

aliments granulés sont toujours mieux consommés que les aliments présentés sous forme de farine (tableau 15). Le granulé doit avoir un diamètre de 3 à 4 mm et une longueur de 5mm de manière à s'adapter à la bouche du lapereau, ce qui évitera le gaspillage d'aliment (Lebas, 1989; Maertens, 1994).

Tableau 15 : Effet de la forme de présentation de l'aliment sur les performances de croissance des lapereaux (en % du granulé) (Maertens et Villamide, 1998).

Auteurs	Présentation	GMQ (g/j)	CMQ (g/j)	I.C
Lebas (1973)	Granulé	= 100	= 100	= 100
	Farine	87	83	106
King (1974)	Granulé	= 100	= 100	= 100
	Farine	93	90	103
Machin et al.(1980)	Granulé	=100	=100	=100
	Farine	98	80	123
	Pâte (40% eau)	75	84	89
Candau et al. (1986)	Granulé	=100	=100	=100
	Farine	60	75	123
Sanchez et al.(1984)	Granulé	=100	=100	=100
	Farine	64	52	279

Depuis une trentaine d'années, les travaux sur l'alimentation du lapin ont permis de définir des recommandations fiables pour produire des aliments répondant aux besoins des lapins (Lebas, 2004 ; Xiccato, 1999 ; Maertens, 1996; Lebas, 1991; Parigi-Bini et Xiccato, 1998; Fraga, 1998; Villamide et al., 1998).

Les recommandations sont divisées en deux groupes. Le premier concerne les normes à respecter pour optimiser la productivité du cheptel, le deuxième concerne les recommandations à respecter pour garantir la santé du cheptel (Tableau 16).

Pour une production optimum de viande, les équilibres alimentaires recommandés sont :

- Energie : 9.5 à 10.5 MJ ou 2 400 à 2 500 kcalories
- Protéines : 16% de protéines équilibrées.
- Lipides : 2 à 2.5 %.
- Cellulose : 11 à 13 % de cellulose (ADF- ADL), ou 17 à 19% d'ADF (Ligno-cellulose). Ces taux garantissent un bon état sanitaire des lapins (Gidenne et al., 2001; Gidenne, 2000 et 2003; Gidenne et Jehl 1999).

Selon Ouhayoun (1983 et 1989), l'alimentation intervient sur la croissance de trois manières différentes et complémentaires :

- Par le niveau d'alimentation (à volonté ou restreinte).
- Par la présence ou l'absence d'éléments essentiels dans la ration : vitamines, oligo-élément, acides aminés essentiels).
- Par le niveau énergétique de la ration et les équilibres entre les divers constituants essentiels dans la ration (rapport protéines / énergie, teneur en fibre).

3.2.1.1- Effet du niveau d'alimentation :

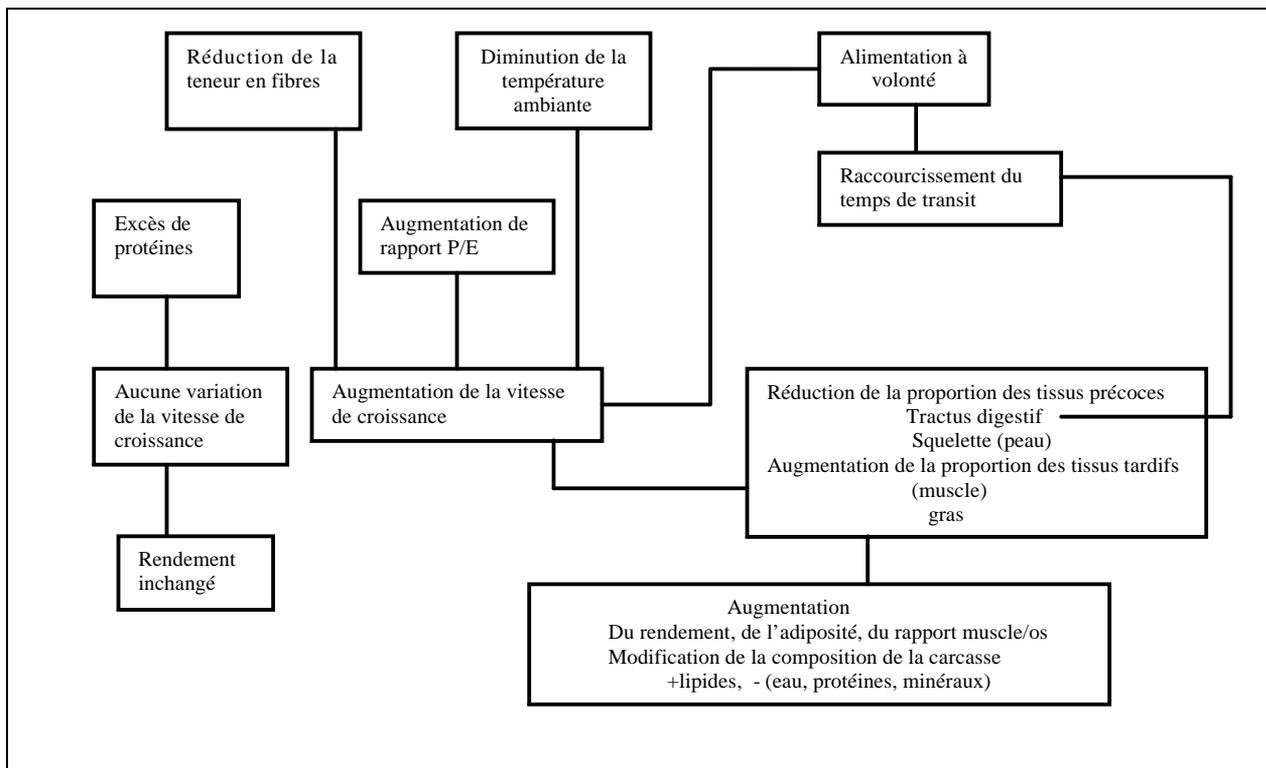
Des études de réduction de l'apport alimentaire ont été conduites dans le but de limiter la fréquence des accidents digestifs (Gidenne et Lebas, 2005 ; Gidenne et al., 2008) et de réduire le coût alimentaire de la croissance (Lebas, 1975; Remois et al., 1999; Lebas et Laplace, 1982) ou de modifier la composition corporelle (Larzul et al., 2001; Gondret et Bonneau, 1999; Perrier, 1998_{a et b} ; Perrier et Ouhayoun, 1996). Le rationnement peut être appliqué sur tout ou une partie de la période de croissance après le sevrage (Ledin, 1984).

Un rationnement inférieur à 85%, appliqué en engraissement par restriction du temps d'accès à la nourriture ou de la quantité distribuée, a une influence sur la croissance, l'efficacité digestive et la composition corporelle des lapins.

D'après les travaux de Perrier (1998_{a et b}), 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%). 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 -2.6% : Larzul et al., 2001).

Selon Lebas et Laplace (1982), Ouhayoun et al., (1986_{a et b}), et Gondret et Bonneau, 1999_{a et b}), le rendement est d'autant plus faible que le rationnement est plus drastique et cela quelque soit sa durée et le moment où celui-ci est appliqué. Une réduction du niveau d'alimentation, en plus d'une baisse du rendement, engendre une diminution d'adiposité de la carcasse et une augmentation des teneurs en eau, en minéraux et en protéines de la carcasse (Gondret et Bonneau, 1999_{a et b}).

Les implications du niveau et des équilibres alimentaires sur la valeur bouchère de la carcasse sont résumées dans la figure 5 (Ouhayoun, 1990).



Les () marquent les tissus peu ou pas affectés par les traitements

Figure 5 : Influence de l'alimentation sur la qualité des carcasses et de la viande (Ouhayoun, 1990)

3.2.1.2- Equilibre des protéines :

Pour assurer aux animaux une croissance optimale, les protéines alimentaires doivent présenter une composition en acides aminés équilibrée (Maertens 1996; Lebas, 2004b; Carabano et al., 2008 et 1989 ; Carabano, 1996). Certains travaux ont démontré que 10 acides aminés sont essentiels (Arg, His, Leu, Isoleu, Lys, Phenyl+Tyr, Met+ Cyst, Thr, Try, Val) et que la glycine est semi essentielle (Lebas, 1991 ; INRA, 1989). Plusieurs auteurs ont étudié l'influence de la teneur de la ration en certains acides aminés indispensables sur la croissance et la composition corporelle des lapins. Les besoins en acides aminés les plus étudiés sont ceux de l'arginine (Berchiche, 1985), la lysine (Spreadbury et Davidson, 1978 ; Taboada et al., 1996 et Colin, 1975), les acides aminés soufrés (Spreadbury et Davidson, 1978 ; Berchiche et Lebas, 1984 et 1994 ; Taboada et al., 1996) et la thréonine (Maertens et de Groot, 1984; De Blas et al., 1989, Colin et Ghezal-Triki, 2001). Au tableau 16, figure l'essentiel des besoins en acides aminés indispensables pour les lapins. Les écarts à ces normes entraînent des variations de croissance après le sevrage.

Une baisse de la quantité de protéines ou de leur qualité notamment leur composition en AAE entraîne chez les lapins une réduction de leur consommation, ce qui se répercute sur leur croissance (Lebas et al., 1984; Lebas, 1992).

Un déficit en acides aminés soufrés entraîne des conséquences variables selon les essais. Sur des lapins âgés de 77 jours, Berchiche et Lebas (1984) ont observé une diminution du rendement à l'abattage de 59 à 57 % lorsque la teneur en acides aminés soufrés de l'aliment passe de 0.62 à 0.37%. Mais dans une seconde série d'essais, l'effet de la teneur en acides aminés soufrés n'est pas retrouvé (Berchiche, 1985 ; Colin et Allain, 1978). En outre, dans aucune de ces expériences, la composition de la carcasse n'est modifiée : ni la proportion de foie, ni l'adiposité périrénale et ni le rapport muscle/os.

Un apport insuffisant ou excessif en méthionine, par rapport aux besoins (3.75% des protéines), altère la vitesse de croissance et l'efficacité alimentaire. A l'âge de 90 jours, ni le rendement à l'abattage et ni la composition de la carcasse et de la viande ne sont modifiés par un déficit en méthionine.

Une supplémentation des aliments lapin en méthionine améliore généralement les performances de croissance (Xiccato, 1999; Parigi-Bini, 1988; Berchiche et Lebas, 1994; Berchiche, 1995; Taboada et al., 1996). Une augmentation du poids relatif de la peau a été observée par Taboada et al. (1996) et du rapport muscle sur os (Berchiche et al., 1995). Cependant, un apport excessif en acides aminés soufrés (2.4 vs 0.75%) engendre un ralentissement de la croissance et, par conséquent, du rendement à l'abattage (54.0 vs 55.3%), malgré une réduction du poids relatif de la peau (14.7 vs 15.7%)(Schlolaut et Lange, 1973).

La diminution du rendement à l'abattage résulte donc d'une augmentation importante du poids relatif du tube digestif. Celle-ci est due à l'accroissement du délai mis pour atteindre le poids de 2.7 kg. L'adiposité de la carcasse est réduite de manière significative (Ouhayoun, 1998).

Une réduction de l'apport de lysine (de 0.75 à 0.45 %) de la ration entraîne une réduction de la vitesse de croissance mais sans modification significative du rendement à l'abattage (Colin et Allain, 1978). Enfin, De Blas et Mateos (1998) ont comparé un régime témoin contenant 0.54% de thréonine avec des régimes contenant des teneurs croissantes en cet acide aminé (0.58 à 0.72%) ; et, les meilleures performances sont obtenues avec les régimes contenant de 0.58 à 0.63%. En dehors de cet intervalle, la vitesse de croissance est négativement affectée (Xiccato, 1999), mais sans modification significative du rendement à l'abattage (Berchiche, 1985).

3.2.1.3- Ratio protéines/énergie :

Lorsque les protéines sont équilibrées en acides aminés indispensables, le taux azoté optimum s'accroît avec la concentration énergétique (Lebas, 1983). Si l'apport des protéines est satisfaisant, au plan quantitatif, par rapport à l'énergie (ratio protéines/énergie: 45 à 48 : Lebas, 2004b), l'ingestion d'aliment par les lapins diminue lorsque la concentration en énergie digestible ou métabolisable s'accroît (Carabano et al., 2008; Lebas, 1975; Bombeke et al., 1978; Spreadbury et Davidson, 1978; Dehalle, 1981; Lebas 1992).

Les expérimentations effectuées sur l'influence du ratio protéines /énergie sont difficiles à interpréter car les auteurs font varier soit la concentration énergétique, soit le taux protéique ; les formules alimentaires sont parfois modifiées.

Durant la période d'engraissement, la croissance quotidienne des lapereaux augmente avec l'augmentation du niveau protéique jusqu'à un taux de protéines de 15.7% puis elle reste stable (tableau 16) (Martens et al., 1997).

Sur le plan du rendement, à valeur énergétique constante, lorsque la variation de la teneur en protéines de la ration n'entraîne aucune modification de la vitesse de croissance, le rendement à l'abattage reste inchangé (Rico et Menchata, 1973; Dehalle, 1981). Cependant, dans cette situation, une diminution de l'adiposité des carcasses a été observée par certains auteurs (Gondret et Bonneau, 1998; Ouhayoun 1991; Xiccato, 1999; Maertens et al., 1997). Par contre, dans le cas où la vitesse de croissance est accélérée par une augmentation du rapport protéines / énergie, alors la valeur bouchère est modifiée : le rendement à l'abattage et le rapport muscle/os sont augmentés (Ouhayoun et Cheriet, 1983).

Quand les protéines sont en excès, par rapport à l'énergie de la ration (ration protéines /énergie > 51), et, si la vitesse de croissance n'est pas modifiée, alors le rendement à l'abattage est inchangé (Ouhayoun et Cheriet, 1983 ; Xiccato, 1999). Si, pour un taux protéique donné, la concentration énergétique de l'aliment est trop élevée, l'ingestion de protéines se trouve limitée ; par conséquent, la vitesse de croissance est ralentie. Chez des lapins abattus aux environs de 2.3 kg, Lanari et al. (1972) ont observé une diminution significative de la teneur en protéines et une augmentation de la teneur en lipides de la carcasse (tableau 17).

Tableau 17 : Influence d'un excès d'énergie par rapport au taux protéique sur les caractéristiques bouchères

Référence	Lanari et al., (1972)		Ouhayoun et Cheriet, (1983)	
Concentration énergétique (kcal/kg) ¹	1800 EN	2100EN	2400ED	
Taux protéique (%)	19.0		13.8	10.4
Age (jours)	78		77	
Poids (kg)	2.4	2.2	2.27	1.9
Rendement à l'abattage (%)	59.3	61.6	58.0	57.0
En % de la carcasse :				
- lipides	34.6 ²	40.4 ²	10.2	10.9
- gras périrénal			2.4	2.1
- protéines	53.3 ²	50.7 ²	21.2	20.6

(1) EN : énergie nette, ED : énergie digestible.

(2) % de matière sèche.

3.2.1.4 - Effet de la teneur en fibres de l'aliment :

Le lapin est un herbivore monogastrique. Un apport alimentaire minimum de fibre est indispensable pour assurer un fonctionnement digestif normal. Pour des lapins en croissance, un apport minimum en fibres (12%) est considéré comme nécessaire pour la santé des lapereaux (Perez et al., 2000, Bennegadi et al. 2001; Gidenne, 2000 ; 2001 ; 2003 ; Gidenne et al., 2001; 2008 ; Gidenne et Jehl, 1999; Pinheiro et Gidenne, 1999; Duprray et Gidenne, 2000)

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%.

Par ailleurs, un grand nombre d'expérimentations a montré que la vitesse de croissance est réduite lorsque le taux de lest dans l'aliment est augmenté (Perez de ayala , 1991; Lebas et al., 1982; Schlolaut et al., 1984 ; Aboul – Ela et al., 1996).

La réduction de la vitesse de croissance s'accompagne d'une baisse du rendement à l'abattage. C'est ce qu'ont observé Machin et al. (1980) qui, en augmentant la proportion de cellulose dans les aliments lapin de 8.7 à 26.5% de cellulose brute, ont réduit la vitesse de croissance de 38% et le rendement à l'abattage de 5%. La baisse du rendement peut être reliée, d'une part, à l'accroissement du contenu digestif chez les lapins recevant l'aliment riche en lest, et, d'autre part, à l'augmentation du poids relatif du tractus digestif normalement lié au ralentissement de la vitesse de croissance (Ouhayoun, 1986_a).

Ainsi, les conséquences d'une augmentation du niveau de fibre des aliments sont proches de celles d'une restriction alimentaire.

Cependant, il convient de signaler que lorsque la vitesse de croissance n'est pas réduite par une augmentation du taux de fibres (13.9 à 16.9%), le rendement à l'abattage n'est pas modifié (59.4%) (Xiccato, 1999; Lebas et al. 1982; Parigi –Bini et al., 1994; Cabanes et al., 1996).

Il semble donc que la diminution du rendement à l'abattage qui est observé lorsque la teneur en lest de la ration est accrue soit la conséquence plus d'une réduction de la vitesse de croissance que d'un effet direct du taux de lest (Ouhayoun, 1986_a).

En conclusion, l'augmentation du taux de fibres dans l'aliment a des effets, sur la carcasse, comparables à ceux induits par le rationnement, dès lors qu'elle induit une réduction de la vitesse de croissance.

Tableau 16 : Recommandations pour la composition d'aliments destinés à des lapins en production intensive (Lebas, 2004a)

Type ou période de production Sauf indication spéciale unité= g/Kg d'aliment		CROISSANCE		REPRODUCTION		Aliment Unique (1)
		Périssevrage 18---42jours	Finition 42—75jours	Intensive	½ intensive	
GOUPE 1 : Normes à respecter pour maximiser la production du cheptel						
Energie digestible	(Kcal/Kg)	2400	2600	2700	2600	2400
	(MJoules/Kg)	9,5	10,5	11,0	10,5	9,5
Protéines brutes		150-160	160-170	180-190	170-175	160
Protéines digestibles		110-120	120-130	130-140	120-130	110-125
Rapport Protéines digest/ Energie diestible	(g/ 1000Kcal)	45	48	53-54	51-53	48
	(g/ 1MJoule)	10,7	11,5	12,7-13,0	12,0-12,7	11,5-12,0
Lipides		20-25	25-40	40-50	30-40	20-30
Acides aminés						
Lysine		7,5	8,0	8,5	8,2	8,0
Acides aminés totaux (méth.+cystine)		5,5	6,0	6,2	6,0	6,0
- Thréonine		5,6	5,8	7,0	7,0	6,0
- Tryptophane		1,2	1,4	1,5	1,5	1,4
- Arginine		8,0	9,0	8,0	8,0	8,0
Minéraux						
- Calcium		7,0	8,0	12,0	12,0	11,0
- Phosphore		4,0	4,5	6,0	6,0	5,0
- Sodium		2,2	2,2	2,5	2,5	2,2
- Potassium		< 15	< 20	< 18	< 18	< 18
- Chlore		2,8	2,8	3,5	3,5	3,0
- Magnésium		3,0	3,0	4,0	3,0	3,0
- Fer (ppm)		50	50	100	100	80
- Cuivre (ppm)		6	6	10	10	10
- Zinc (ppm)		25	25	50	50	40
- Manganèse (ppm)		8	8	12	12	10
Vitamines liposolubles						
- Vitamine A (UI/Kg)		6 000	6 000	10 000	10 000	10 000
- Vitamine D (UI/Kg)		1 000	1000	1000 (<1500)	1000(< 1500)	1000(< 1500)
- Vitamine E (mg/Kg)		≥ 30	≥ 30	≥ 50	≥ 50	≥ 50
- Vitamine K (mg/Kg)		1	1	2	2	2
GROUPE 2 : Normes à respecter pour maximiser la santé du cheptel						
Ligno-cellulose (ADF)minimum		≥ 190	≥ 170	≥ 135	≥ 150	≥ 160
Lignines (ADL) minimum		≥ 55	≥ 50	≥ 30	≥ 30	≥ 50
Cellulose (ADF - ADL) minimum		≥ 130	≥ 110	≥ 90	≥ 90	≥ 110
Rapport Lignines / cellulose minimum		≥ 0,40	≥ 0,40	≥ 0,35	≥ 0,40	≥ 0,40
NDF (Neutral Detergent Fiber)minimum		≥ 320	≥ 310	≥ 300	≥ 315	≥ 310
Hémicellulose (NDF – ADF) minimum		≥ 120	≥ 100	≥ 85	≥ 90	≥ 100
Rapport (hémicellulose + pectine) / ADFmin		≤1,3	≤1,3	≤1,3	≤1,3	≤1,3
Amidon maximum		≤140	≤200	≤200	≤200	≤160
Vitamines hydrosolubles						
- Vitamine C (ppm)		250	250	200	200	200
- Vitamine B1 (ppm)		2	2	2	2	2
- Vitamine B2 (ppm)		6	6	6	6	6
- nicotinamide (vitamine PP)(ppm)		50	50	40	40	40
- Acide pantothénique (ppm)		20	20	20	20	20
- Vitamine B6 (ppm)		2	2	2	2	2
- Acide folique (ppm)		5	5	5	5	5
- Vitamine B12 (cyanocobalamine) (ppm)		0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
- Choline (ppm)		200	200	100	100	100

3.2.1.5 - Nature des lipides alimentaires :

Chez le lapin, pour faire varier la teneur énergétique de l'aliment, la méthode la plus utilisée est celle qui consiste à remplacer une partie des glucides digestibles par des glucides pariétaux. Des matières grasses peuvent, aussi, être additionnées pour accroître la concentration énergétique sans modification de la teneur en lest. Qu'il s'agisse de graisses d'origine animale ou végétale (Hernandez et Pla, 2008), les performances productives ne sont pas affectées par la nature des lipides. En revanche, selon Dalle Zotte et al., (1997) et Gondret et Bonneau, (1998), la quantité et la qualité des lipides de la ration influent fortement sur la qualité de la viande et notamment le pourcentage de lipides extra-ou intramusculaires. Selon Xiccato (1999), l'influence du profil des acides gras de la ration semble, cependant, être plus prononcée sur la composition en acides gras des tissus adipeux dissécables que sur les lipides intramusculaires.

Le rapport des acides gras saturés / acides gras insaturés (S/I) est plus élevé (0.54) lorsque l'aliment est supplémenté en suif de bœuf que lorsque l'aliment est supplémenté en huile d'arachide (0.38). Les pellicules de colza, riches en acide oléique, introduites dans la ration du lapin à un taux de 40%, réduisent de moitié le rapport des acides gras saturés aux acides gras insaturés du tissu adipeux périrénal (0.28 vs 0.64) observé avec un aliment standard (Ouhayoun et al., 1981; Ouhayoun, 1989).

La substitution de graisses végétales, comme les huiles de coprah, de lin, d'olive et de beurre de cacao à 8% de l'énergie digestible glucidique de la ration, provoque un changement dans la composition en acides gras du tissu adipeux périrénal des lapins de 11 semaines (Ouhayoun et al., 1987).

3.2.2- Facteurs environnementaux :

3.2.2.1. Saison et température :

Les effets liés à la saison sont ceux inhérents à la température. L'effet négatif des températures élevées (dans les climats chauds) sur les performances zootechniques du lapin, aussi bien en engraissement qu'en maternité, a été signalé par plusieurs auteurs (Marai et al., 2002; Cervera et Fernandez-Carmona 1998; Pla et al., 1994; Ferraz et al., 1991; Colin, 1985; Arveux, 1988; Finzi et al., 1986; 1988 et 1992; Finzi, 1990).

Toutes les souches, quelques soient leur origine, leur sexe, leur âge et leur stade physiologique, sont plus au moins affectées par les températures supérieures à 25°C. En engraissement, selon Marai et al., (2002), Colin (1985) et Fayaz et al., (1994) et Dupperay, (1996), 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. La vitesse de croissance est d'autant plus ralentie que la température est plus élevée (tableau 18) (Lebas et Ouhayoun, 1987; Pla et al., 1994).

Tableau 18: Influence de la température sur les performances zootechniques (Colin, 1984).

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

Pour les lapins en croissance, les basses températures (inférieures 12°C) ne sont pas néfastes, mais elles entraînent une augmentation de la consommation (Arveux, 1989) sans contre partie de la croissance, ce qui augmente les dépenses alimentaires.

La nécessité d'un éclairage long (8-16h/jour) pour assurer des performances de reproduction correctes chez le mâle et la femelle est admise par tous (Lebas et al. 1984, Fayaz et al., 1994). Cependant, pour les lapins à l'engraissement, la longueur du jour et de l'éclairage ont moins d'importance. En effet, les animaux peuvent recevoir une lumière du jour ou être logés dans un local obscur (Lebas et al., 1998).

3.2.2.2- Logement et équipement :

Depuis une trentaine d'années, le logement du lapin repose sur l'utilisation de la cage grillagée qui apparaît comme compatible avec le format de l'animal (absence de blessure ou pathologie induite) et la pratique de la caecotrophie. Les animaux sont élevés dans des bâtiments en dur ou en structure légère dans lesquels les conditions d'ambiance sont contrôlées. Les avantages liés à l'hygiène et à la durabilité du matériel sont prouvés. Aujourd'hui, ce système représente la norme pratiquement unique de logement des lapins (plus de 95% des élevages) (Mirabito, 2007) ; ainsi, on trouve dans les élevage, d'une part, des cages destinées au logement individuel des reproducteurs d'une surface comprise entre 2500 et 3200 cm², et, d'autre part, les lapins à l'engraissement (2 à 2.5 kg à l'abattage) sont élevés, classiquement, dans des cages collectives d'une capacité de 2 lapins (Italie principalement) (Xiccato et al., 1999_{a et b}) ou de 6 à 10 lapins (France et Espagne) pour une surface disponible par animal comprise entre 450 et 600 cm². Dans tous les cas, la hauteur des cages varie entre 30 à 35cm (Mirabito, 2002).

Actuellement, les différentes instances européennes et le grand public se préoccupent des conditions de logement des animaux, en particulier, pendant l'engraissement, que ce soit pour une production sous signe de qualité ou pour la production "standard" (Lebas, 2001 ; Combes et al., 2003a). La tendance consiste à privilégier les types de logement dans lesquels les lapins peuvent "extérioriser" le plus grand nombre possible de comportements qualifiés de "naturels", tels que se déplacer en faisant des petits bonds, se redresser sur les pattes ou grignoter.

L'objectif est d'accorder une place importante au bien-être des animaux d'élevage. C'est ainsi que l'élevage en parc a été développé comme un des éléments de réponse à cette attente. Car ce type d'élevage laisse aux lapins plus de facilités pour se mouvoir que la cage classique de 0.35-0.4m². Ces parcs sont des espaces clos, généralement de plus de 2 m² (de 1.6 à 8 m² selon les études), souvent sans plafond ni couvercle et placés soit sur le sol, soit sur des châssis comme les cages d'engraissement courantes. Le sol des parcs peut être constitué soit du même grillage que les cages commerciales actuelles, soit de grillage à fil un peu plus gros (3 à 3.5mm au lieu de 2.5mm) ou encore d'une litière de paille ou de copeaux.

L'élevage de lapin en liberté est aussi pratiqué, les animaux creusent eux même leur terriers dans un espace clôturé (Finzi et al., 1988 ; Finzi et Amici 1991). Dans certaines régions chaudes, comme dans le sud de la Tunisie, les lapins sont élevés dans des puits en forme circulaire ou rectangulaires de profondeur et de diamètre variable (Finzi , 1994; Finzi et al. 1988)

Différents auteurs ont comparé les performances de croissance des lapins élevés en cages et en parcs (Combes et al., 2003b et 2005 ; Maertens et Van Oeckel 2001_{a et b} ; Van Der Horst et al. 1999 ; 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. Ainsi, il ressort que la vitesse de croissance est plus faible dans les parcs que dans les cages. Cependant, l'efficacité alimentaire n'est pas nécessairement altérée par l'élevage en parc. Enfin, le rendement à l'abattage est plus faible pour les lapins qui ont été élevés en parcs que pour ceux qui ont été engraisés dans des cages (-1.4%) (tableau 19).

Les carcasses des lapins élevés en parcs sont systématiquement plus maigres que celles des lapins élevés en cages. Les lapins élevés en grand parc présentent une adiposité plus faible et une proportion de l'arrière et de la cuisse plus élevée (Lebas, 2001; Combes et Lebas, 2003).

Tableau 19 : Synthèse des conditions d'élevage et des performances obtenues dans différentes études ; les performances des lapins élevés en parcs sont exprimées en pourcentage de celles obtenues dans des cages classiques (Lebas, 2001).

N° Etude	Cages		Parcs				
	Nbre/cage	Densité/m ²	Nbre/parc	Densité/m ²	GMQ	I.C.	Rdt abattage
1	7	16.0	64	8.0	-23.7%	+19.5%	-3.3%
2	2	17.0	-	10	-20.0%	+10.4%	-2.8%
3	6	15.4	30	15.8	-7.6%	=	-
4	4	15.0	24	15.4	-3.3%	=	-1.4%

Ces résultats sont une conséquence de l'activité locomotrice permise aux lapins élevés en grand parc, ceux-ci sont en accord avec ceux de Dal Bosco et al. (2000). Ce résultat est d'autant plus marqué que la surface allouée aux lapins est grande (Combes et al., 2003b). 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). Enfin, il convient de signaler que la présence d'une litière est un inconvénient certain rendant très difficile la maîtrise sanitaire.

La figure 6 récapitule l'influence des différents facteurs de variation que nous venons de décrire sur le rendement à l'abattage.

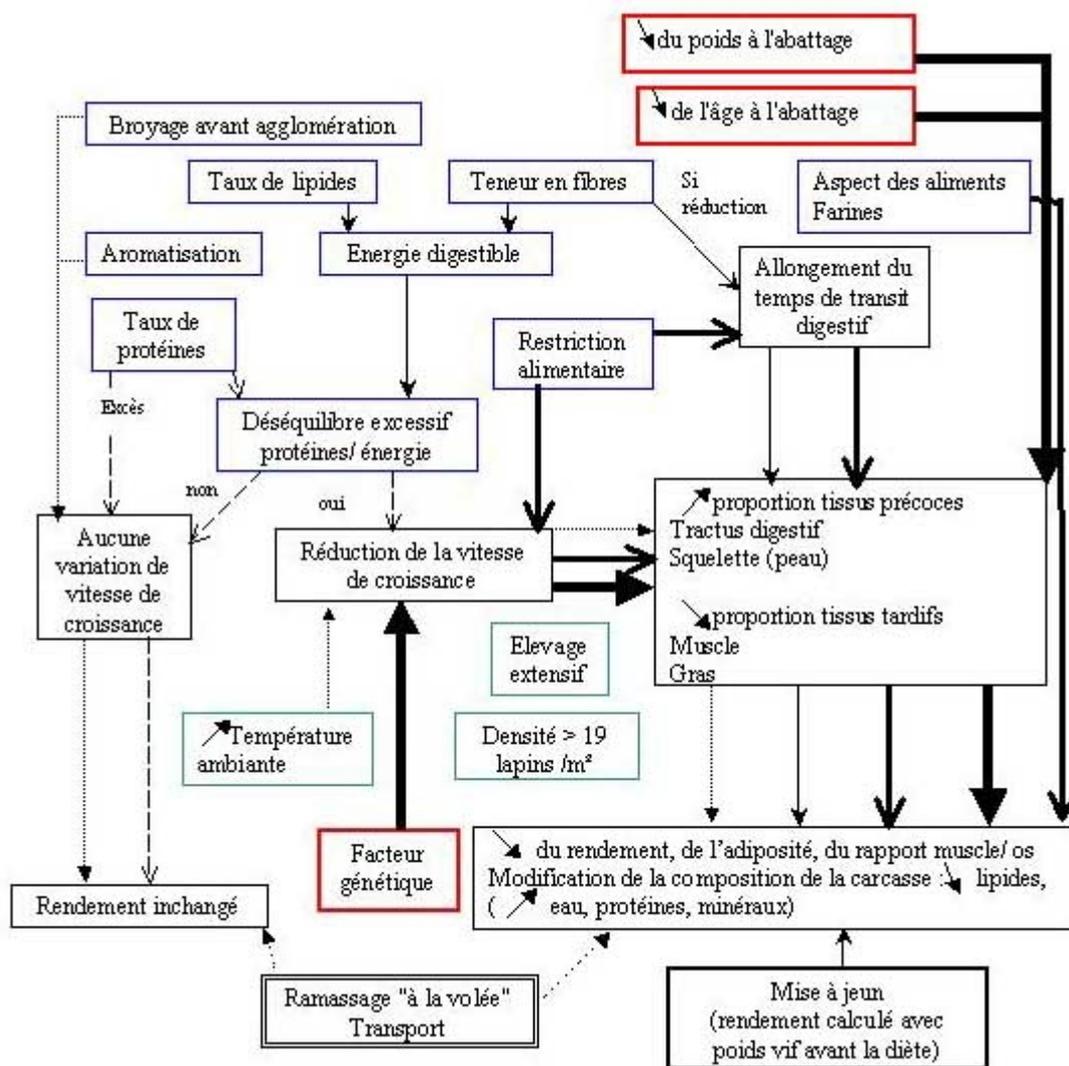


Figure 6 : Influence des différents facteurs de variation sur le rendement à l'abattage (Ouhayoun, 1991).

Le lapin peut être élevé pour 3 grands types de production : la viande, la fourrure ou le poil (angora). Parfois, il est aussi élevé comme animal de laboratoire à des fins très variées (études de tératologie, de dermatologie, ...), ou comme animal de compagnie.

En Algérie, l'objectif essentiel de l'élevage du lapin, comme celui des autres espèces, est de produire de la viande dans les meilleures conditions de rentabilité et de meilleure qualité possible. La production cunicole, qui a été de tout temps de type traditionnelle, montre une tendance à la rationalisation.

Dans le système de production cunicole, la conduite d'élevage est un élément de base de fonctionnement et de l'organisation de la production. Selon l'objectif et les moyens disponibles, l'élevage peut être pratiqué selon trois types de cuniculture (traditionnelle, intermédiaire et professionnelle ou rationnelle).

La production de viande de lapin à un niveau rationnel nécessite la disponibilité et la maîtrise des différents facteurs de production (animaux reproducteurs sélectionnés, aliments complets granulés, ambiance contrôlée dans les bâtiments d'élevage). Une bonne combinaison de ces facteurs conjuguée à un savoir faire conduit à une meilleure rentabilité. Et, la mise en œuvre des techniques récentes (alimentation équilibrée, insémination artificielle, conduite en bande, ...) contribue à une forte croissance de la production de viande.

Introduction à la partie expérimentale :

L'élevage de lapin présente de très fortes potentialités pour produire, avec une faible compétition vis-à-vis des ressources nécessaires à l'homme, une viande de bonne qualité nutritionnelle. La revue bibliographique qui vient d'être présentée montre, toutefois, que les différents facteurs de production, qu'ils soient propres à l'animal (intrinsèques) ou bien d'origine externe (extrinsèques), ont une influence forte sur le rendement et la qualité bouchère de la viande. Les travaux réalisés jusqu'à présent ont porté surtout sur les races hybrides en conditions d'élevage rationnel européennes afin de produire une viande qui réponde aux demandes des consommateurs européens. Très peu de travaux sont disponibles sur les qualités de la viande de la souche locale algérienne, et sur les conditions d'élevage de cette souche pour répondre aux besoins des consommateurs algériens. En effet, les travaux réalisés en Algérie jusqu'à présent ont surtout permis de caractériser la population locale sur le plan des performances de reproduction (Berchiche et al., 2000; Zerrouki, 2006; Zerrouki et al., 2002 et 2005^{a et b}).

Ainsi, l'objectif de notre premier essai est la caractérisation de la croissance, de l'étude du rendement à l'abattage et de la qualité de la viande des animaux locaux élevés en conditions rationnelles locales (aliments granulés industriels, conduite d'élevage en cage grillagée). Par ailleurs, chez le lapin, plusieurs facteurs, tels que l'âge, le sexe, le poids à l'abattage, le type de lapin, l'aliment et la température dans les bâtiments d'élevage, ont une influence directe sur les performances de croissance, le rendement à l'abattage et les qualités bouchères de la carcasse. Pour cela, nous avons consacré la suite de notre travail à l'étude de l'impact de ces facteurs sur les paramètres énumérés.

Chapitre 1: Matériel et Méthodes

1.1- Lieu d'expérimentation :

Nos essais sont conduits dans un bâtiment conçu pour abriter une animalerie au sein de l'université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. Les locaux sont aménagés en clapier standard pour la faculté des sciences Biologiques et Agronomiques.

Ce clapier est composé de deux ateliers, un pour la maternité, l'autre pour l'engraissement. Ce dernier a abrité tous nos essais d'engraissement.

L'atelier d'engraissement dispose de fenêtres pour un éclairage naturel. La température à l'intérieur du bâtiment varie généralement de 14 à 18°C en hiver, 18 à 21°C au printemps, 25 à 30°C en été et de 25 à 15°C en automne. Nos essais sont effectués durant la période allant de 2002 à 2007.

1.1.1 - Cages :

Pour chaque essai, l'engraissement des lapins s'est déroulé dans des cages métalliques grillagées et disposées en flat-deck (figure 7). Ces dernières sont dotées d'une trémie placée sur la face avant pour la distribution de l'aliment granulé et d'abreuvoirs automatiques permettant un abreuvement à volonté (figure 8).

En dessous de chaque cage, des grillages en plastique sont placés (figure 8) pour la récupération et la quantification de l'aliment gaspillé par les lapins (grattages, perte de granulés).

Pour l'étude de digestibilité, une batterie de cages est aménagée. Ces cages sont individuelles, entièrement métalliques et disposées en batterie de trois étages (figure 9). Chaque cage comporte sur la face avant une trémie métallique pour l'aliment granulé et un abreuvoir manuel (biberon). La cage est conçue de manière à recueillir séparément les fèces et les urines. Ainsi, dans chaque cage, l'animal repose sur une grille permettant le passage des crottes vers une deuxième grille mobile à mailles fines où celles-ci sont récupérées (figure 10).



Figure 7 : Batterie de cages d'engraissement disposées en flat-deck



Grillage en plastique



Tétine



Trémie collective

Figure 8 : Détail d'une cage d'engraissement



Figure 9 : Batterie de cages à digestibilité



Figure 10 : Cage de digestibilité

1.2- Les Animaux :

1.2.1- Origine des animaux expérimentaux :

- Animaux utilisés dans les essais 1,2 et 4 :

Les animaux utilisés dans les essais 1, 2, 4 et un lot de l'essai 3 sont nés dans notre station expérimentale. Ils proviennent de la population locale (figure 11). Le troupeau parental initial est constitué depuis 1998 avec des animaux provenant des élevages familiaux des villages environnant la ville de Tizi-Ouzou (Fréha notamment), où l'élevage de lapin est une activité ancienne. Ainsi, Au niveau du clapier expérimental, une cinquantaine de femelles et une dizaine de mâles sont maintenus en population fermée pendant cinq ans et les performances de reproduction ont été caractérisées par Zerrouki et al. (2005). La robe des lapins se distingue par des couleurs très diverses (figure 11).

En outre, cette région a aussi abrité les différents programmes de développement de l'élevage du lapin, notamment celui initié 1987 par l'Office Régionale d'Aviculture Centre (ORAC). Ces programmes sont à l'origine de l'introduction de nouvelles races améliorées de lapins tels que le Néo-Zélandais Blanc, le Fauve de Bourgogne et la souche hybride (hyplus).

- Animaux utilisés dans l'essai 3 :

Les lapins utilisés dans le 2^{ème} lot de l'essai 3 ont une origine hybride (hyplus) (figure 12) ; ils proviennent de la coopérative de Boukhalfa (ITMAS) (à 10km de la ville Tizi-Ouzou). Leurs parents proviennent de lapins hybrides sélectionnés par la société Grimaud frères ; ils ont été importés en une seule et unique fois de France et maintenus en population fermée au niveau de cette coopérative depuis 1998. Ces lapins sont caractérisés par une robe de couleur blanche unie et des yeux de couleur rouge (figure 12).

- Animaux utilisés dans l'essai 5 :

Les lapins utilisés dans l'essai 5 proviennent d'un élevage tenu par un éleveur particulier de la région de Makouda (20 km de la ville Tizi-Ouzou). Les animaux de cet élevage proviennent, à l'origine, de la coopérative de Boukhalfa, mais des croisements anarchiques sont effectués avec d'autres animaux locaux. Ces animaux ont une robe de couleur blanche unie. Les oreilles et le museau sont, soit de couleur noire, soit de couleur blanche (figure 13). D'autres couleurs de robe sont parfois observées parmi la descendance.



Figure 11 : Lapin d'origine locale



Figure 12 : Lapin d'origine hybride



Figure 13 : Lapin hybride d'un élevage d'un particulier

1.2.2- Méthode de constitution des lots :

Les lots sont constitués de façon à être aussi homogènes que possible. La mise en lot se base essentiellement sur le poids vif des animaux au moment du sevrage et de portée d'origine. Les lapins d'une même portée sont répartis équitablement entre les différents traitements. Pour chaque essai, le poids global des lots doit être aussi proche que possible. Pendant la mise en lot, dans les essais 2, 3, 4 et 5, le sexe des lapereaux n'est pas pris en considération ; Car, jusqu'à l'âge de 10, 15 et 20 semaines, selon que la croissance soit rapide, moyenne ou lente, le sexe ne semble avoir d'influence ni sur la digestibilité de la ration, ni sur le gain de poids vif et ni sur la composition corporelle (Ouhayoun 1983, 1990).

Par contre, lors du sevrage et de la mise en lot dans l'essai 1, les lapereaux sont répartis entre les lots en tenant compte, à la fois, du poids vif et du sexe. Les mâles et les femelles sont placés séparément dans des cages et les effectifs par essai sont donnés dans le tableau 20.

Tableau 20 : Effectif des lapins mis dans chaque essai

Type d'étude	Essai 1	Essai 2	Essai 3	Essai 4	Essai 5
La digestibilité	-	-	-	30	30
La croissance	96	256	88	81	75
La qualité des carcasses	80	30	32	60	30

1.3- Les aliments expérimentaux :

A notre connaissance, En Algérie, deux fournisseurs proposent un aliment granulé pour lapin. L'un est basé à Alger (Bouzaréah) et l'autre à Bouira.

Les formulations sont réalisées en fonction de la disponibilité sur le marché local sachant que les matières premières en alimentation du lapin (luzerne, tourteau de soja, maïs) sont toutes, quasiment, importées. En conséquence, ce marché est souvent confronté à des pénuries, notamment de luzerne, et les prix ne cessent de grimper. Dans le but de pallier cette situation, il est nécessaire de réfléchir aux possibilités de substitution de la luzerne par des matières premières disponibles localement telles que le grignon d'olive, la paille ou les issues de meunerie.

Notre but a été de connaître les possibilités d'utilisation de ces matières premières dans les aliments pour les lapins en croissance. Dans l'essai 5, le grignon d'olive et la paille ont été testés dans ; et, dans l'essai 4, la luzerne et le tourteau de soja ont été remplacés par des sous produits de meunerie (son de blé dur et farine basse).

Pour les autres essais (1,2 et 3) qui n'ont pas pour objectif l'étude de l'alimentation, un seul aliment témoin, formulé au sein de notre laboratoire, est utilisé ; celui-ci renferme des matières premières classiquement utilisées en alimentation du lapin (tableau 20). Il est fabriqué au niveau de l'unité de Bouzaréah (Alger). Le détail de composition centésimale de chacun des aliments est indiqué dans le tableau 21.

Les dimensions des granulés des aliments sont de 4 à 6 mm de longueur et de 4 mm de diamètre. La couleur des granulés diffère selon les matières incorporées (figure 14).



Aliment Luzerne



Aliment Paille



Aliment Grignon

Figure 14: Aliments expérimentaux.

Tableau 21 : Composition centésimale des aliments expérimentaux :

Lot	Essai 1,2 et 3	Essai 4			Essai 5		
	.	SB26	SB60	SB67	Luzerne	Paille	Grignon
Matière premières :							
Son de blé	26	26	50	57	28	41.1	55
Farine basse	.	.	10	10	.	.	.
Orge	25	25	.	.	23	8	.
Luzerne	36	36	35	32	41.6	.	.
Tourteau de soja	12	12	04	.	3.7	19.9	18.4
Maïs	.	.	.	.	2.7	.	5
Grignon d'olive	.	.	.	.	.	.	12
Paille de blé	.	.	.	.	.	20	.
Caroube	.	.	.	.	.	5.4	5
Mélasse	.	.	.	.	.	2	2
Carbonate de calcium	.	.	.	.	.	2.3	1.3
Sel	.	.	.	.	.	0.3	0.3
Prémix	1	1	1	1	1	1	1

1.4- Expérimentation et déroulement des essais :

- Essai 1 : Effet de l'âge et du sexe

Cet essai est destiné à la caractérisation de la croissance des lapins de population locale et à l'étude de l'effet de l'âge et du sexe sur les performances de croissance, du rendement à l'abattage et de la qualité de la carcasse.

Pour réaliser cet objectif, 96 lapereaux des deux sexes sont engraisés du sevrage jusqu'à l'âge de 20 semaines, pendant la période allant du mois de janvier au mois de mai. Les lapereaux de population locale, âgés de 28 jours au sevrage, sont logés collectivement (sexe séparé), à raison de 4 lapereaux par cage jusqu'à l'âge de 12 semaines et, ensuite, séparés dans des cages individuelles jusqu'à la fin de l'essai.

A l'âge de 12, 15, 18 et 20 semaines, un échantillon de 20 lapins est abattu pour déterminer les paramètres du rendement à l'abattage et les caractéristiques de la carcasse. Par ailleurs, une analyse anatomique, par la mesure du rapport muscle/os, est effectuée.

Une mesure de pH est aussi effectuée sur les échantillons de viande prélevés 24 heures après l'abattage sur les lapins âgés de 12 semaines. L'étude du pH est réalisée au centre avicole de Taboukert (Tizi-Ouzou). La méthode adoptée est celle pratiquée sur la viande de poulet : 10g de viande de lapin sont prélevés au niveau de la cuisse, broyés et puis homogénéisés dans un mixeur. Le mélange est ensuite centrifugé pendant 10 mn. Après la centrifugation, la mesure du pH se fait par introduction d'une électrode du pH mètre dans le tube contenant le mélange.

- Essai 2 : Effet de la saison

Cette expérimentation est destinée à l'étude de l'effet de la saison (température) sur les performances de croissance et le rendement à l'abattage.

Pour réaliser ce travail, 189 lapereaux sont suivis du sevrage à 28 jours jusqu'à l'âge de 15 semaines. Les lapereaux sont engraisés dans des cages collectives à raison de 4 lapins par cage, pendant la période allant du mois de janvier au mois d'aout.

Pour ce travail, deux groupes d'animaux sont constitués, le premier groupe (34 lapereaux) est suivi pendant le mois de janvier jusqu'au mois d'avril avec des températures ambiantes enregistrées qui varient de 15 à 18°C (tableau 22). Le deuxième groupe d'animaux (38 lapereaux) est suivi pendant la période allant du mois de juin jusqu'au mois d'août, période pendant laquelle les températures moyennes ambiantes relevées dépassent 26°C. Des températures maximales à 32°C ont parfois été enregistrées.

Tableau 22 : Températures à l'intérieur de la cellule d'engraissement pendant la période d'essai

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	septembre
Températures	14.76 ±0.85	15.47 ±0.78	17.63 ±1.53	18.4 ±1.42	20.9 ±1.31	26 ±1.67	27.5 ±1.22	27.8 ±1.38	25.3 ±1.85

A la fin de chacune des périodes d'engraissement (à 15 semaines d'âge), 15 lapins par groupe sont sacrifiés pour déterminer l'influence de la température sur les composantes du rendement à l'abattage et la qualité de la carcasse.

- Essai 3 : Origine génétique des animaux

Cet essai est consacré à l'étude de l'effet de l'origine génétique des lapereaux sur les performances de croissance et du rendement à l'abattage. Pour cela, 88 lapins (44 lapins de la population et 44 d'origine hybride) sont suivis de la naissance jusqu'à l'âge de 84 jours (12 semaines). A l'âge de 35 jours, les lapereaux sont sevrés et logés dans des cages collectives à raison de 4 lapins par cage. Cet essai s'est déroulé pendant la période allant du mois de juin au mois d'août

A la fin de la période expérimentale, un échantillon de lapins est abattu dans chaque lot (14 lapins locaux et 18 lapins hybrides) pour déterminer les composantes du rendement à l'abattage et la qualité de la carcasse.

Les poids vifs sont mesurés chaque semaine depuis la naissance jusqu'à l'âge d'abattage à 84 jours. Les pesées hebdomadaires de la quantité d'aliment distribuée et refusée ont débuté au moment du sevrage.

- Essai 4 : Valorisation des sous produits de blé

Cet essai est destiné à étudier les conditions de l'utilisation des sous produits de blé en alimentation des lapins à l'engraissement. Pour cela, trois aliments (un témoin et deux aliments expérimentaux) différant par leurs teneurs en sous produits de blé (son de blé dur et farine basse) sont testés.

Pour réaliser cette étude, 81 lapereaux (27 par lot), sevrés à 28 jours, logés individuellement dans des cages métalliques sont nourris ad libitum pendant 7 semaines. Parallèlement à l'engraissement, un essai de digestibilité est mené sur 30 autres lapereaux (10 par régime), selon la méthode européenne standardisée (Pérez et al., 1995^a et b).

A l'âge de 11 semaines, 20 lapereaux par lot sont sacrifiés pour déterminer le rendement à l'abattage, les caractéristiques des carcasses et le rapport muscle / os. Cette étude s'est déroulée pendant la période allant du mois d'avril au mois de juin.

- Essai 5 : Sources de fibres

Cette étude est destinée à la valorisation des aliments de lapins différant par leur source de fibres (luzerne, grignon ou paille). Pour cela, trois aliments sont comparés. Le premier aliment est dénommé "Luzerne" car l'apport en fibres provient principalement de la luzerne. Les deux autres aliments expérimentaux apportent 12% du grignon d'olive (aliment "Grignon") et 20% de paille (aliment "Paille") en remplacement totale de la luzerne. Le tourteau de soja est alors utilisé comme source principale de protéines.

Pour réaliser cette étude, 75 lapereaux (25 par lot), sevrés à 35 jours, logés individuellement dans des cages métalliques, sont nourris ad libitum pendant 6 semaines.

Parallèlement à l'engraissement, un essai de digestibilité est mené sur 30 autres lapereaux (10 par régime), selon la méthode européenne standardisée (Pérez et al., 1995^a et b).

A l'âge de 77 jours, un échantillon de 30 lapins (10 par régime) est sacrifié pour déterminer les paramètres du rendement à l'abattage et les caractéristiques des carcasses.

Cette étude s'est déroulée pendant la période allant du mois de mars au mois de mai.

1.5- Croissance et qualité de la viande :

1.5.1- Evaluation des Performances de croissance :

1.5.1.1- Croissance, Consommation, Indice de consommation :

Durant les semaines de contrôle, les poids vifs et les consommations sont enregistrés chaque semaine. Les animaux sont nourris ad libitum.

- Le poids vif (PV en g) est une mesure directe, elle est déterminée par les pesées individuelles des animaux en début de matinée et avant la distribution de l'aliment.

- Le Gain Moyen quotidien (GMQ en g/j) renseigne sur la vitesse de croissance d'un individu.

$$\text{GMQ (g/ jour)} = \frac{\text{poids vif à la fin de la période (g)} - \text{poids vif au début de la période (g)}}{\text{Nombre de jours de la période}}$$

C'est une mesure indirecte qui est déduite à partir du poids hebdomadaire des animaux. Le gain moyen quotidien est calculé pour chacune des semaines d'engraissement.

- La consommation alimentaire est mesurée à partir des quantités d'aliments distribuées et refusées chaque semaine. La consommation moyenne quotidienne (CMQ en g/j) est déduite par calcul pour chacune des semaines d'engraissement. Les aliments refusés ne sont pas recyclés.

$$\text{CMQ (g/j)} = \text{Ingéré de la semaine(g)} / 7$$

- L'indice de consommation (IC) renseigne sur l'efficacité alimentaire de l'animal. Il correspond à la quantité d'aliment nécessaire pour avoir un accroissement de poids vif de 1g pour une période donnée. Un indice de consommation faible signifie que l'animal est plus efficace car il consomme moins d'aliment pour obtenir un gain de poids équivalent.

$$\text{IC} = \text{CMQ} / \text{GMQ}$$

1.5.1.2- Quantité ingérée de nutriments, efficacité alimentaire :

Pour mieux apprécier l'ingestion de nutriments, les critères suivants sont calculés :

- Consommation moyenne quotidienne d'énergie digestible (kcal EDa/jour) entre le sevrage et la fin de l'essai. C'est la consommation moyenne d'aliment multipliée par la teneur en énergie digestible de l'aliment.
 - Consommation moyenne quotidienne de protéines digestibles (en g de PD/jour) entre le sevrage et la fin de l'essai. C'est la consommation moyenne d'aliment (g/j) multipliée par la teneur en protéines digestibles (PD) de l'aliment.
 - Efficacité énergétique (kcal/g de GMQ). C'est la quantité d'énergie digestible nécessaire pour obtenir un gramme de gain de poids vif entre le sevrage et la fin de l'essai.
 - Efficacité protéique (g de PD/g de GMQ). C'est la quantité de protéines digestibles nécessaires pour obtenir un gramme de gain de poids vif entre le sevrage et la fin de l'essai.
- Ces paramètres sont calculés pour les essais d'alimentation uniquement (essai 4 et 5).

1.5.2 – Qualité des carcasses:

Pour chacun des essais, un échantillon, ou la totalité des lapereaux présents en fin d'essai, est abattu par saignée sans mise à jeun préalable. Sur chaque animal, les paramètres suivants sont relevés :

- Poids vif avant l'abattage (g).
- Poids de la peau (g).
- Poids du tube digestif plein (g).
- Poids de la carcasse chaude (g).

La carcasse chaude comporte la tête, les extrémités des membres portant le pelage (manchons), le foie, les reins, ainsi que le gras périrénal et le gras inter scapulaire. Elle est pesée environ une demi-heure après la saignée, puis elle est mise au réfrigérateur à 4°C.

Après ressuyage au réfrigérateur pendant 24 h, les pesées suivantes sont relevées :

- Poids de la carcasse froide (g).
- Poids des manchons(g).
- Rendement de la carcasse chaude (CC/PV) : exprimé en % du poids vif à l'abattage
- Rendement de la carcasse froide (CF/PV) : exprimé en % du poids vif à l'abattage
- Poids du gras périrénal : gras qui entoure les reins.
- Poids du membre postérieur (g) : poids de la cuisse prélevée sur la carcasse froide (essai 1 et 4).

1.6 - Analyse anatomique :

Afin d'estimer les poids des tissus musculaires et osseux constitutifs, la cuisse du lapin est désossée après cuisson en étui d'aluminium étanche (pendant 2 heures dans un four à 200°C). Les os sont pesés après la cuisson. Le poids de l'os cru est calculé en utilisant la relation publiée par Ouhayoun et Cheriet (1983) entre le poids des os frais de la cuisse (Y) et celui des os cuits (x) :

$$Y = 1.247x - 1.082 \quad (r = 0.92)$$

Le poids du tissu musculaire est obtenu par différence entre le poids total du groupe anatomique frais et le poids de l'os frais estimé (Y). Cette mesure permet de calculer le rapport muscle / os qui est un indicateur de la maturité et de la qualité de la carcasse.

1.5.4- Etude de la digestibilité :

L'étude de digestibilité est effectuée sur chaque régime expérimental des essais d'alimentation 4 et 5. Pour un nutriment donné, le coefficient d'utilisation digestive apparente est égal au pourcentage de la quantité de nutriment ingéré qui n'est pas retrouvé dans les fèces. Le coefficient d'utilisation digestive apparente (CUDa) d'un nutriment est déterminé par la formule suivante :

$$\text{CUDa} = [(I - E)/I] \times 100$$

CUDa : coefficient d'utilisation digestive apparente (%).

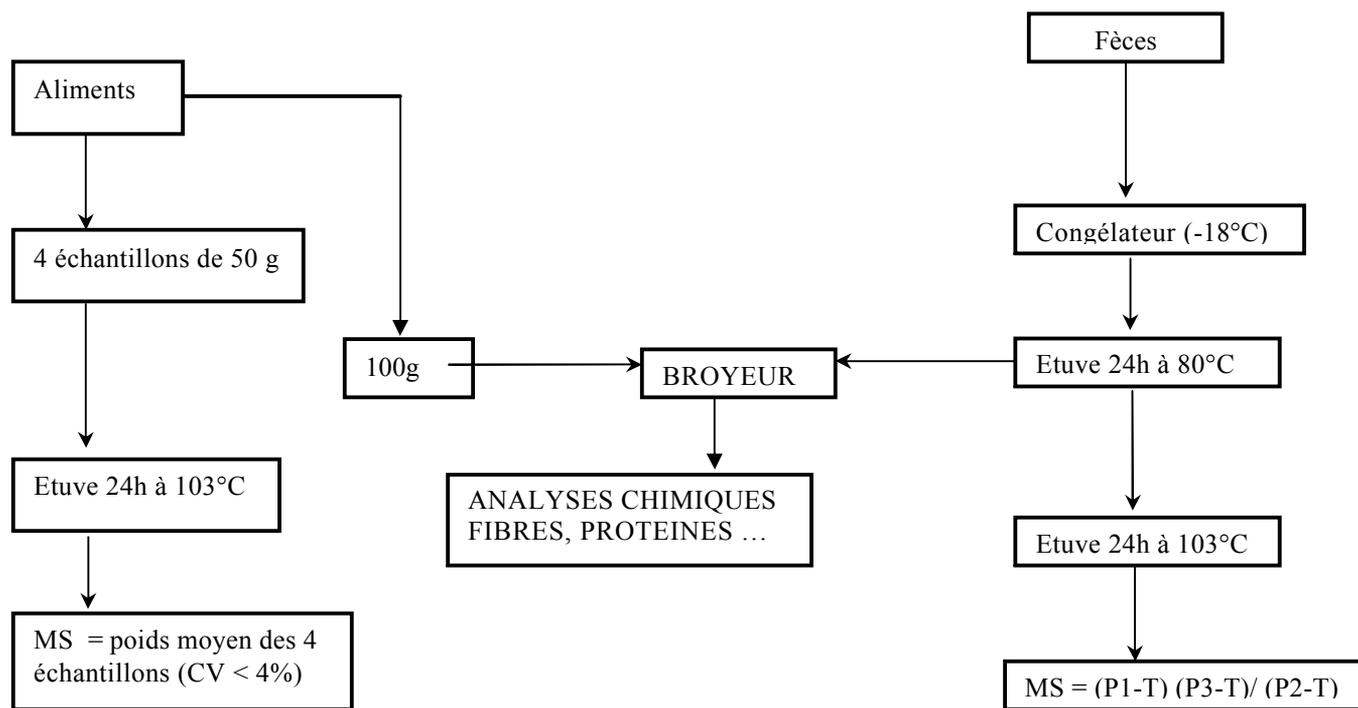
I : quantité de nutriment ingéré (g).

E : la quantité de nutriment excrété dans les fèces ou crottes(g).

L'estimation de la digestibilité des nutriments est effectuée sur la base de la méthode européenne standardisée de mesure in vivo. Cette méthode est décrite par Perez et al. (1995a et 1995b) (figure 14).

Cette évaluation est réalisée pour la matière sèche, la matière azotée, la cellulose brute et l'énergie. Le principe de la méthode consiste, après une adaptation au régime alimentaire pendant 2 semaines, en une collecte quotidienne, individuelle et totale des fèces durant quatre jours consécutifs chez des lapereaux âgés de 42 jours, nourris à volonté et placés dans des cages spécialement équipés pour des bilans digestifs. Le nombre de lapins suivis par régime expérimental est de 10.

Les crottes collectées sont stockées dans des sachets en plastiques, portant le nom de l'aliment et le numéro du lapin ; ensuite, elles sont conservées au congélateur à -18°C jusqu'au moment des analyses.



T = poids du plateau vide.

P1 = poids du plateau + la totalité des fèces séchées 24h à 80°C

P2 = poids du plateau + fèces séchées restantes après prélèvement d'environ la moitié pour l'analyse chimique.

P3 = poids du plateau + fèces séchées 24h à 103°C .

Figure 15 : Digestibilité de la matière sèche (Perez et al., 1994)

1.7 – Méthodes d'analyse physico-chimique :

Suite à la collaboration de notre laboratoire avec l'UMR TANDEM (Tissus Animaux, Digestion, Écosystème, métabolisme) au centre de recherche de l'INRA de Toulouse (France), les analyses physico-chimiques sont réalisées au niveau du laboratoire de la Station de Recherche Cunicole (SRC). Les dosages concernent la matière sèche, la matière azotée, la cellulose brute et les matières minérales. Les méthodes de dosage utilisées sont :

- La matière sèche :

La détermination de la matière sèche des aliments et des fèces a été effectuée conformément à la méthode de Pérez et al., (1994). La matière sèche moyenne des aliments est déterminée à partir de 4 échantillons de 50 g chacun, placés dans une étuve chauffée à 103°C pendant 24 heures. La matière sèche des fèces est mesurée par un premier passage direct à l'étuve, à 80°C durant 24 h, de la totalité des fèces récoltées. La moitié environ des crottes subissent un deuxième séchage final à 103°C pendant 24 heures.

Les analyses chimiques sur les fèces sont réalisées sur la moitié séchée seulement à 80°C après un broyage préalable (Figure 7). La matière sèche des crottes est ensuite calculée avec la formule :

$$MS = (P1-T) (P3-T) / (P2-T).$$

T = poids du plateau vide.

P1 = poids du plateau + la totalité des fèces séchées 24h à 80°C

P2 = poids du plateau + fèces séchées restantes après prélèvement d'environ la moitié pour
L'analyse chimique.

P3 = poids du plateau + fèces séchées 24h à 103°C.

- La matière azotée totale (MAT) :
L'azote est déterminé par la méthode DUMAS (Model FP- 428, Leco Corp., St Joseph, MI, USA).

$$\text{Protéines} = \text{MAT} \times 6,25.$$

- La matière minérale est obtenue par calcination à 200°C pendant 1h30 et à 550 °C pendant 3h de la matière sèche obtenue.

- La cellulose brute est extraite selon la méthode de WEENDE. Pour des raisons matérielles, le détail de l'analyse des fibres (ADF, ADL, NDF) n'a pas été réalisé.

- L'énergie brute des aliments est déterminée par combustion dans un calorimètre adiabatique (PARR, Moline, Illinois, USA).

1.8- Méthode d'analyse statistique :

Les résultats obtenus sont traités à l'aide du logiciel Statistical Analysis System (SAS version 6.12, SAS Institute Inc., Cary, USA).

Les poids des animaux, le rendement à l'abattage, les caractéristiques bouchères de la carcasse, la vitesse de croissance et la consommation sont traités par une analyse de variance, en utilisant le modèle GLM (General Linear Model). Le lot est toujours utilisé comme facteur explicatif. L'âge et le sexe ont également été rajoutés pour certains essais. Quand les lots présentent des différences significatives, les différences entre moyennes sont déterminées en utilisant le test Ryan-Einot-Gabriel-Welsh Multiple Range test.

Pour les significations statistiques, les signes suivants sont utilisés :

- ns : différence statistiquement non significative à $P > 0,05$.
- * : différence statistiquement significative à $P < 0,05$.
- ** : différence statistiquement significative à $P < 0,01$.
- *** : différence statistiquement significative à $P < 0,001$.

Chapitre 2 : Caractérisation du lapin d'une population locale : Effet de l'âge et du sexe sur les performances de croissance et le rendement à l'abattage.

2.1- Objectifs :

La caractérisation de la croissance du lapin de population locale n'a pas fait l'objet d'étude en élevage rationnel. Pour pallier cette carence, le présent essai a pour objectif d'étudier les performances de croissance, d'abattage et des qualités de la carcasse du lapin de population locale, dans un élevage hors sol et alimenté avec un aliment granulé complet industriel.

Une enquête préalable (Lakabi, 1999) a montré que la majorité des consommateurs (68.5%) a une préférence pour des carcasses relativement lourdes (PV à l'abattage de 2.5 kg environ). En condition standard, les lapins sont abattus vers 12 semaines d'âge. Nous avons testé l'intérêt d'un allongement de la période d'engraissement au-delà de 12 semaines. En effet, au-delà de cet âge, on observe généralement, i) des augmentations de poids qui se répercutent sur les caractéristiques des carcasses ; et ii) des modifications liées au sexe des animaux (dimorphisme sexuel). Il nous paraît donc utile de déterminer l'évolution en fonction de l'âge et du sexe, de la croissance et du rendement à l'abattage ainsi que des caractéristiques bouchères des carcasses issues de lapins de population locale, en vue de déterminer l'âge d'abattage qui permet de satisfaire les demandes des consommateurs.

2.2- Résultats :

2.2.1 - Etat sanitaire des animaux pendant l'engraissement:

Dans cet essai, seuls les animaux vivants en fin de l'essai sont considérés dans l'analyse statistique. Le taux de mortalité enregistré est de 9.38%. Les pertes sont toutes enregistrées pendant les trois premières semaines post-sevrage. Les animaux perdus ont présenté des diarrhées.

2.2.2- Caractéristiques nutritionnelles de l'aliment expérimental :

La composition chimique de l'aliment expérimental (tableau 23) révèle des teneurs en protéines et en énergie brute de 16.07 % et 3968 kcals/kg. Exprimées en protéines digestibles et énergie digestible, les valeurs sont de 13.5 % et de 3010 kcals ou 12.6 Mj/ kg d'aliment brut.

Sur le plan de l'apport en fibre (cellulose brute), la teneur de cet aliment se situe à 11.7%.

Tableau 23 : Composition de l'aliment expérimental.

<u>Composition chimique :</u>	
Matière sèche (% d'aliment brut)	89.6
Protéines brutes (% d'aliment brut)	16.1
Protéines digestibles (% d'aliment brut)	13.5
Cellulose brute (% d'aliment brut)	11.7
Matière minérale (% d'aliment brut)	7
Energie brute (kcal ou Mj/kg brut)	3968; 16.6
Energie digestible (kcal ou Mj /kg brut)	3010; 12.6

2.2.3- Effet de l'âge :

2.2.3.1 Performances de croissance et de consommation des lapins entre l'âge de 4 et 20

semaines:

Le poids moyen des lapereaux au sevrage ne présente pas de différence significative entre les lots, il est de 503g. La croissance des animaux suit une courbe sinusoïdale dont l'allure est similaire à celle décrite par Ouhayoun, (1983). Entre le sevrage et l'âge de 18 semaines, l'augmentation du poids est régulière. Au-delà, les poids vifs deviennent stationnaires (figure 15).

Les poids vifs atteints à l'âge de 12, 15 et 18 semaines sont significativement différents entre eux (1845, 2303, 2764g ; $p < 0.001$). Les poids atteints à 18 et 20 semaines sont similaires et ne présentent pas de différence significative (2764 vs 2935g, ns).

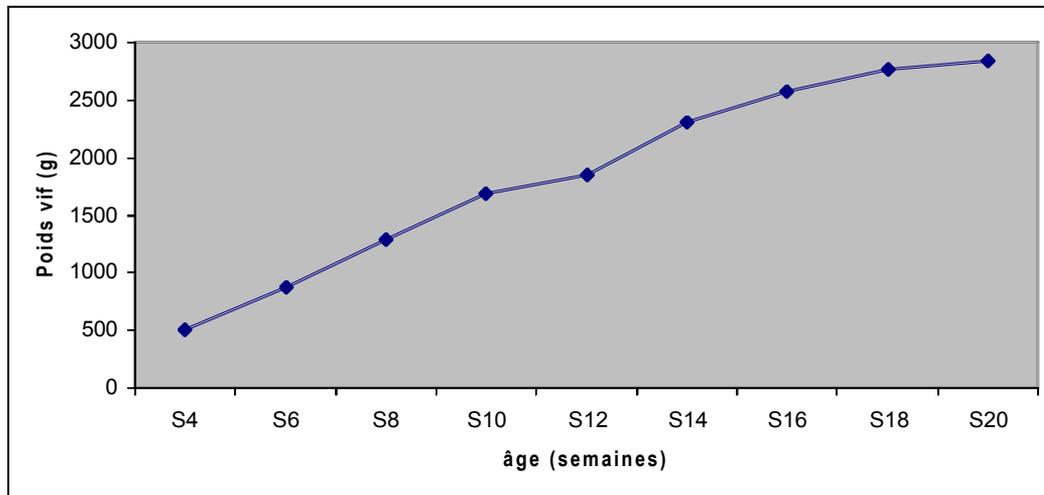


Figure 16 : Evolution des poids vifs en fonction de l'âge

L'évolution de la consommation des animaux est marquée par une augmentation graduelle en deux phases (tableau 23 ; figure 16). De la 5^{ème} à la 8^{ème} semaine d'âge, l'ingestion alimentaire est de 89g/j et est de 137 g/j de la 9^{ème} à la 14^{ème} semaine. Pendant la dernière phase (de la 15^{ème} à la 20^{ème} semaine), la consommation d'aliment atteint 153 g/j.

Pour les périodes globales, les lapins consomment 110g/j jusqu'à 12 semaines, 122g/j jusqu'à 15 semaines, près de 131 g/j à 20 semaines. Les consommations enregistrées pendant les périodes 4-12, 4-15 et 4-18 semaines sont significativement différentes, alors que celles obtenues pendant les périodes 4-18 et 4-20 semaines sont similaires.

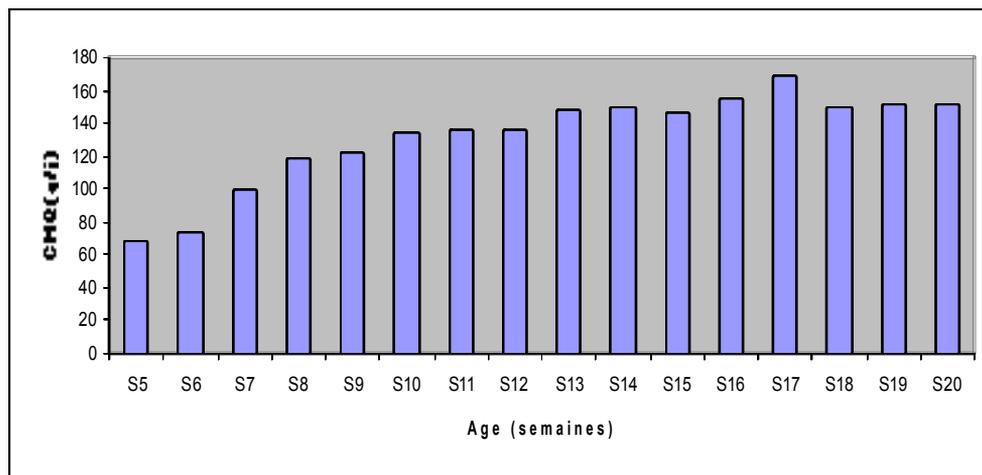


Figure 17: Evolution des consommations moyennes quotidiennes en fonction de l'âge

L'évolution du gain moyen quotidien montre une forte vitesse de croissance entre le sevrage et la 10^{ème} semaine (29g/j). Cependant, entre la 8^{ème} et la 9^{ème} semaine d'âge, une chute de croissance (12%) est observée. Cette baisse de vitesse de croissance est suivie d'une croissance compensatrice à la 10^{ème} semaine d'âge (figure 17 ; tableau 24). A partir de la 10^{ème} semaine d'âge, la vitesse de croissance amorce une chute graduelle jusqu'à la fin de la période d'engraissement (figure 17).

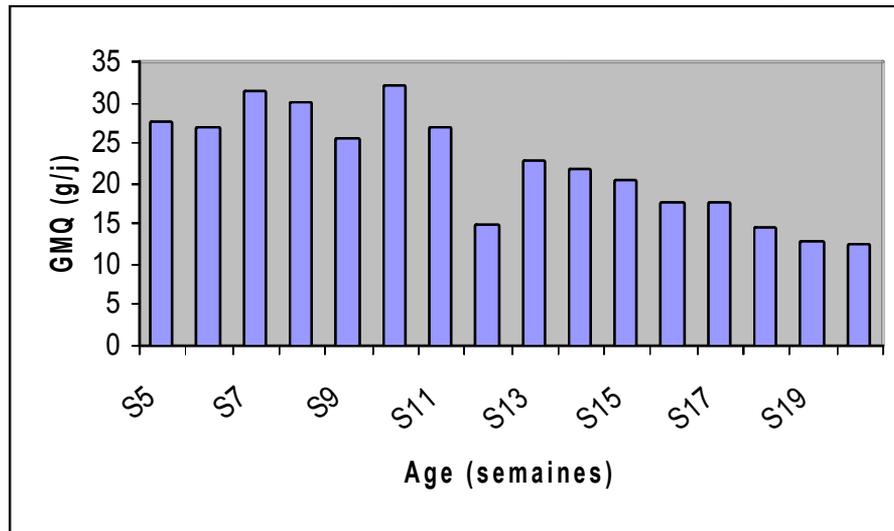


Figure 18: Evolution des gains moyens quotidiens en fonction de l'âge

Les gains moyens quotidiens enregistrés pour les périodes 4-12, 4-15 et 4-18 semaines sont significativement différents (28.5, 26.24 et 24.13 g/j ; $P < 0.01$). Pour l'ensemble de la période expérimentale, le gain moyen quotidien est de 22.6g/j. L'indice de consommation augmente progressivement entre la 5^{ème} (2.5) et la 20^{ème} semaine (12.2).

Tableau 24 : Evolution des performances de croissance et de consommation en fonction de l'âge

Age (semaines)	GMQ (g/j)	CMQ (g/j)	Indice de consommation
5 Semaine	27.6±12.3	67.9 ± 1.2	2.5± 0.6
6 Semaine	26.6±11.4	72.6 ± 18.8	2.7±0.5
7Semaine	31.4±10.4	99.0 ± 19.7	3.2± 0.5
8Semaine	29.9±13.3	16.8 ± 27.5	3.9 ±1.4
9Semaine	25.4 ±13.9	121.9 ± 38.2	4.8±1.1
10 Semaine	32.0±14.6	133.5 ± 22.2	4.2±1.6
11Semaine	26.7±14.7	135.6 ± 30.1	5.1±1.5
12Semaine	24.8 ±12.7	134.9 ± 28.4	5.5±1.7
13Semaine	22.6±13.1	147.0 ± 24.2	6.5±1.7
14Semaine	21.5±11.0	148.7± 29.1	6.9±1.9
15Semaine	20.4±15.5	146.1± 31.0	7.2±3.1
16Semaine	17.5±11.4	153.3 ± 36.4	8.8±3.4
17Semaine	17.4±13.3	168.1 ± 18.6	9.7±4.4
18Semaine	14.5±10.5	149.1 ± 19.1	11.7±5.5
19Semaine	12.5±08.6	150.5 ± 28.7	12.0±4.9
20Semaine	12.4±09.4	150.6 ± 22.7	12.2±7.6
4-20Semaines	22.7±6.7	132.7±28.9	6.7±3.2

2.2.3.2- Performances à l'abattage et qualité de la carcasse:

Les résultats concernant l'effet de l'âge sur les paramètres du rendement à l'abattage et la qualité des carcasses sont présentés dans le tableau 24.

Comme attendu, les poids vifs augmentent avec l'âge. Entre 12 et 20 semaines d'âge, les poids des lapins sont significativement différents. Aussi, les différences de poids vif liées à l'âge se répercutent sur l'ensemble des paramètres mesurés qui diffèrent significativement en fonction de l'âge d'abattage, à l'exception du rendement à l'abattage et de la proportion du foie qui sont similaires (tableau 24).

La proportion de la peau augmente significativement entre 12 et 15 semaines d'âge (+11.6%), puis devient stationnaire jusqu'à 20 semaines (17%). La proportion du tube digestif plein est plus élevée à 12 semaines (14.8%), puis elle décroît significativement entre 15 et 18 semaines d'âge (- 9.5 %, - 20.3% respectivement).

A l'instar du poids vif, le poids de la carcasse chaude et froide augmente significativement entre l'âge de 12 à 18 semaines (CC : 1323g ; 2650g; 2005g; CF : 1277g, 1604g ,1955g, respectivement à 12 ; 15 et 18 semaines), puis se stabilisent. Ce qui représente

une augmentation pondérale de 51 et 53% entre 12 et 18 semaines pour la carcasse chaude et froide respectivement

Les quantités de gras déposées au niveau rénal et scapulaire augmentent régulièrement au cours de la croissance (1.9 vs 4.3% et 0.6 vs 1.1% respectivement à 12 et 20 semaines, pour le gras rénal et scapulaire). Entre l'âge de 12 et 20 semaines, la quantité de gras rénal et scapulaire est multipliée par 2.26 et 1.83 respectivement.

Le rapport muscle/os qui rend compte du développement relatif de la musculature par rapport au squelette est significativement affecté par l'âge. Le rapport muscle/os est d'autant plus important que les animaux deviennent plus âgés. Les valeurs enregistrées à 12 et 20 semaines sont de 6.65 et 7.83, soit une progression de +17.74% (tableau 25).

Tableau 25 : Rendement à l'abattage et qualité de la carcasse en fonction de l'âge

Age (semaines)	12	15	18	20	Sign. Stat.
Paramètres (g)					
Poids vifs abattage (PVa)	1845 ^c ±95	2303 ^b ±300	2764 ^a ±282	2935 ^a ±341	***
Carcasse chaude (CC)	1323 ^c ±68	1650 ^b ±199	2004 ^a ±187	2045 ^a ±233	***
Carcasse froide(CF)	1277 ^c ±22	1604 ^b ±189	1955 ^a ±177	1983 ^a ±271	***
Paramètres (%)					
CC /PVa	71.7±2	71.9±4	72.5±2	72.1±1	ns
CF/PVa	69.2±3	68.6±4	70.7±2	67.8±2	ns
Peau	14.6 ^b ±1	16.3 ^a ±2	17.3 ^a ±1	16.7 ^a ±1	***
Tube digestif	14.8 ^a ±1.5	13.4 ^b ±2.0	11.8 ^c ±1.5	12.9 ^c ±1.2	***
Foie	5.20±1	4.67±1	5.21±1	4.58±1	ns
Gras rénal	1.9 ^c ±0.4	2.9 ^b ±0.9	3.7 ^a ±1.1	4.3 ^a ±1.3	***
Gras scapulaire	0.6±0.2 ^c	0.7±0.3 ^b	0.9±0.3 ^{ab}	1.1±0.3 ^a	***
Muscle/Os	6.65 ^c ±0.49	7.19 ^b ±0.39	7.67 ^{ab} ±0.57	7.83 ^a ±0.96	*

• Mesure du pH :

Le pH est une caractéristique physique résultant de l'évolution post-mortem du muscle. La valeur moyenne du pH musculaire de la viande, des lapins de population locale âgés de 12 semaines, est de 5.61±0.02.

2.2.4- Effet du sexe :

2.2.4.1 – Performances de Croissance :

L'évolution des courbes pondérales des femelles et des mâles de population locale, entre 4 et 18 semaines d'âge, est linéaire et similaire jusqu'à l'âge de 14 semaines (figure 19). Au-delà, les femelles deviennent significativement plus lourdes que les mâles (figure 18). Entre 15 et 20 semaines d'âge, les écarts de poids entre les femelles et les mâles s'accroissent (2385 vs 2278g ; 2890 vs 2638g ; 3075 vs 2598g), soit un écart pondéral de 5, 9 et 16% respectivement à l'âge de 15, 18 et 20 semaines.

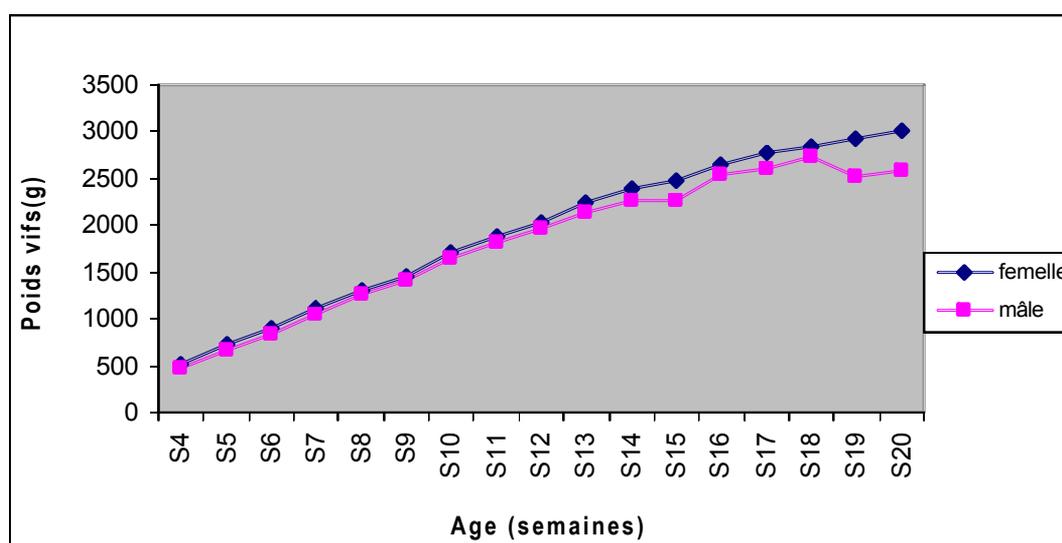


Figure 19 : Evolution des poids vifs des mâles et des femelles en fonction de l'âge.

Le sexe n'a aucune influence significative sur la vitesse de croissance jusqu'à l'âge de 12 semaines. A partir de la 12^{ème} semaine, des différences significatives apparaissent entre les gains moyens quotidiens des femelles et des mâles (figure 20).

Les vitesses de croissance maximale sont enregistrées à la 10^{ème} semaine d'âge pour les mâles et les femelles (33 et 31g/j respectivement).

L'effet du sexe sur la consommation n'est pas significatif jusqu'à l'âge de 12 semaines. Entre l'âge de 13 et 17 semaines, les femelles consomment significativement plus que les mâles (160.5 vs 142.8 g/j ; $p < 0.05$). En revanche, pendant les trois dernières semaines d'engraissement (18 à 20 semaines), les consommations des femelles et des mâles sont similaires (figure 21).

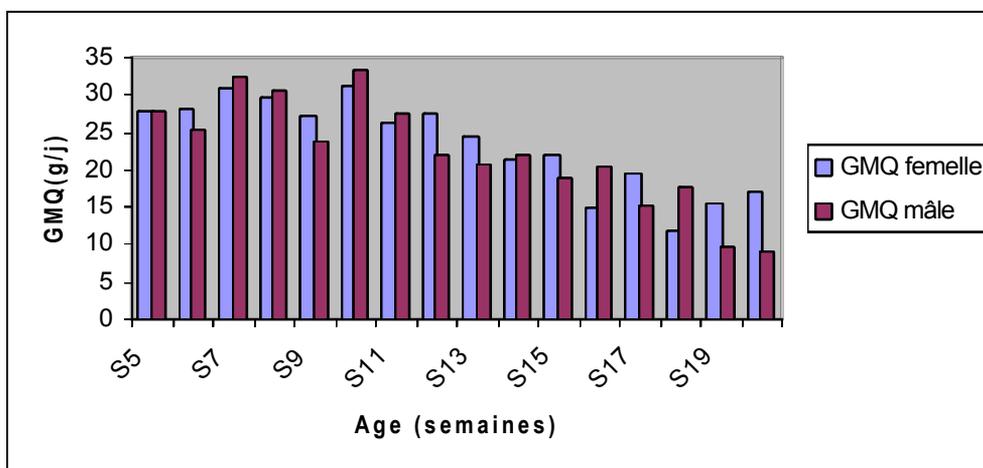


Figure 20 : Evolution des gains moyens quotidiens selon le sexe

Concernant les périodes globales, le facteur sexe a un effet significatif sur les poids vifs. Les femelles présentent des poids vifs significativement plus importants que les mâles. Une supériorité pondérale des femelles par rapport aux mâles de 107, 252 et 477g est enregistrée à 15, 18 et 20 semaines, ce qui correspond respectivement à un écart de poids de 5, 9 et 16%.

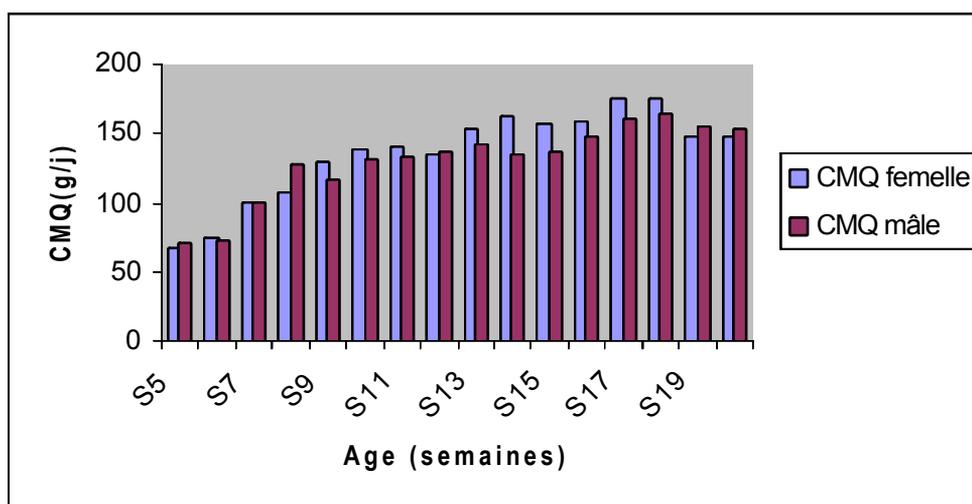


Figure 21 : Evolution des consommations moyennes quotidiennes selon le sexe

Les vitesses de croissance sont similaires pour les périodes 4–12 et 4-15 semaines. Au-delà de 15 semaines, la vitesse de croissance des femelles est significativement supérieure à celle des mâles (17 vs 9 g/j à 20 semaines) (tableau 26).

Les indices de consommation sont similaires entre les deux sexes pour la période 4-12 semaines ; cependant, pour la période 4-20 semaines, l'indice de consommation des femelles est meilleur (5.7 vs 6.0 ; ns).

Tableau 26: Performances de croissance et de consommation des femelles et des mâles en fonction de l'âge

Age	GMQ(g/j)		CMQ(g/j)		IC		Signific. Statist.		
	Femelle	Mâle	Femelle	Mâle	Femelle	Mâle	GMQ	CMQ	IC
5semaines	27.5±11.6	27.6±13.2	66.4±16.3	69.3±21.5	2,4±0.6	2,5±0.64	ns	ns	ns
6 semaines	27.9±10.9	25.1±11.8	73.1±19.9	72.1±17.8	2.6±0.5	2.8± 0.32	ns	ns	ns
7semaines	30.7±10.5	32.1±20.2	98.8±17.9	99.2±21.4	3.2± 0.3	3.1± 0.52	ns	ns	ns
8semaines	29.3±13.7	30.4±12.8	106.4±33.5	125.8±16.9	4.7±1.4	4.1± 0.33	ns	*	.ns
9 semaines	27.1±14.0	23.6±13.7	128.8±41.9	115.6±24.1	4.4±1.2	4.9± 0.91	ns	ns	ns
10 semaines	31.0±13.8	33.0±15.4	137.5±20.8	129.6±22.9	5.3±1.8	4.9± 1.3	ns	ns	ns
11semaines	26.1±16.1	27.2±13.2	139.1±37.7	132.3±20.3	4.9±1.0	6.2±1.65	ns	ns	*
12semaines	27.4±11.1	21.9±13.3	134.8±30.5	135.1±26.5	6.3±1.5	6.9± 1.8	**	ns	ns
13 semaines	24.3±13.9	20.4±11.7	153.2±27.1	140.4±18.7	5.6±1.6	6.2± 1.22	**		ns
14 semaines	21.3±14.6	21.8±16.1	161.2±29.2	134.7±21.8	7.2± 1.9	7.3± 1.86	ns	**	ns
15semaines	21.9±16.9	18.6±13.5	156.6±26.2	135.0±32.3	10.7±3.1	7.2± 2.10	*	*	***
16semaines	14.9±14.1	20.3±16.5	158.3±27.1	146.8±45.6	9.0±2.3	10.5±3.4	***	ns	**
17semaines	19.4±16.2	15.1±09.1	175.0±14.9	159.0±19.2	15±4.2	9.3±4.7	*	*	***
18 semaines	11.6±07.7	17.6±12.3	173.4±14.7	163.4±22.2	9.6±3.1	16.3±5.6	*	ns	***
19 semaines	15.3±06.1	09.4±09.3	147.1±28.1	153.5±30.0	9.7±3.9	11.3±5.1	*	ns	**
20 semaines	17.0±13.1	08.8±03.3	147.1±28.1	152.4±30.2	8.7±4.5	17.3± 7.4	*	ns	***
4-20 semaines	23.3±5.9	22.0±6.98	134.8±31.74	129.0±27.0	6.58 ± 3.06	7.1±4.1	ns	ns	ns

2.2.4.1- Rendement à l'abattage et qualité de la carcasse :

Les résultats concernant l'effet du sexe sur le rendement à l'abattage et les caractéristiques de la carcasse en fonction de l'âge sont présentés dans le tableau 27.

Le facteur sexe ne révèle aucun effet significatif sur les paramètres mesurés, hormis la proportion du tube digestif plein et les rendements en carcasse froide pour les animaux abattus à 12 semaines (15.6 vs 14.1%, $p < 0.05$; 67.8 vs 70.5% ; $p < 0.01$) et à 15 semaines (64.2 vs 70.7% ; $p < 0.01$).

Chez les animaux âgés 12 semaines, la proportion du tube digestif plein des femelles est plus importante que celle des mâles (15.56 vs 14%). Cette situation serait à l'origine de la détérioration des rendements en carcasse chaude et froide des femelles : 70.63 vs 72.54% et 67.83 vs 70.45% respectivement.

L'effet du sexe mesuré à 15 semaines d'âge met en évidence une supériorité pondérale des femelles par rapport aux mâles (+ 5%) ; cependant, cet écart n'a pas de répercussion sur les autres paramètres mesurés. Ainsi, à l'exception du rendement en carcasse froide qui est significativement supérieur chez les mâles par rapport aux femelles du même âge (72.67 vs 64.25%), les autres paramètres mesurés sont similaires entre les deux sexes.

L'effet du sexe à l'âge de 18 semaines est plus marqué sur certains paramètres. Ainsi, Le poids vif à l'abattage, la carcasse chaude, la proportion du gras rénal et le rapport muscle/os sont significativement plus développés chez les femelles que les mâles (Pv: + 8.7% ; +14% ; Gr: +17% et le rapport muscle/os: +16%). En revanche, à cet âge, les autres paramètres (rendement en carcasse froide et chaude, proportion de la peau, du tube digestif plein, du foie et du gras scapulaire) sont similaires entre les deux sexes.

A l'âge de 20 semaines, l'analyse de l'effet du sexe met en évidence un poids vif au moment de l'abattage significativement plus important chez les femelles par rapport aux mâles (+ 15.5%). Cet écart est dû, d'une part, à la perte de poids par les mâles entre 18 et 20 semaines, et, d'autre part, à l'installation du gras rénal et scapulaire qui progresse chez les femelles. Les proportions de gras rénal et scapulaire enregistrées à 20 semaines sont significativement plus importantes chez les femelles que chez les mâles (4.5 vs 3.8% et 1.2 vs 0.9%) respectivement. Par rapport à l'âge de 18 semaines, les proportions du gras rénal et scapulaire ont augmenté de 9.75 et 20 % chez les femelles.

Concernant les autres paramètres, nous remarquons une nette différence significative entre les femelles et les mâles : la supériorité pondérale des femelles par rapport aux mâles s'est répercutée sur le poids significativement plus important des carcasses chaudes (2202 vs 1888g)

et froides (2144vs 1822g), ainsi que sur le rapport muscle/os significativement supérieur chez les femelles (8.24 vs 6.92).

Indépendamment de l'âge, le rendement en carcasse chaude n'est pas affecté par le sexe des animaux (71,5 à 72.5 %). Quant au rendement en carcasse froide, des différences significatives sont observées sur les carcasses des femelles et des mâles abattus à l'âge de 12 et 15 semaines (67,8vs 70,5 ; 64,2 vs 70,6%, respectivement).

Quelque soit l'âge considéré, le facteur sexe ne semble avoir aucun effet significatif sur le développement du foie et de la proportion de la peau. Cependant, le tube digestif plein est significativement plus important chez les femelles âgées de 12 semaines (15.56 vs 14.1%).

Tableau 27 : Rendement à l'abattage et qualité de la carcasse en fonction du sexe et de l'âge

Age (semaines)	12	15	18	20	Signification statist.	
					Effet âge	âge*sexe
Paramètres (g)						
Poids vifs abattage (PVA) ♀	1821±92d	2385±278c	2890±249b	3075±285a	***	*
♂	1864±98d	2278±313c	2638±268b	2598±204a		
Effet sexe	ns	*	*	**		
Carcasse chaude (CC) ♀	1285±54c	1623±136b	2087±180a	2202±198a	***	(0.05)
♂	1353±64c	1656±216b	1922±162a	1888±154a		
Effet sexe	ns	ns	*	**		
Carcasse froide(CF) ♀	1228±73c	1593±135b	2030±167a	2144±194a	***	**
♂	1317±86c	1607±201b	1880±162a	1822±140a		
Effet sexe	ns	ns	t(0.07)	*		
Paramètres (%)						
CC /PVA ♀	70.6±1.33	70.2±4.51	72.2±0.91	71.7±1.61	ns	(0.05)
♂	72.5±1.73	72.8±3.23	72.8±1.94	72.5±1.32		
Effet sexe	ns	ns	ns	ns		
CF/PVA ♀	67.8±2.85	64.3±4.3	70.3±1.0	68.0±1.38	ns	(0.05)
♂	70.5±1.87	70.7±3.13	71.2±1.84	67.14±2.07		
Effet sexe	*	**	ns	ns		
Peau (%CF) ♀	14.7±1.7b	17.9±2.1a	17.2±0.8a	17±1.2a	***	ns
♂	14.5±1.3b	16±1.6a	17.4±1.6a	16.2±0.9a		
Effet sexe	ns	(0.06)	ns	ns		
Tube digestif (%CF) ♀	15.56±0.93a	12.7±2.0b	12.3±1.23bc	13.2±1.05c	***	(0.07)
♂	14.1±1.62a	13.7±2.03b	11.3±1.6bc	12.4±1.34c		
Effet sexe	*	ns	ns	ns		
Foie (%CF) ♀	5.3±0.9	4.7±0.7	5.0±0.8	4.5±0.7	ns	ns
♂	5.2±0.8	4.9±1.1	5.4±0.9	4.5±0.6		
Effet sexe	ns	ns	ns	ns		
Gras rénal (%CF) ♀	1.9±0.3c	2.8±0.5b	4.1±1.1a	4.5±1.5a	***	ns
♂	2±0.5c	3±1.0b	3.4±1.0a	3.8±0.3a		
Effet sexe	ns	ns	*	*		
Gras scapulaire (%CF) ♀	0.6±0.1c	0.7±0.1b	1.0±0.3ab	1.2±0.3a	***	ns
♂	0.6±0.2c	0.8±0.3b	0.9±0.3ab	0.9±0.1a		
Effet sexe	ns	ns	ns	*		
Muscle/Os ♀	6.4±0.52c	7.6±0.09bc	8.1±0.46ab	8.2±0.88a	*	*
♂	6.9±0.4c	7.1±0.36bc	7.3±0.44ab	6.9±0.23a		
Effet sexe	ns	ns	*	**		

Chapitre 3 : Effet de l'origine génétique des lapins sur les performances de croissance et d'abattage

3.1- Objectifs :

L'élevage du lapin, promu en Algérie à niveau rationnel depuis 1987, s'est heurté à de nombreux freins techniques notamment l'approvisionnement en reproducteurs de souches améliorées (Berchiche et Lebas, 1995). Devant cet handicap, les éleveurs de lapin utilisent, soit des animaux de population locale, soit des lapins hybrides de la société Grimaud Frères. Ces animaux hybrides sont introduits en Algérie depuis 1987. Et, depuis, ils sont exploités en population fermée au niveau de la coopérative de Boukhalfa.

Actuellement, dans la région de Tizi-Ouzou, plusieurs éleveurs exploitent, à la fois, ces hybrides et les lapins de population locale provenant des élevages familiaux (Lakabi 1999, Berchiche et Lebas, 1994). Cependant, les performances de croissance de ces animaux ne sont pas évaluées. Aussi, l'approfondissement des connaissances sur les caractéristiques zootechniques permettra, non seulement, l'exploitation du type de lapin le plus adapté, mais laisse, également, la possibilité d'une diversification qualitative de la production.

L'objectif de ce présent essai est l'étude comparative des performances de croissance et du rendement à l'abattage des lapins issus de deux origines génétiques différentes, à savoir la population locale et les lapins hybrides de Grimaud Frères.

3.2 – Résultats :

3.2.1- Performances de croissance :

Le poids moyen des lapereaux à la naissance ne présente pas de différence significative entre les deux lots, il est de 49g.

L'origine des animaux utilisés dans cet essai n'a pas d'influence significative sur le poids vif des lapereaux pendant les deux premières semaines post natales (94g) ; cependant, des différences significatives commencent à apparaître dès la 3^{ème} semaine d'âge. Ces différences se manifestent par une supériorité pondérale des animaux hybrides par rapport à ceux de la population locale (307 vs 248g à 3 semaines d'âge), qui persiste jusqu'à la fin de la période d'engraissement à 84 jours (1922 vs 1715g ; $p < 0.01$) (figure 22).

Au moment du sevrage, les lapins d'origine hybride se sont distingués par un poids beaucoup plus important (610 vs 514g, $p < 0.001$); Soit un écart pondéral de 15.7%. A l'âge de 12 semaines, cet écart est de 11% seulement.

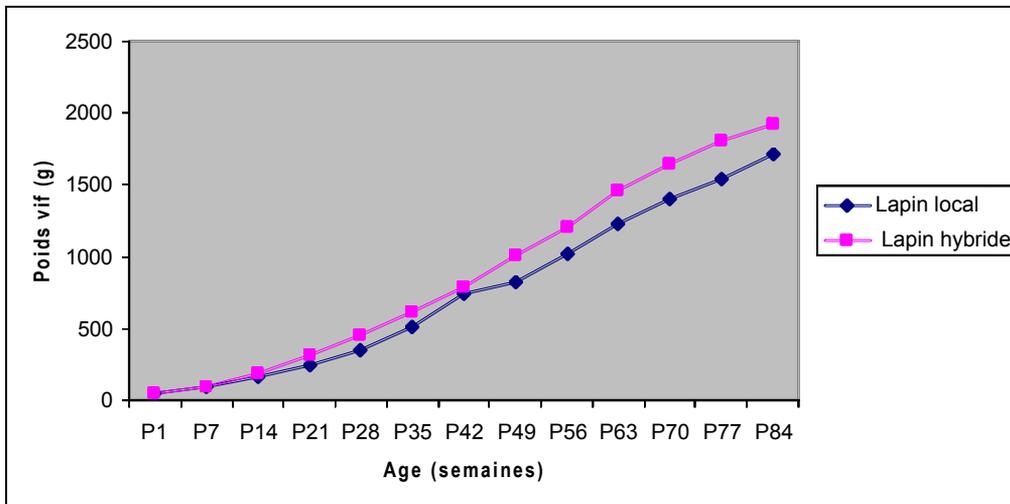


Figure 22 : Evolution des poids vifs entre la naissance et l'âge de 12 semaines des lapins de d'origine locale et hybride

L'étude des gains moyens quotidiens révèle que les vitesses de croissance sont affectées par l'origine des animaux, aussi bien entre la naissance et le sevrage, qu'entre le sevrage et la fin de la période d'engraissement à 12 semaines (tableau 27). Les gains moyens quotidiens des lapins d'origine hybride sont significativement plus élevés par rapport à ceux des lapins fermiers ou d'origine locale (14.6 vs 12.5 g/j ; 27.6 vs 24.2g/j) ; soit un écart de + 14.3 et 12.15%, respectivement, entre la naissance et le sevrage et entre le sevrage et l'âge de 12 semaines (figure 23).

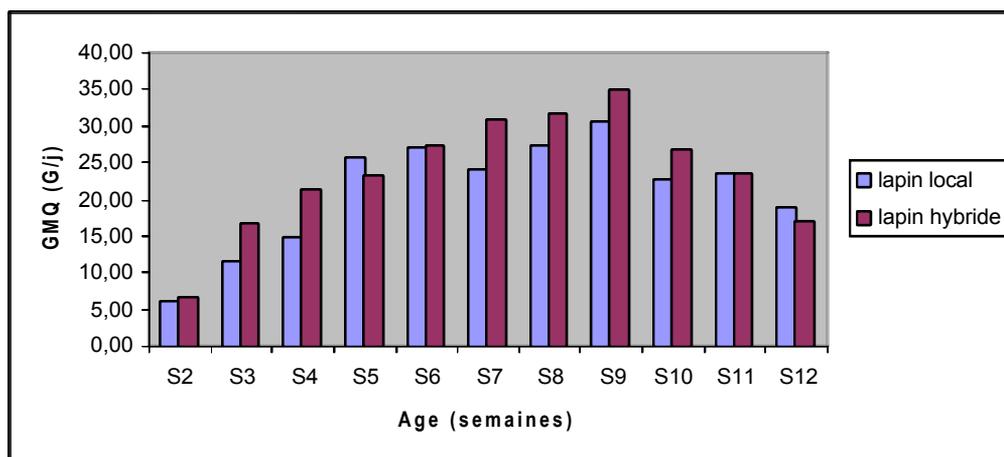


Figure 23 : Evolution des gains moyens quotidiens entre la naissance et l'âge de 12 semaines des lapins d'origine locale et hybride.

3.2.2- Consommation :

La consommation alimentaire est quantifiée à partir du sevrage, à 35 jours, jusqu'à la fin de l'engraissement. L'origine des lapins a un effet significatif sur la consommation (figure 24). La consommation moyenne quotidienne, pour la période 5-12 semaines, est significativement plus importante dans le lot hybride comparativement au lot de la population locale (103.2 vs 91.2g/j), soit un écart de (+ 11.6%). Les indices de consommation pour l'ensemble de la période d'engraissement (5-12 semaines) sont similaires (4.07).

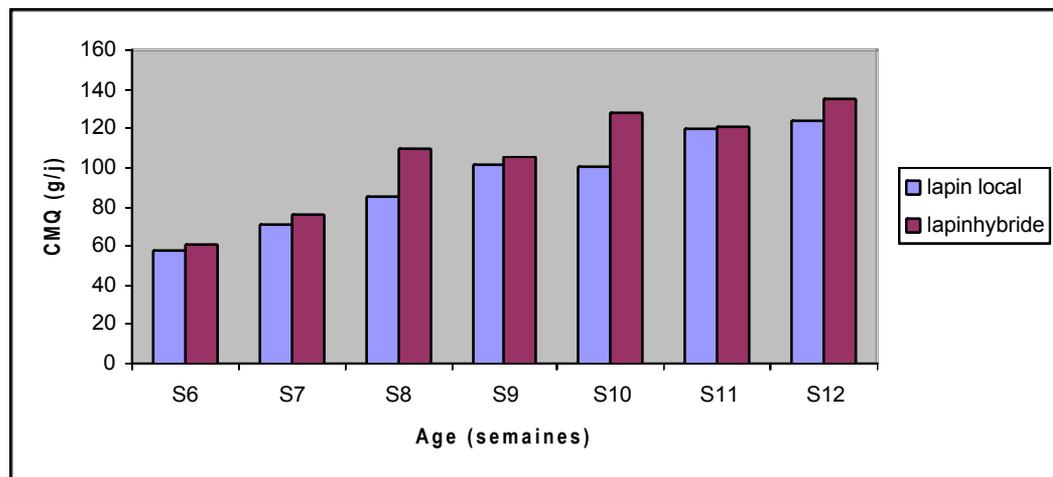


Figure 24 : Evolution des consommations moyennes quotidiennes des lapins d'origine locale et hybride

3.2.3- Rendement à l'abattage et qualité de la carcasse:

A la fin de la période d'engraissement (12 semaines d'âge), 14 lapins locaux et 18 lapins hybrides sont sacrifiés, par saignée, sans mise à jeun au préalable.

L'analyse du rendement à l'abattage met en évidence un effet significatif du type génétique sur le poids vif et le poids des carcasses chaudes et froides. Pour les autres analyses effectuées sur le foie, les reins, le gras rénal et scapulaire, aucun effet lié à l'origine des lapins n'est mis en évidence (tableau 28).

L'analyse effectuée sur le poids vif des lapins mesuré, juste avant l'abattage, et le poids des carcasses chaudes et froides, révèle que les lapins hybrides présentent un poids vif significativement plus important que celui des lapins d'origine locale (1945 vs 1756g, 1371 vs 1210g ; 1320 vs 1165g.), soit un écart pondéral de + 9.71 ; 11.74 et 11,74% respectivement.

En termes de maturité de la viande, ces poids vifs correspondent à 48.62 et 62.5 % du poids adulte respectivement pour les animaux hybrides et locaux. Pour rappel, les poids adultes sont de 4 kg pour le lapin hybride et à 2,8 kg pour le lapin d'origine locale.

Le poids de la peau des lapins du lot hybride est significativement plus lourd (211.79 vs 187.7g), soit un écart pondéral (11.4%). Rapportée au poids vif, aucune différence significative n'est observée entre les deux types d'animaux.

Concernant les rendements à l'abattage en carcasse chaude et froide, les lapins des deux types génétiques ont des rendements similaires (70.2 et 66.4% en moyenne, respectivement).

Tableau 28 : Rendement à l'abattage et qualité de la carcasse

	Population locale	Population Hybride	Signif. Stat.
Nombre de lapins	14	18	
Poids vif à l'abattage (PVA)(g)	1756±92.96	1945±106.31	**
Poids de la carcasse chaude(CC) (en g)	1210±71.76	1371±133.38	**
Poids de la carcasse froide (CF) (en g)	1165±69.30	1320±117.56	**
Peau (% PV)	10.7±1.19	10.9±1.36	ns
Tube digestif plein (%PV)	16.9±3.49	17.2±2.58	ns
Rendement carcasse chaude (CC/PV)(%)	68.9±3.42	71.4±	ns
Rendement carcasse froide (CF/PV)(%)	66.4±3.09	68.5±4.59	ns
Foie (%CF)	4.4±1.53	3.9±1.19	ns
Reins (%CF)	0.8±0.11	0.7±0.13	ns
Gras périrénal (% CF)	1.0±0.41	1.0±0.51	ns
Gras scapulaire (%CF)	0.3±0.12	0.4 ±0.17	ns

Chapitre 4 : Effet de la saison sur les performances de croissance et du rendement à l'abattage des lapins de population locale

4.1- Objectifs :

Le lapin est une espèce très résistante au froid, mais présente une très faible capacité thermorégulatoire contre la chaleur (Arveux 1988 ; Cervera et Fernandez Carmona 1998 ; Lebas, 2004c) ; ce qui constitue un facteur limitant, bien connu, pour la cuniculture dans les pays à climat chaud (Finzi, 1990. Finzi, et al.,1986).

Dans les pays producteurs de viande de lapin, l'élevage rationnel a lieu dans des bâtiments où les conditions d'ambiance sont contrôlées. Ce qui n'est pas le cas en Algérie où l'élevage rationnel de lapin se fait dans des bâtiments non spécifiques et inadaptés, exposant les animaux à d'éventuelles influences des fortes températures.

Selon Zerrouki (2005b), les fortes températures estivales n'affectent pas la productivité des lapines de population locale exploitée à Tizi-Ouzou, puisque ni le taux de fertilité, ni la taille de portée au sevrage ne sont diminués en été. Cependant, cet auteur signale une diminution du poids des lapereaux au sevrage de 11% pendant cette même période estivale.

Sur le plan des performances de croissance, peu de travaux sont entrepris au sein de notre laboratoire sur l'influence des fortes chaleurs sur les animaux de population locale au-delà du sevrage. Aussi, l'objectif de cet essai est l'étude de l'influence de la température estivale sur les performances de croissance, du rendement à l'abattage et des caractéristiques des carcasses des lapins dans une ambiance non contrôlée.

4.2 - Résultats :

4.2.1 - Etat sanitaire des animaux pendant l'engraissement:

La mortalité globale enregistrée au cours de cet essai est de 9%, ce qui correspond à 17 lapereaux morts sur un effectif de 189. La majorité des pertes est enregistrée pendant la période qui a suivi le sevrage. A l'instar des autres essais, 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). La saison n'a pas révélé d'effet sur la mortalité des lapereaux suivis en période fraîche et chaude (7.4%).

4.2.2- Performances de croissance :

• Croissance :

Le poids moyen des lapereaux au sevrage ne présente pas de différence significative entre les lots. Le poids moyen des lapereaux est de 454g. Au cours de l'engraissement, la saison n'a pas d'effet significatif sur les poids vifs des animaux suivis en période fraîche et en période chaude (figure 25). A l'âge de 15 semaines, la supériorité pondérale des animaux suivis en période fraîche par rapport à celle des animaux suivis en période chaude n'excède pas 2% (2272 et 2200g, respectivement).

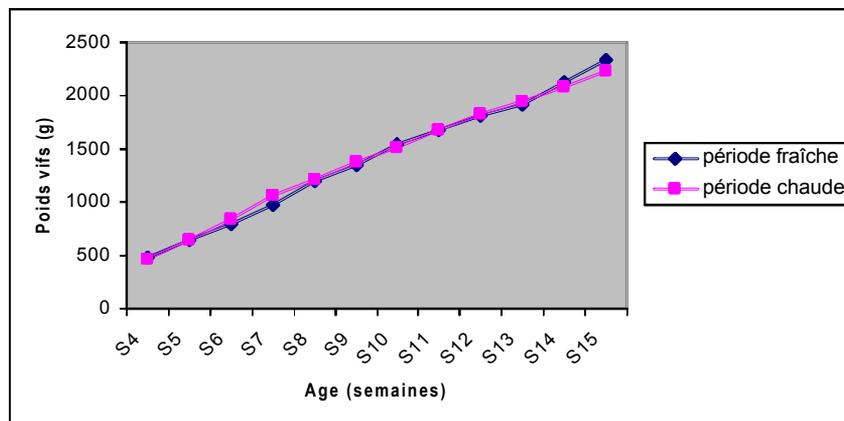


Figure 25 : Evolution des poids vifs pendant la saison chaude et fraîche en fonction de l'âge

Les gains moyens quotidiens évoluent en dents de scie en fonction de l'âge (figure 26). L'analyse des gains moyens quotidiens, entre 4 et 15 semaines, montre une différence significative entre les deux groupes d'animaux, à la 7^{ème}, 8^{ème} et la dernière semaine (15^{ème}) (tableau 29). Pour la 8^{ème} semaine, la vitesse de croissance enregistrée en période fraîche est plus importante que celle de la période chaude (32.5 vs 21.4 g/j). A l'inverse, à l'âge de 15 semaines, la vitesse de croissance du lot de la saison chaude est significativement supérieure par rapport à celle du lot de la saison fraîche (21.4 vs 14.3g/j).

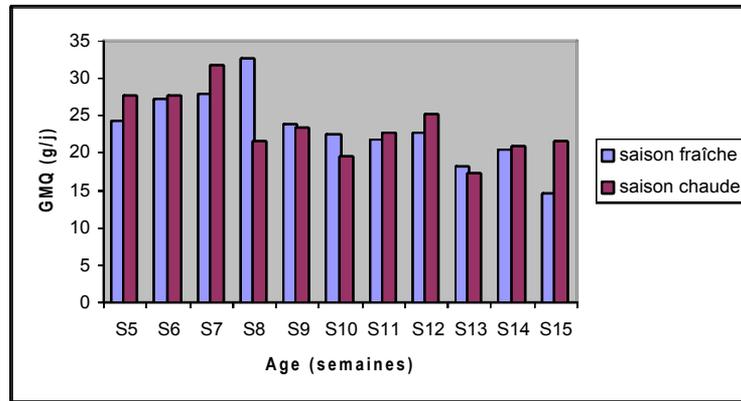


Figure 26 : Evolution des gains moyens quotidiens pendant la saison chaude et fraîche en fonction de l'âge

Concernant les périodes globales, pour les gains moyens quotidiens enregistrés, hormis pour la période 11-15 semaines, aucune différence significative n'est observée. Cependant, en valeur absolue, les animaux suivis en période fraîche présentent une vitesse de croissance légèrement plus importante (+ 3.5% pour la période 4 -11 semaines).

En raison d'une plus faible ingestion et d'une croissance similaire, l'indice de consommation, entre 4-15 semaines d'âge, est significativement meilleur en période chaude qu'en période fraîche (3.5 vs 4) ; soit un écart de +12.25%.

Tableau 29 : Evolution des gains moyens quotidiens

Age	Période fraîche	période chaude	signi. stat.
5 Semaines	24.3±08.71	27.6±8.83	ns (0.07)
6 Semaines	27.1±10.25	27.6±13.14	ns
7 Semaines	27.8±13.35	31.5±8.21	*
8 Semaines	32.5±10.42	21.4±5.54	***
9 Semaines	23.7±08.66	23.2±10.16	ns
10 Semaines	22.3±10.23	19.3±08.47	ns
11 Semaines	21.7±12.63	22.6±11.41	ns
12 Semaines	22.6±10.18	25.0±07.71	ns
13 Semaines	18.1±09.25	17.1±08.90	ns
14 Semaines	20.2±14.25	20.7±10.97	ns
15 Semaines	14.3±13.39	21.4±08.82	***
5-15 Semaines	24.0±11.09	23.4±10.26	ns

- Consommation :

L'évolution de la consommation en fonction de l'âge indique une plus forte consommation pendant la période fraîche, notamment à partir de la 10^{ème} semaine (figure 27). La saison affecte significativement les consommations d'aliment en fonction de l'âge (tableau 30). Les ingestions d'aliment enregistrées pendant la période chaude sont significativement plus faibles que celles obtenues pendant la période fraîche dès la 7^{ème} semaine d'âge (tableau 28). Pendant les deux premières semaines, les consommations sont similaires (63,62g/j).

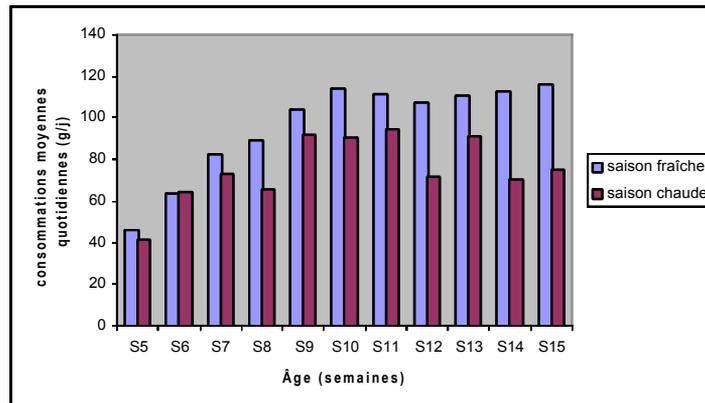


Figure 27 : Evolution des consommations moyennes quotidiennes pendant la saison chaude et froide

L'influence de la température est plus marquée à partir de la 12^{ème} semaine d'âge (107 vs 72g/j). Entre l'âge 4-11 semaines, l'écart de l'ingestion alimentaire entre la période chaude et fraîche est de + 14.5% et il passe à + 27.6 % entre 11-15 semaines (tableau 30).

Pour l'ensemble de la période globale (4-15 semaines), la consommation alimentaire enregistrée pendant la période fraîche est supérieure à celle de la période chaude (95.7 vs 76.6g/j) ; soit un écart de + 20%.

Tableau 30 : Evolution de la consommation pendant la saison chaude et fraîche

Age	Période fraîche	période chaude	signi. stat.
5Semaine	45,5±18.55	41.2±17.84	ns
6Semaine	63.4±25.71	63.9±23.26	ns
7Semaine	82.1±16.48	72.5±30.39	*
8Semaine	88.9±13.38	65.2±32.02	**
9Semaine	103.3±30.06	91.6±09.30	**
10Semaine	113.8±18.37	90.1±10.12	**
11Semaine	110.9±15.15	94.3±10.97	**
12Semaine	107.1±36.0	71.6±25.24	***
13Semaine	110.2±32.0	90.6±31.5	**
14Semaine	112.3±28.71	70.3±21.4	***
15Semaine	115.6±26.18	75.0±22.25	***
5-15Semaines	95.7±24.06	76.6±23.16	*

4.2.3- Rendement à l'abattage et qualité de la carcasse :

A la fin de chacune des périodes d'engraissement (à 15 semaines d'âge), 15 lapins par lot sont abattus sans mise à jeun au préalable.

Le poids des carcasses chaude et froide sont similaires. Mais, la saison a un effet significatif sur les paramètres à l'abattage, la proportion de la peau, du tube digestif plein, des reins et le rendement en carcasse chaude et froide. Pour les autres paramètres mesurés, aucun effet lié à la température n'est détecté par l'analyse (tableau 31).

Les proportions de la peau, du tube digestif et des reins sont significativement plus importantes chez les animaux suivis en période fraîche par rapport à celles des animaux suivis en période chaude (+ 6.7, +7.5 et + 23.6% respectivement).

Le relatif hyper développement des proportions de la peau et du tube digestifs s'est répercuté négativement sur le rendement en carcasse chaude et froide des animaux engraisés pendant la période fraîche. En effet, les rendements en carcasse chaude et froide sont significativement meilleurs en période chaude (74.3 vs 71.5% ; 72.5 vs 69.5% respectivement).

Tableau 31 : Rendement à l'abattage et qualité de la carcasse

	Période fraîche	Période chaude	Sign. Stat.
Nombre de lapins	15	15	
Poids vif à l'abattage (PVa en g)	2272±183	2200±244	ns
Peau (%PV)	12.2±0.9	11.4±0.92	*
Tube digestif plein (%PV)	12.4±1.24	11.4±0.88	*
Poids de la carcasse chaude (CC en g)	1624±129	1643±188	ns
Poids de la carcasse froide (CF en g)	1580±126	1603±174	ns
Foie (%CF)	5.0±0.9	4.63±0.58	ns
Reins (%CF)	1.2±0.46	1.0±0.07	*
Gras périrénal (% CF)	2.1±0.57	2.3±0.67	ns
Gras scapulaire (%CF)	0.8±0.21	0.7±0.42	ns
Rendement (CC /PVa)	71.5±1.41	74.3±2.68	**
Rendement (CF /PVa)	69.5±1.37	72.5±2.38	***

Chapitre 5 : Valorisation des sous produits de meunerie dans les aliments pour lapereaux

5.1- Objectifs :

A Tizi-Ouzou, l'élevage du lapin se développe à un niveau rationnel depuis une dizaine d'années. Dans ces élevages, les animaux sont nourris avec un aliment granulé, fabriqué localement, mais les matières premières incorporées sont en grande partie d'origine importée. A cet effet, les pénuries sont fréquentes et les prix ne cessent d'augmenter. Dans ce sens, le développement de l'élevage de lapin à un niveau rationnel passe nécessairement par l'élaboration de nouvelles stratégies d'alimentation avec des matières premières disponibles localement.

L'étude des différentes possibilités que possède le lapin à valoriser des végétaux et de nombreux sous produits des industries agroalimentaires (son de blé, farine basse, grignon d'olive, drêches de brasserie, paille etc.) peut contribuer à réduire le prix des aliments, qui représente jusqu'à 80% des charges totales d'un atelier de production viande de lapin (Arveux, 1993; Koehl, 1994).

Par ailleurs, la valorisation par le lapin des issues de meunerie (son de blé dur, farine basse, paille) peut constituer une solution pour une économie de céréales surtout dans les pays, comme l'Algérie, où il n'existe pas d'excédent. Les sous produits de meunerie peuvent être utilisés, dans les aliments pour lapin, en substitution partielle ou totale des matières premières d'origine importée.

En Algérie, la quantité des issues de meunerie obtenue à partir du blé dur varie selon les estimations du CNIS entre 1 à 2 millions de tonnes pour l'année 2006.

Aussi, les issues de meunerie, en substitution partielle ou totale du tourteau de soja, de la farine de luzerne ou de l'orge importés classiquement utilisés en alimentation du lapin, peuvent constituer une alternative intéressante dans les conditions de production algériennes.

Les sous produits de blé sont intéressants en alimentation du lapin en raison de leur apport en protéines (15 -18%) (Pérez et al., 1999; Villamide et al., 1989 Villamide et De Blas, 1998 et Maertens et al., 2003) et en cellulose brute (9.5 à 11.5%) (Maertens et De Groote, 1984; Fekete, 1986). Selon Boudouma (2008), le son de blé produit en Algérie contient, en moyenne, 15.88 % de protéines brutes et 10.59% de cellulose brute.

Dans les essais réalisés à l'étranger (Maria et al., 1989) et au sein de notre laboratoire (Berchiche et al., 2000), sur la valorisation des sous produits de blé, il est démontré que les aliments pour lapin peuvent contenir 50 % de son de blé. Les résultats obtenus, intéressants et prometteurs, ont motivé ce présent travail. Ainsi, l'objectif principal de ce travail est d'étudier les possibilités d'optimisation du taux d'incorporation des sous produits de blé (son et farine basse) jusqu'à 67% dans les aliments pour lapin et d'évaluer la digestibilité et les performances de croissance et d'abattage des lapins de population locale.

Dans cet essai, trois aliments sont étudiés, un témoin qui contient 26% de son de blé (SB26) et deux aliments expérimentaux. L'aliment SB60 contient 50% de son de blé et 10% de farine basse en substitution complète de l'orge et partielle du tourteau de soja. L'aliment SB67 contient 57% de son de blé et 10% de farine basse en substitution complète de l'orge et du tourteau de soja.

5.2- Résultats :

5.2.1- Etat sanitaire des animaux pendant l'engraissement :

Durant cet essai, 21 lapins sont morts : 7 dans chaque lot ; Cela correspond à un taux de mortalité de 25%. Les animaux perdus présentaient des diarrhées qui seraient dues à des troubles digestifs. Les pertes ont eu lieu pendant la 2^{ème} et la 3^{ème} semaine post le sevrage.

5.2.2- Caractéristiques nutritionnelles des aliments expérimentaux :

• Composition des aliments :

Les caractéristiques nutritionnelles des aliments expérimentaux figurent au tableau 32. Théoriquement, Les aliments expérimentaux sont formulés pour avoir une composition iso énergétique, iso azotée et iso cellulosique.

Après analyse physico-chimique, nous avons observé quelques écarts entre composition théorique et la composition chimique réelle, notamment pour la teneur en cellulose brute et en protéines brutes.

Les aliments expérimentaux ne sont pas iso azotés : les régimes SB26 et SB60 ont des teneurs en protéines brutes plus élevées par rapport à celle de l'aliment SB67 (18.27 et 17.4 vs 16.07%).

Sur le plan de l'apport en fibres, la teneur en cellulose brute est inférieure à la valeur prévue, mais les trois aliments ont une teneur homogène (11.13 à 12.68%).

Sur le plan énergétique, les trois régimes sont iso énergétiques (3969 kcal EB/kg d'aliment brute).

L'estimation de la quantité d'acides aminés soufrés a révélé une teneur similaire (0.56 %) entre les trois régimes. La teneur en lysine est plus élevée dans le régime SB26 par rapport à l'aliment SB60 et SB67 (0.84 vs 0.74 et 0.65% respectivement).

Tableau 32 : Composition des aliments expérimentaux

	Aliment SB26	Aliment SB60	Aliment SB67
Composition chimique (%/kg d'aliment brut)			
Matière sèche	89.2	89.3	89.1
Protéines brutes	18.3	17.4	16.1
Cellulose	11.1	12.7	11.7
Minéraux	7.3	7.6	7.0
AAS (estimés)	0.58	0.57	0.55
Lysine estimée	0.84	0.74	0.65
Energie brute :			
(En MJ/kg))	16.5	16.7	16.60
(En kcal / kg)	3949	3989	3968

AAS : acides aminés soufrés

• Digestibilité :

Les mesures du coefficient d'utilisation digestive apparente (CUDa) indiquent une différence significative de la digestibilité de la matière sèche, de l'énergie et de la cellulose entre les trois aliments (tableau 33).

La matière sèche et l'énergie sont significativement mieux digérées dans le régime témoin SB26 que dans les régimes expérimentaux, soit MS : 74.9 vs 71.3 et 71.5%, énergie : 75.9 vs 71.11 ; 71.68%, respectivement, pour SB26, SB60 et SB67.

La digestion de la fraction fibreuse obtenue au cours de cet essai est significativement plus importante dans les régimes à base de sous produits de blé SB60 et SB67 que dans le régime témoin SB26. L'incorporation de grande quantité de sous produits de blé n'a aucun effet négatif sur leur digestibilité. La fraction cellulosique des régimes expérimentaux contenant une teneur élevée en sous produit de blé (SB60 et SB67) est mieux digérée que celle du régime ne contenant que 26% de son de blé (SB26) : 30 et 32% vs 22%.

Contrairement aux autres nutriments, la digestibilité moyenne des protéines n'est pas affectée par l'incorporation de fortes proportions de sous produits de blé dans les aliments expérimentaux ; la digestibilité des protéines est similaire entre les trois régimes (83.8%).

Le rapport PD/ED (protéines digestible/énergie digestible, indicateur de l'équilibre entre les principaux nutriments de l'aliment) du régime SB26 est conforme (47.0 g/1000 kcal). Les régimes SB60 et SB67 présentent des rapports trop élevés (51 g/1000 kcal) et dépassent la valeur normale (45 à 48g/1000kcal) pour des lapins à l'engraissement.

Tableau 33: Coefficient d'utilisation digestive (CUDa) des aliments expérimentaux :

Nutriment :	Aliment SB26	Aliment SB60	Aliment SB67	Signi. Stat.
Matière sèche	74.9±3.26 ^a	71.3±2.74 ^b	71.5±2.08 ^b	*
Matière azotée	84.2±1.66	83.0±1.78	84.4±1.88	ns
Cellulose brute	21.9± ^b 7.85	29.6±10.45 ^a	32.2± 4.25 ^a	*
Energie	75.9±4.37 ^a	71.1±2.87 ^b	71.6±1.98 ^b	*
- Energie digestible:				
kcal/kg d'aliment	2999	2837	2844	.
(Mjoule/kg)	12.5	11.9	11.9	.
- Protéines digestibles				
(g/100 g d'aliment)	15.4	14.4	13.6	.
- Rapport PD/ED:				
(En g/1000 kcal)	50.6	51.0	47.1	.
(En g/1 Mjoule)	12.3	12.2	11.4	.

5.2.3- Performances de croissance :

- Consommation :

Au cours de l'engraissement, les consommations moyennes quotidiennes d'aliment ne montrent pas de différence significative entre les régimes expérimentaux (tableau 34). Pendant les trois premières semaines d'engraissement, le niveau de consommation est modeste pour les trois régimes. Mais, pendant de la 8^{ème} semaine d'âge, la consommation de l'aliment témoin SB26 augmente considérablement par rapport à la 5^{ème} semaine (+53%).

Entre la 8^{ème} et la 11^{ème} semaine, l'ingestion de l'aliment SB60 et SB26 sont stables. Les consommations maximales sont enregistrées entre la 9^{ème} et 11^{èmes} semaines d'âge (Figure 28).



Figure 28: Evolution de consommation (CMQ en g/j) en fonction de l'âge.

Les consommations alimentaires moyennes pour l'ensemble de la période globale sont similaires (87 g/j). En raison des consommations modestes par rapport aux vitesses de croissance, les indices de consommation sont faibles et ne sont pas affectés par le facteur régime (3.1 en moyenne).

Tableau 34 : Evolution des consommations moyennes quotidiennes (g/j) en fonction de l'âge (semaines) :

Régime	SB26	SB60	SB67	sign. Stat.
Semaine 5	45.9±16.8	49 ±19.0	43.4 ±14.3	ns
Semaine 6	54.4±23.	59.36 ± 22.1	57.4 ± 16.9	ns
Semaine 7	77.7 ± 24.1	73.6 ± 24.1	80.4 ± 21.6	ns
Semaine 8	100.6 ± 26.9	85.8 ± 28.7	85.5 ± 23.8	ns
Semaine9	115± 22.6	114.2± 21.8	94.7 ± 24.0	ns
Semaine10	112.0± 20.6	116.8 ± 17.6	100.8 ± 22.0	ns
Semaine11	113.8 ±16.2	116.6 ± 16.5	108.9 ± 16.4	ns
CMQ moyen	88.4±15.7	87.0±13.5	84.9±17.5	ns

- Croissance :

Le poids moyen des lapereaux au sevrage ne présente pas de différence significative entre les lots. Au moment du sevrage à 28 jours d'âge, le poids moyen est de 508g. L'évolution de la croissance pondérale, en fonction de l'âge, fait apparaître des courbes de croissance similaires et linéaires pour les trois lots. L'allure des courbes est classique et présente des similitudes avec celle décrite par Ouhayoun (1983) (figure 29).

A 11 semaines d'âge, les poids vifs des lapins des trois lots ne présentent aucune différence significative.

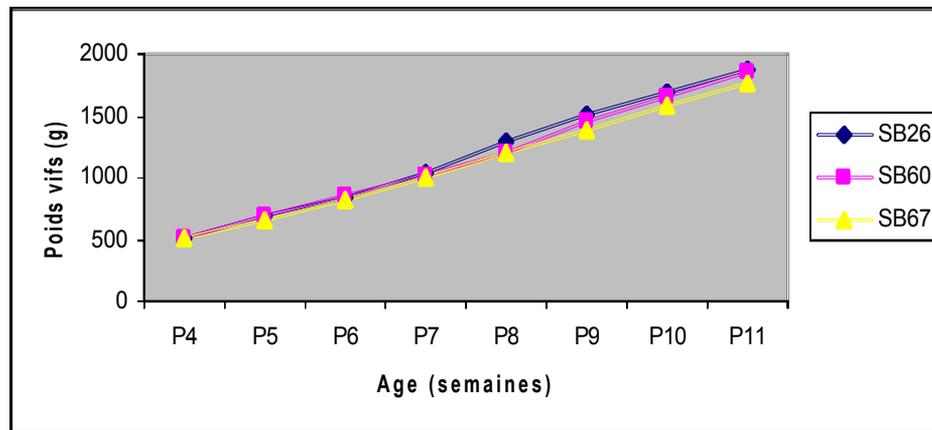


Figure 29 : Evolution des poids vifs en fonction de l'âge

Les gains moyens quotidiens obtenus avec les trois aliments ne présentent pas de différence significative entre les régimes testés (tableau 35). Les vitesses de croissance maximales sont notées à la 8^{ème} semaine (lot SB26 : 35.3g/j ; lot SB 67 : 30.4g/j) et à la 9^{ème} semaine pour le lot SB60 (35.8g/j) (figure 30).

Tableau 35: Evolution de la vitesse de croissance (g/j) en fonction de l'âge.

Régimes	Aliment SB26	Aliment SB60	Aliment SB67	Sign.stat.
Semaine 5	25.5±15	27.4 ±13.5	23 ± 11	ns
Semaine6	20.5 ±9.3	22.1 ± 12.1	22 ± 11.1	ns
Semaine7	29.5 ± 11.2	23.3±12.3	25.7± 6.3	ns
Semaine8	35.3 ± 11.2a	27.2± 11.8c	30.43±12.5b	*
Semaine9	31.7± 11.1b	35.8 ± 9.4a	25.6±9.4c	**
Semaine10	26.6± 6.3	29.1±6.3	28.4±5.8	ns
Semaine11	24.9±8.6	27±5.6	26.4±7.6	ns
GMQ moyen (g/j)	27.7 ±4.2	27.4 ±2.7	25.9±4.7	ns

Pour l'ensemble de la période globale, la vitesse de croissance, la consommation et l'indice de consommation sont similaires entre les trois régimes. Les valeurs moyennes sont respectivement 27g/j, 87g/j et 3.15.

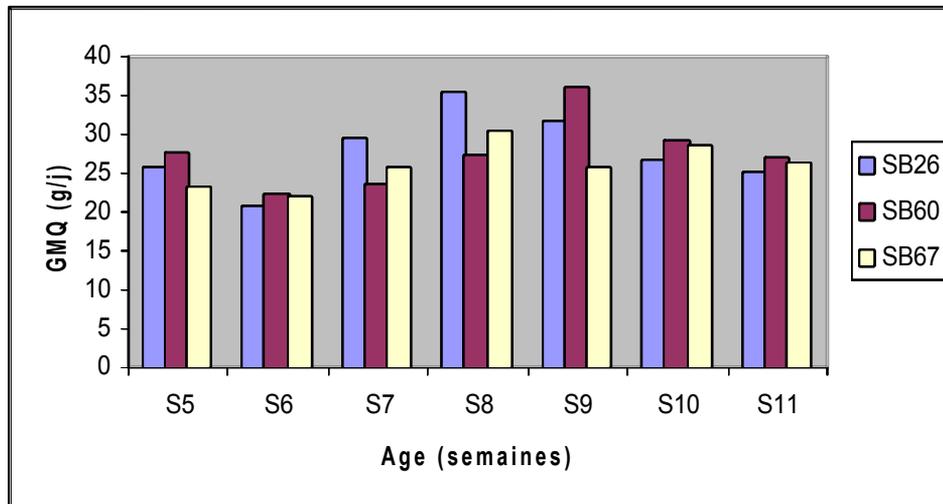


Figure 30: Evolution de la vitesse de croissance (g/j) en fonction de l'âge.

5.2.4- Ingestion de nutriment et efficacité alimentaire :

L'ingestion et l'efficacité alimentaire mesurées dans les trois lots ne présentent aucune différence significative.

Caractérisés par une teneur et une digestibilité élevées, les aliments SB 26 et SB60 ont permis des ingestions d'énergie légèrement plus élevées (265 et 250 kcal ED/j) que celle enregistrée dans le régime SB67(232 kcal/j).

Grâce à une teneur élevée en protéines digestibles, dans le régime témoin SB26, l'ingestion protéique est plus importante par rapport à celle enregistrée avec les aliments SB60 et SB67 : 13,4 vs 12,7 et 10,92g/j, respectivement (tableau 36).

L'efficacité alimentaire (quantité d'énergie digestible ingérée par gramme de gain de poids vif) et les indices de consommation varient peu entre les trois régimes.

Entre 4 et 11 semaines, la quantité moyenne d'énergie digestible par gramme de gain de poids est de 9,2 kcal/g de poids. L'efficacité de transformation des protéines digestibles en gain de poids (qui est d'autant plus grande que l'ingestion protéique est faible) enregistrée dans les régimes SB26, SB 60 et SB67 sont similaires (0.48, 0.46 et 0.42g de PD/g de gain de poids respectivement).

Tableau 36 : Efficacité alimentaire des aliments expérimentaux :

Aliments :	SB 26	SB60	SB67	Sign. Stat
• Ingestion énergétique (kcal ED/j)	265.4 ±87.7	249.6±80.5	232.09±60.2	ns
• Efficacité énergétique (ED / g gain poids)	9.6±2.94	9.11±2.7	8.9±2.2	ns
• Ingestion protéique (g PD/ j)	13.4±4,4	12.7±4,0	10.9± 3,2	ns
• Efficacité protéique (g PD/ g de gain poids)	0.48±0.2	0.46±0.1	0.42±0.1	ns

5.2.5- Rendement à l'abattage et qualité de la carcasse :

A la fin de la période d'essai (à 11 semaines d'âge), 20 lapins par lot sont abattus par saignée, sans mise à jeun au préalable.

Les valeurs moyennes des composants du poids vif contribuant à définir le rendement à l'abattage et les caractéristiques des carcasses, excepté la proportion du tube digestif plein, ne présentent pas de différence significative entre les régimes (tableau 37).

Comme il est déjà signalé, les poids vifs atteints à 11 semaines d'âge sont modestes: 1868 ; 1851 et 1772g, respectivement pour les animaux du régime témoin SB26 et les régimes expérimentaux SB60 et SB67. Exprimés en termes du taux de maturité, ces poids correspondent à 66.5, 66 et 63% du poids adulte, respectivement.

Comme pour le poids vif, le facteur alimentaire n'a pas induit d'effet significatif sur la proportion de la peau des lapins des régimes SB26, SB60 et SB67 (10.02, 9.95 et 9.82%).

Les proportions des tubes digestifs pleins diffèrent significativement ($p < 0.04$) entre les régimes alimentaires (Tableau 37). Les proportions relevées dans les régimes à forte teneur en sous produits de blé SB60 et SB67 sont supérieures à celle du lot SB26 (17.08 et 16.35% vs 15.48%).

A l'instar du poids à l'abattage, le poids des carcasses chaudes ne diffère pas significativement entre les régimes alimentaires ; cependant, nous pouvons noter, en valeur absolue, une légère supériorité pondérale des carcasses chaudes avec le régime SB26 par rapport au régime SB67 (+103g).

Les rendements en carcasse chaude et froide ne sont pas affectés par le traitement alimentaire (69.8 et 66.5% respectivement).

L'état d'engraissement de la carcasse, apprécié par les dépôts adipeux périrénaux, est similaire (1.21%) entre les trois régimes et d'un niveau modeste.

Le rapport muscle/os, qui rend compte du développement relatif de la musculature par rapport au squelette, laisse apparaître que le traitement alimentaire n'a pas d'effet significatif sur ce paramètre.

Tableau 37: Rendement à l'abattage et qualité de la carcasse

Régimes	SB26	SB60	SB67	Sign.Sta
Nombre de lapins	20	20	20	
Paramètres (g)				
Poids vif	1868±265	1850±195.2	1772±262.3	ns
Carcasse chaude (g)	1330±185.5	1288±151.2	1227±203.9	ns
Carcasse froide (g)	1257±184.36	1229±151.23	1172±200.8	ns
Peau (%PV)	10.0±0.6	10.0±0.76	9.82±0.88	ns
Tube digestif (%PV)	15.5±1.69b	16.4±1.8a	17.1±2.35a	(0.04)
Foie (%CF)	7.1±1.27	7.4±1.17	7.3±1.36	ns
Gras périrénal (% CF)	1.2±0.2	1.2±0.1	1.2±0.1	ns
Rendement (CC/PV)	70.8±2.67	69.5±1.74	69.0±2.05	ns
Rendement (CC/PV)	67.3±2.85	66.3±1.83	65.9±2.40	ns
Rapport Muscle/Os	7.2±0.89	7.4±0.75	6.7±0.92	ns

CC : carcasse chaude, CF : carcasse froide

Chapitre 6 : Valorisation de sources de fibres locales dans l'alimentation des lapereaux en croissance

6.1- Objectifs :

Dans les conditions de production locale, la disponibilité des matières premières, source de fibre, qui rentrent dans la composition de l'aliment lapin pose le problème de l'approvisionnement régulier, notamment en luzerne.

Devant cette situation, les fabricants d'aliments cherchent à substituer la luzerne par d'autres sources de fibres telles que le grignon d'olive ou la paille. Ces matières premières présentent l'avantage d'être disponibles localement (140 000 tonnes de grignon ; 44 088qtx de paille et 547 077qtx de foin) et d'être riches en cellulose brute. L'apport du grignon d'olive en cellulose brute varie de 46.7 et 52% selon l'origine du grignon (Chaabane et al., 1997 ; Ben Rayana et al., 1994). La paille est aussi un sous produit de céréales qui peut apporter jusqu'à 42,5% de cellulose brute (De Blas et al., 1989, Ben Rayana et al., 1995).

Dans ce sens, l'objectif de cet essai est d'étudier la possibilité d'incorporation du grignon d'olive ou de la paille de blé dans les aliments lapin, comme source de fibres, en substitution partielle ou totale de la farine de luzerne.

6.2- Résultats :

6.2.1- État sanitaire des animaux pendant l'engraissement :

Lors de l'essai, 9 lapins sont morts: 3 lapins dans chaque lot, correspondant à un taux de 12%. Les lapins perdus présentaient des signes diarrhéiques.

6.2.2- Caractéristiques nutritionnelles des aliments expérimentaux :

• Composition chimique :

Les caractéristiques nutritionnelles des aliments expérimentaux sont portées au tableau 38. Les aliments expérimentaux "Paille" et "Grignon" ont des valeurs nutritives presque similaires (iso azotés, iso cellulosiques et iso énergétiques). Leur teneur en protéines est de 18%. Par contre, celle du régime "Luzerne" n'est que de 14,35%; soit un écart de 20.5%.

Concernant l'apport en fibres (cellulose brute), les trois aliments ne sont pas iso cellulosiques. L'aliment "Luzerne" contient la plus importante teneur par rapport aux régimes "Paille" et "Grignon" ((16.3 vs 14.8 et 13.6% respectivement).

Les teneurs en énergie digestible des aliments "Luzerne" et "Grignon" sont similaires (2754 et 2788,8 kcal/kg d'aliment) et supérieures à celle du régime "Paille" (2551,1 kcal/kg d'aliment).

Les quantités d'acides aminés soufrés (0.56%) et de la lysine (0.84%) sont similaires entre les aliments "Paille" et "Grignon", et sont nettement supérieures à celles du régime "Luzerne" : (0.30 et 0.64%); soit un écart de + 46.4 et + 24 % respectivement pour les AAS et la lysine.

Tableau 38: caractéristiques nutritionnelles des aliments :

	Luzerne	Paille	Grignon
Composition chimique			
(%/kg d'aliment brut)			
M.S	89,2	88,2	86,2
Protéines brutes	14,4	18,5	18,0
Cellulose brute	16,3	14,8	13,6
M.M	04,6	05,2	6,9
M.O	84,6	83,0	79,4
Energie brute			
(kcal/kg d'aliment brut)	513.7	3942.4	4102.4
AAS estimés (%)	0.30	0.55	0.57
Lysine estimée (%)	0.64	0.85	0.84

AAS : acides aminés soufrés.

- Digestibilité des nutriments :

Les mesures du coefficient d'utilisation digestive apparente (CUDA) indiquent une différence significative de la digestibilité de la matière sèche, de l'énergie, des protéines et de la cellulose brute entre les trois régimes expérimentaux (tableau 39).

La matière sèche et l'énergie sont significativement mieux digérées dans l'aliment "Luzerne" que dans les aliments "Paille" et "Grignon" (CUDA MS : 77.82 vs 64.73 ; 67.87 % ; CUDA ED : 78.52 vs 64.13 ; 67.97 %, respectivement).

La digestibilité des protéines est aussi significativement affectée par la nature des régimes. Dans les régimes "Paille" et "Grignon", les protéines sont mieux digérées que dans l'aliment "luzerne" (83.54 et 80.83 vs 71%), respectivement.

Bien que non significative, l'introduction du grignon d'olive a réduit la digestibilité de la fraction protéique du régime "paille" par rapport à celle du régime "Grignon" (-3,2%).

Le rapport protéines digestibles sur énergie digestible (PD/ED) indique que seuls les aliments "Paille" et "Grignon" sont proches de la norme (48g/1000 kcal) ; par contre, l'aliment "Luzerne", avec un rapport de 37g pour 1000kcal, révèle un déficit en protéines par rapport à l'énergie de - 23%.

Tableau 39 : Coefficients d'utilisation digestive (CUDA en %) des aliments

Nutriment	Luzerne	Paille	Grignon	sign. Stat.
MAT	70.8 ± 5.32 ^c	83.6 ± 2.00 ^a	80.8 ± 1.75 ^b	***
MS	77.8 ± 3.31 ^a	64.7 ± 0.95 ^c	67.9 ± 2.12 ^b	***
MM	43.5 ± 8.30 ^c	63.3 ± 5.10 ^b	73.0 ± 5.07 ^a	***
ED	78.4 ± 3.35 ^a	64.7 ± 0.98 ^c	68.0 ± 2.21 ^b	***
CB	19.3 ± 3.71 ^a	15.5 ± 5.4 ^c	17.7 ± 4.5 ^b	**
Energie digestible (kcal/kg)	2754	2551.1	2788.8	.
Énergie digestible (Joule/kg)	11.5	10.7	11.7	.
Prot.Digest (g/100g d'aliment)	10.2	13.1	12.7	.
Rapport PD/ED :				
(En g /1000kcal)	37	51	46	.
(En g/ 1 MJoule)	8.8	12.3	10.9	.

6.2.3- Performances de croissance:

• Consommation :

L'évolution de la consommation en fonction de l'âge (tableau 40) fait apparaître une augmentation régulière de l'ingestion pour les trois aliments (figure 31).

Pendant toute la période d'engraissement, les consommations alimentaires des régimes "Paille" et "Grignon" sont significativement plus importantes que celle de l'aliment "Luzerne"(tableau 40). Les quantités d'aliments "Paille" et "Grignon" consommées sont, presque, deux fois plus importantes que celle de l'aliment "Luzerne".

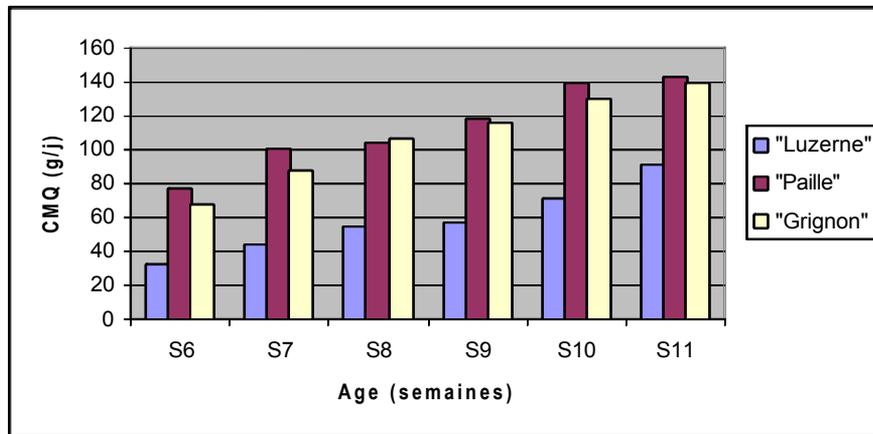


Figure 31 : Évolution de la consommation en fonction de l'âge.

La consommation moyenne globale pour l'ensemble de la période d'essai des aliments "Paille" et "Grignon" est de 110g/j, alors que celle du régime "Luzerne" n'est que de 58 g/j ; soit un écart 47%.

Tableau 40 : Évolution de la consommation moyenne quotidienne (g/j) en fonction de l'âge.

Age	Luzerne	Paille	Grignon	Sign. Stat.
6 Semaine	32.4 ± 8.04b	77.1 ± 16.73a	67.0 ± 19.67a	***
7Semaine	43.8 ± 9.12b	99.6 ± 23.04	86.5 ± 19.02	***
8 Semaine	54.1 ± 12.31b	103.5 ± 33.85	106.3 ± 26.41	***
9Semaine	56.5 ± 19.25b	118.3 ± 30.42	115.0 ± 24.90	***
10Semaine	71.2 ± 2.48b	138.6 ± 23.94	129.9 ± 23.98	***
11Semaine	90.5 ± 16.99b	142.3 ± 30.63	138.6 ± 20.86	***
CMQ moyen	58.1±11.96 ^b	112.8±21.0 ^a	107.2± 18 ^a	***

- Croissance :

Le poids moyen des lapereaux au sevrage ne présente pas de différence significative entre les lots. Au moment du sevrage, à 28 jours d'âge, le poids moyen des lapereaux est de 445g.

L'évolution des courbes de croissance pondérale des lapins des trois régimes suit une allure classique (figure 32), les poids vifs augmentent régulièrement entre le sevrage et l'âge de 11 semaines.

Les courbes de poids vif des animaux nourris avec les aliments "Paille" et "Grignon" présentent des similitudes entre elles, mais se distinguent nettement de celle des animaux du régime "Luzerne"; ce qui traduit une meilleure valorisation des aliments "Paille" et "Grignon".

Ainsi, sur l'ensemble de la période expérimentale, les poids vifs moyens des lots "Paille" et "Grignon" présentent des différences hautement significatives par rapport à ceux obtenus avec les animaux du lot "Luzerne"(1966 vs 1488g). L'écart pondéral entre les animaux du lot "Grignon" et celui du lot "Luzerne" est de 25.5%.

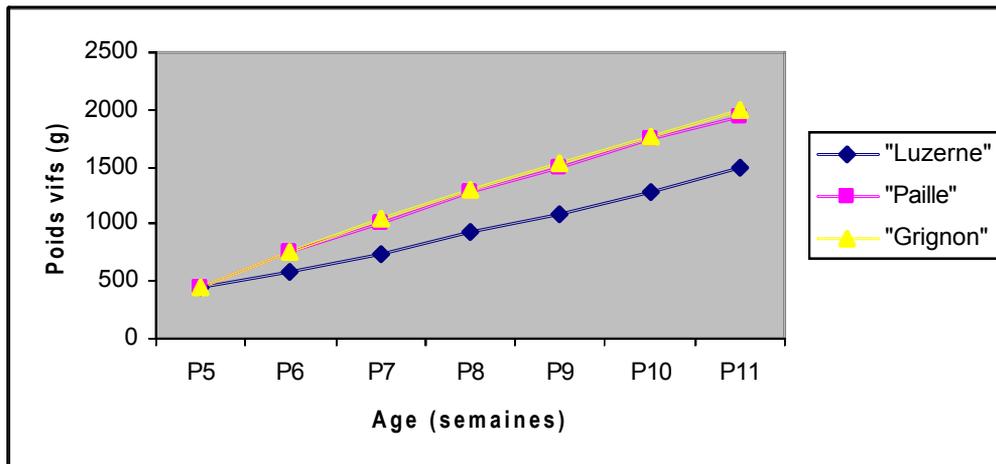


Figure 32 : Evolution des poids vifs des lapins des trois régimes en fonction de l'âge

Bien que l'évolution du poids corporel en fonction de l'âge soit linéaire dans chacun des trois régimes expérimentaux, des irrégularités de la vitesse de croissance sont observées dans les trois lots (figure 33 ; tableau 41).



Figure 33: Évolution des gains moyens quotidiens (g/j) en fonction de l'âge (semaines)

Pour toute la période d'engraissement, l'étude des GMQ (tableau 41) révèle des différences hautement significatives entre le lot "Luzerne" d'une part, et les lots "Paille" et "Grignon", d'autre part.

Les performances obtenues avec les régimes "Paille" et "Grignon" sont nettement supérieures à celles obtenues avec le régime "Luzerne" (36 et 37 vs 25g /j).

Tableau 41 : Évolution des gains moyens quotidiens (g/j) en fonction de l'âge (semaines)

Age	Luzerne	Paille	Grignon	Sign. Stat.
6 Semaines	18,7 ± 5,2b	43,3 ± 8,4a	44,2 ± 10,6	***
7 Semaines	21,8 ± 8,6b	38,0 ± 14,8a	41,0 ± 9,2a	***
8 Semaines	27,3 ± 8,7b	39,9 ± 9,8a	37,8 ± 8,6a	***
9 Semaines	21,3 ± 11,7b	30,3 ± 10,2a	32,8 ± 11,5a	***
10 Semaines	29,0 ± 8,6b	33,7 ± 8,2a	32,2 ± 8,2 a	***
11 Semaines	29,7 ± 7,0c	28,4 ± 14,1b	32,7 ± 7,1a	**
GMQ moyen	24.6± 5.4 ^b	35.5±5.42 ^a	36.8±5.3 ^a	***

L'indice de consommation (g d'aliment ingéré/ g de gain de poids) est significativement meilleure dans le régime "Luzerne" dont la consommation est réduite par rapport à celui des régimes "Paille" et "Grignon" (2.38 vs 3.18 et 2.92).

Pour la période globale (5 – 11 semaines), tous les paramètres de croissance et de consommation mesurés sur les lapins des régimes "Paille" et "Grignon" sont significativement meilleurs par rapport à ceux des lapins du régime "Luzerne".

- Ingestion des nutriments et efficacité alimentaire :

Malgré une digestibilité élevée de l'énergie, mais en raison d'une faible ingestion d'aliment dans le lot "Luzerne", l'ingestion énergétique est significativement inférieure par rapport à celles des deux autres aliments "Paille" et "Grignon" (160.2 vs 288.8 et 299 kcal/j respectivement). L'ingestion énergétique de l'aliment "Luzerne" est faible.

En raison d'une teneur en protéines digestibles plus élevée dans les régimes "Paille" et "Grignon" par rapport à celle de l'aliment "Luzerne" (13.1 et 12.74 vs 10.2 g de PD/100g d'aliment, respectivement), l'ingestion protéique est significativement plus importante par rapport à celle de l'aliment "Luzerne" (14.9 et 13.7 vs 6g de PD/j). L'ingestion protéique dans les lots "Paille" et "Grignon" est excédentaire, alors que, dans le lot "Luzerne", elle est insuffisante pour des lapins en croissance.

Concernant l'efficacité de transformation de l'énergie et des protéines en gain de poids, les aliments testés diffèrent significativement entre eux (tableau 42). Dans les aliments "Paille" et "Grignon", les quantités d'énergie nécessaires sont similaires (8.1 à 8.5 kcal ED / g poids).

L'efficacité de transformation des protéines en gain de poids est meilleure avec les aliments "Paille" et "Grignon" que l'aliment à base de "Luzerne" (0.40 vs 0.23 g PD/g de poids).

Tableau 42 : Efficacité alimentaire des aliments expérimentaux :

Aliment	Luzerne	Paille	Grignon	Sign. Stat.
Ingestion énergétique (kcal ED/j)	160.2±56.57b	288.8± 63.5a	299.0±74.89a	***
Efficacité énergétique (kcal ED / g poids)	6.50±6.37	8.51±3.06	8.12 ± 3.02	ns
Ingestion protéique (g PD/ j)	5.9±2.09b	14.8± 3.26a	13.6±3.42a	***
Efficacité protéique (g PD/g de poids)	0.23± 0.05b	0.41±0.15a	0.39±0.14a	***

6.2.4 - Rendement à l'abattage et qualité de la carcasse :

A la fin de la période d'essai (à 11 semaines d'âge), 10 lapins par lot sont abattus, sans mise à jeun au préalable.

Les valeurs moyennes des composants du poids contribuant à définir le rendement à l'abattage, excepté la proportion de la peau, du foie et du gras scapulaire qui sont similaires, présentent des différences hautement significatives entre les traitements alimentaires (tableau 43).

Globalement, les composantes du rendement à l'abattage obtenues sur les lapins nourris avec les régimes "Paille" et "Grignon" sont similaires entre eux, et, significativement, différentes de celles obtenues sur les animaux du régime "Luzerne".

Les poids vifs à l'abattage des lapins (à 77 jours) des lots "Grignon" et "Paille" sont nettement supérieurs à ceux des lapins du lot "Luzerne" (2158 et 2030 vs 1667g). Exprimés en en taux de maturité, ces poids correspondent, respectivement, à 76.8, 72.2 et 59.3% du poids adulte. Ces taux dépassent largement le taux optimal de 55 % du poids adulte préconisé pour le choix du moment de l'abattage.

Les proportions des peaux sont similaires entre les trois régimes (10.4 et 10.6 vs 9.4%) (tableau 43).

Quant au poids du tube digestif plein, aucune différence significative n'est observée entre les trois lots expérimentaux. Cependant, rapporté au poids vif, la proportion du tube digestif des lapins du lot "Luzerne" est nettement plus importante que celle enregistrée dans les lots "Grignon" et "Paille" (22.63 vs 17.41 et 16% respectivement ; $p=0.09$).

L'importance relative de la proportion du tube digestif plein dans le lot "Luzerne" induit un rendement à l'abattage plus faible (64%), comparativement aux rendements enregistrés dans les lots "Grignon" et "Paille" (69 et 70% respectivement).

Comme attendu, la différence de poids vifs enregistrée entre les lots se répercute, de la même manière, sur le poids des carcasses chaude et froide ; Ainsi, le poids moyen des carcasses chaude et froide du lot "Grignon" et "Paille" est significativement plus lourd que celui des carcasses du lot "Luzerne" : 1456 vs 1074g et 1398 vs 1037g, respectivement ; soit une différence de poids 382 et 361g.

Le tissu adipeux périrénal est significativement plus important sur les carcasses lourdes : 1.96 et 1.65% dans le lot "Grignon" et "Paille" contre 1.32% dans le régime "Luzerne". La proportion du foie est similaire dans les trois régimes.

Tableau 43 : Rendement à l'abattage et qualité de la carcasse

Aliment	Luzerne	Paille	Grignon	Signi . stat.
Nombre de lapins Abattus	10	10	10	
Paramètres (g)				
Poids vif	1667±143,87 ^b	2030± 121.2 ^a	2158 ±121.3 ^a	***
Carcasse chaude	1075±121.54 ^b	1401 ±92.11 ^a	1512±99.02 ^a	***
Carcasse froide	1037±118.08 ^b	1344±90.02 ^a	1452 ±100.99 ^a	***
Paramètres (%)				
Peau (%PV)	9,4± 0,84	10,4±1,47	10,6 ±0,8	nsp=0.09)
TD (PV (%))	22,6±1,67 ^a	17,4±2,88 ^b	16±1,4 ^b	***
Foie (%CF)	7,1±1,2	6,5 ±1,4	6,7 ±0,68	ns
GPR (% CF)	1,3 ±0,45 ^b	1,6 ±0,38 ^{ab}	3,0 ±0,47 ^a	*
Gr.sacp(%CF)	0.39±0.16	0.51±0.28	0.6±0.14	ns
Rendement CC (%)	64,3± 2.04 ^b	69.0±2.21 ^a	70.0± 1,66 ^a	***
Rendement CF (%)	62.1±2.07 ^b	66.2±2.18 ^a	67.3± 1.76 ^a	***

Chapitre 7 : Discussion

Dans le cadre de ce travail, nous avons évalué l'influence des divers facteurs de variation sur la croissance des animaux et la qualité de la viande de lapin. Nous allons donc discuter des effets respectifs de chacun de ces facteurs étudiés afin d'apporter des recommandations pour l'élevage du lapin en Algérie.

7.1- Facteurs intrinsèques : l'âge, le sexe et l'origine génétique de l'animal

7.1.1- Effet de l'âge

• Croissance et la consommation :

L'âge a une influence significative sur la croissance pondérale des lapins. Au-delà de la période standard d'engraissement (4-11 ou 4-12 semaines d'âge), les lapins de population locale continuent à prendre du poids et à s'alourdir jusqu'à l'âge de 18 semaines.

Jusqu'à l'âge de 12 semaines, la croissance des lapins de population locale n'est pas encore achevée. En effet, par rapport au poids vif moyen enregistré à l'âge de 12 semaines (1845g), les poids vifs enregistrés à 15 et 20 semaines sont significativement plus importants (2303 et 2935g). L'écart pondéral enregistré entre la période de 12-15 semaines, 12-18 et 12-20 semaines par rapport au poids obtenu à l'âge de 12 semaines est de 461, 919 et 1090g ; ce qui correspond à une progression de poids de 24, 50 et 59%, respectivement.

L'augmentation du poids vif des lapins de population locale est ralentie entre l'âge de 18 et 20 semaines (2764 vs 2935g, respectivement). L'écart pondéral est de 6% entre 18 et 20 semaines d'âge.

Ainsi, à l'âge de 18 semaines environ, les animaux de population locale semblent avoir terminé leur croissance et atteignent un poids moyen adulte de 2850g. Ce résultat corrobore les résultats de Zerrouki et al., (2004) qui ont estimé le poids adulte des reproducteurs de cette même population locale à 2810g. Pujardieu et al., (1986) ont enregistré 66% de gains de poids obtenu entre 11 et 20 semaines à 15 semaines d'âge, avec des animaux mâles des souches INRA 1077 et 9077. Dans ce sens, les animaux de population locale utilisés dans ce travail semblent appartenir à la catégorie des animaux caractérisés par une croissance lente.

Les vitesses de croissance sont aussi influencées par l'âge. La vitesse de croissance maximale (28 g/j) est enregistrée pendant la période d'engraissement classique (4-12 semaines).

Au-delà, la vitesse de croissance décroît progressivement jusqu'à 20 semaines d'âge (22.7g/j), notamment à partir de la 18^{ème} semaine (12.5g/j). Cela résulte de la réduction bien connue de la vitesse de croissance instantanée en fonction de l'âge au fur et à mesure que le lapin approche de son poids adulte (Lopez et Deltoro, 1984 ; Schlolaut et al., 1984, Ouhayoun, 1983).

Comme pour la croissance, l'âge a, aussi, une influence significative sur la consommation d'aliment qui augmente avec celui-ci. En effet, les consommations enregistrées au cours de la période d'engraissement entre le sevrage et l'âge de 12 semaines (110g/j) sont moins importantes que celles obtenues au-delà : + 11, +18 et + 20% respectivement pour les périodes 4-15 ; 4-18 et 4-20 semaines. La consommation d'aliment se stabilise vers l'âge de 18 semaines.

L'augmentation de la consommation en fonction de l'âge enregistrée dans notre travail va dans le même sens que les résultats de Laffolay (1985) et de Lebas et al., (1986).

Selon les résultats de Lebas et al., (1986), les lapins de souche INRA issus des lapins Néo-Zélandais blancs consomment, en moyenne, 159g/j entre 11 et 12 semaines d'âge, 163 g/j jusqu'à 15 semaines et 151g/j jusqu'à 20 semaines. Toujours, selon ce même auteur, la consommation se stabilise au-delà de l'âge de 18 semaines.

Comparativement aux ingestions enregistrées sur d'autres types d'animaux, le niveau de consommation alimentaire des lapins de population locale est modeste et inférieur à celui enregistré avec les races améliorées (Néozélandaise Blanche) : - 33%, - 46.2%, respectivement, à l'âge de 12 et 18 semaines (Lebas et al., 1986).

La réduction de la vitesse de croissance, corrélée à une augmentation de l'ingestion en fonction de l'âge, est accompagnée de la détérioration significative de l'indice de consommation, notamment après 15 semaines (3.96 vs 4.75 voire 6.6, respectivement, pour les périodes 4-12, 4-15 et 4-20 semaines). La même situation est décrite par Poujardieu et al., (1986), Kennou et Lebas, (1989) et Kennou, (1990).

Pendant les périodes de prolongation de la durée d'engraissement (12-15, 12-18 et 12-20 semaines), les indices de consommation sont respectivement de 4.8, 5.9 et 6.8.

En raison d'une ingestion modeste d'aliment par les lapins de population locale (\leq à 110g/j jusqu'à 12 semaines d'âge), l'indice de consommation demeure encore acceptable

(4.75) jusqu'à l'âge de 15 semaines ; Surtout, lorsqu'on compare les indices de consommation à ceux obtenus par Lebas et al., (1986) avec des animaux de souches INRA 1077 et 9077 (7.3 et 9.1 pour les périodes d'engraissement de 11-15 et 11-20 semaines).

En conclusion, afin de répondre à la demande des consommateurs algériens qui souhaitent des carcasses lourdes, on peut recommander d'augmenter la durée d'engraissement (de 12 à 15 semaines). Toutefois, il convient de noter que la prolongation de la durée d'engraissement s'accompagnera d'une détérioration de l'indice de consommation qui se répercutera sur le prix de revient du kg de viande.

- Rendement à l'abattage et qualité de la carcasse :

Les résultats obtenus au cours de cet essai montrent un effet évident de l'âge sur le poids à l'abattage ainsi que sur les autres paramètres mesurés, hormis le rendement à l'abattage et la proportion du foie qui demeurent fixes. Les autres paramètres mesurés (poids vif, proportion du tube digestif plein, proportion de la peau, proportion du tissu adipeux et rapport muscle/os) présentent des différences significatives liées à l'âge, cela jusqu'à l'âge de 18 semaines. Entre 18 et 20 semaines, les paramètres mesurés sont similaires.

Le poids à l'abattage augmente, significativement, entre 12 à 15 semaines d'âge ; ce qui se traduit par des taux de maturité élevé : 65.6 à 82% voire plus (jusqu'à 100% après 18 semaines). Cela se répercute sur le poids des carcasses froides qui deviennent significativement plus lourdes quand l'âge d'abattage est retardé.

Par rapport aux carcasses froides des lapins âgés de 12 semaines, celles des animaux de 15 et 18 semaines présentent une supériorité pondérale de 327 et 678g respectivement. Mais, seulement un écart de 28g est enregistré entre les carcasses des lapins abattus à l'âge de 18 et 20 semaines.

Hormis le tube digestif, dont la proportion diminue significativement en fonction de l'âge des animaux, les autres constituants des carcasses sont d'autant plus lourds que l'âge d'abattage est tardif. Cependant, en valeur absolue, le poids du foie diminue entre 18 et 20 semaines d'âge. Une diminution du poids du foie lors de la prolongation de la croissance a été rapporté par Ouhayoun et al., (1986b).

Dans nôtre travail, le rendement en carcasse chaude ou froide n'augmente pas avec l'âge des lapins, celui-ci se stabilise à partir de 12 semaines. Ce résultat ne corrobore pas ceux de la bibliographie qui signale une augmentation du rendement à l'abattage, soit jusqu'à l'âge de 13 ou 14 semaines, puis se stabilise (Lebas et al., 2001 ; Jehl et Juin 1999_a et _b; de Parigi Bini

et al., 1996 et de Combes et al., 2000 et 2002), soit jusqu'à l'âge de 15 semaines (Ouhayoun et al., 1986b).

La stagnation du rendement à l'abattage entre 12 et 15 semaines, et cela malgré une progression du poids vif, résulte probablement d'une augmentation de poids de la peau (14.6 vs 16.3%). Cette augmentation ne confirme pas les résultats de Cantier et al., (1969), selon lesquels l'allométrie de croissance de la peau est minorante ($a = 0.86$) au-delà du poids corporel de 1.3kg, mais elle corrobore ceux de Ouhayoun (1978) qui a noté chez les lapins âgés de 11 semaines une corrélation positive ($r = 0.25$) entre le pourcentage de peau et le poids vif.

L'augmentation de l'adiposité en fonction de l'âge est significative et explosive, notamment après 15 semaines. L'accélération de l'adipogénèse concerne plus les localisations rénales que scapulaires. Par rapport à la proportion de gras rénal et scapulaire mesurée à l'âge de 12 semaines, une progression de + 126 et + 83% est, respectivement, enregistrée sur les lapins âgés de 20 semaines. En effet, cette réserve de tissu gras, dont la mise en place est la plus tardive, représente une proportion de plus en plus grande des graisses totales du corps. Selon Vezinhet et Prud'hon (1975), la carcasse est donc plus marquée par la vague d'adipogénèse qui s'exprime après un poids vif de 2.3kg

Le rapport muscle/os du membre postérieur, qui rend compte du développement relatif de la musculature et du squelette de la carcasse dans son ensemble, est de 6.65 à 12 semaines, il augmente avec le poids en fonction de l'âge passant de 7.19, pour les lapins abattus à 15 semaines (pesant 2303g), à 7.83 pour les lapins abattus à 20 semaines (pesant 2935g). Cela signifie qu'entre ces deux âges, la croissance musculaire est relativement plus rapide que celle du squelette. Ce résultat est en accord avec ceux de Roiron et al., (1992) et ceux de Parigi-Bini et al., (1996), selon lesquels le rapport muscle /os augmente de façon linéaire avec le poids des animaux. Par ailleurs, selon Lebas et al., (2001), le rapport muscle /os de la cuisse s'améliore systématiquement avec l'âge.

Le pH musculaire de la cuisse mesuré uniquement sur les animaux âgés de 12 semaines est 5.6. Ce résultat s'accorde avec les observations de Cabanes et al., (1996) qui ont noté des pH allant de 5.6 à 5.8.

En conclusion, nos travaux permettent de montrer qu'un abattage pratiqué à l'âge de 15 semaines, au lieu de 12, est une voie qui peut être envisagée pour produire des carcasses mieux adaptées aux besoins du marché. Cette modification permettrait en effet de proposer des carcasses plus lourdes pour un rendement à l'abattage inchangé (71.8%) et une

adiposité qui reste modérée. Par ailleurs, l'indice de consommation demeure encore acceptable (4.7).

7.1.2- Influence du sexe :

- Croissance et consommation :

Hormis le poids des lapins qui augmente avec l'âge, très peu de différences sont observées entre les femelles et les mâles de population locale, y compris chez les animaux plus âgés. Le dimorphisme sexuel commence à apparaître vers l'âge de 15 semaines. A partir de cet âge, les femelles deviennent significativement plus lourdes que les mâles notamment à l'âge de 20 semaines (3075 vs 2598g). Les écarts pondéraux entre les deux sexes relevés à 15 et 18 semaines d'âge sont de 5 et 10%, respectivement.

Ce résultat est en adéquation avec ceux de Cantier et al., (1969), selon lesquels la croissance pondérale globale, des lapins de format moyen, devient plus élevée chez la femelle que chez le mâle vers la fin de la 15^{ème} semaine pour un poids vif de 2000g environ. Cependant, certains auteurs n'ont pas signalé de différence de poids entre les mâles et les femelles de différentes races (Néo-Zélandaise- Blanche, Californienne, Chinchilla, Rex, Pannon White et Danish White), que ce soit entre l'âge de 11 et 13 semaines (Ortiz-Hernandez et Rubio-Lozano, 2001; Xiccato et al., 1994) ou jusqu'à 16 semaines (Szendro et al., 1998; Nofal et al., 1995), voire même jusqu'à 20 semaines (Lebas et al., 2001).

La vitesse de croissance est similaire dans les deux sexes jusqu'à 15 semaines d'âge. Pendant les périodes 12-15 et 18-20, les vitesses de croissance sont significativement plus faibles chez les mâles par rapport aux femelles (22.5 vs 20.2g/j, $p < 0.01$; 16.2 vs 9.1g/j, $P < 0.001$). Pour l'ensemble de la période d'engraissement 4-20 semaines, la vitesse de croissance est modeste (22.7g/j).

L'effet du sexe sur la consommation n'est pas significatif. Entre l'âge de 4 et 20 semaines, les ingestions sont similaires entre mâle et femelle (110 g/j entre 4 à 12 semaines, 132 g/j entre 4 et 20 semaines) ; durant ces périodes, les indices de consommation sont, aussi, similaires entre les deux sexes (4 pendant 4 -12 semaines et 6.8 pendant 4 -20 semaines).

Ces résultats sont en adéquation avec ceux de Lebas et al., (2001) qui ont observé peu de différences de consommation entre les deux sexes.

- Rendement à l'abattage et qualité de la carcasse :

L'essentiel de l'influence du sexe sur le rendement à l'abattage et les qualités des carcasses peut être résumé, d'une part, à une augmentation du poids vif à l'abattage des femelles, notamment après l'âge 15 semaines ; Et, d'autre part, par un dépôt du tissu adipeux

périréal plus élevé chez les femelles par rapport aux mâles entre l'âge de 18 et 20 semaines (4.1 vs 3.4% ; 4.5 vs 3.8% respectivement). Une adiposité plus élevée chez les femelles par rapport à celle des mâles (6.7vs 5.4 %) à l'âge de 20 semaines a été rapportée par Lebas et al., (2001) sur des lapins à poids vif similaire (4.8 kg et 4.7 kg respectivement).

Le rendement en carcasse froide est affecté par le sexe chez les animaux abattus à l'âge de 12 et 15 semaines. Le rendement des mâles est plus important que celui des femelles (70.5 vs 66%), probablement, en raison des proportions du tube digestif plein plus élevées chez les femelles (15.6 vs 14 % ; $p<0.01$) et de la peau (17.9 vs 16% ; $p<0.06$). Ce résultat est en adéquation avec ceux de Lakabi et al., (2008), qui ont obtenu des rendements à l'abattage plus faibles chez les femelles (65.5 vs 66.8%) en raison des proportions de peau plus élevées (10.2 vs 9.8%).

Le rapport muscle/os des femelles et des mâles est similaire jusqu'à l'âge de 15 semaines. Au-delà, des écarts significatifs apparaissent. Le rapport muscle/os des mâles est inférieur à celui des femelles (7.31 vs 8.08, 6.92 vs 8.24, respectivement, à 18 et 20 semaines). Ce résultat corrobore ceux de Lebas et al., (2001) qui ont obtenu un rapport muscle/os significativement plus faible chez les mâles par rapport aux femelles (6.71 vs 6.93).

Nos travaux montrent que le dimorphisme sexuel est peu accusé chez le lapin de population locale jusqu'à l'âge de 15 semaines. A partir de cet âge, le poids et l'adiposité des femelles deviennent supérieurs à ceux des mâles. Etant donné que dans le cadre de ce travail les animaux sont séparés dès l'âge de 12 semaines, il conviendra de vérifier si l'engraissement jusqu'à 15 semaines nécessite un élevage des mâles et des femelles en cage séparée pour éviter les accouplements précoces. Les lapins de population locale atteignent leur maturité sexuelle vers l'âge de 18 semaines. Il conviendra également de vérifier qu'à cet âge les agressions entre mâles ne sont pas trop fréquentes. En effet, des blessures pourraient entraîner une dépréciation des carcasses.

7.1.3- Influence de l'origine génétique :

- Croissance et la consommation :

Le type génétique exerce une forte influence sur les paramètres de croissance. Malgré, un poids similaire à la naissance entre les deux types génétiques étudiés (50g), les lapins d'origine hybride se distinguent par un poids vif supérieur à celui des lapins de population locale. Les écarts commencent à apparaître à partir de l'âge 21 jours, moment où les lapereaux commencent à ingérer de l'aliment granulé en plus du lait maternel (Delaveau, 1982).

A l'âge de 21 et 28 jours, les animaux issus de lapins d'origine hybride affichent, par rapport aux lapins locaux, une supériorité pondérale de + 19 et + 23%, respectivement. Cette tendance est maintenue pendant toute la durée d'engraissement. A l'âge de 84 jours, les lapins hybrides présentent un poids vif supérieur à celui des animaux locaux (1945 vs 1756g) ; L'écart est de l'ordre de + 10%. Cela est probablement dû à la sélection qu'ont subie les parents des lapins hybrides (Larzul et Gondret, 2005) dans leur pays d'origine (France). En effet, selon Blasco et al., (1996), des animaux âgés de 10 semaines, de la 3^{ème} et 4^{ème} comparés à ceux de la 10^{ème} génération, révèlent que la sélection a permis une augmentation de poids vif de 10 %.

Nos résultats s'alignent sur ceux rapportés par Ouhayoun et Cheriet, (1983) qui ont signalé un écart de 6.4% entre le poids vif des lapins sélectionnés par rapport à celui des lapins fermiers non sélectionnés âgés de 11 semaines.

Les vitesses de croissance entre la naissance et le sevrage et entre le sevrage et l'âge de 84 jours sont significativement plus faibles chez les lapins de type local (12.5 vs 14.6g/j et 24.2 vs 27.6 g/j), ce qui correspond à un écart de 14 et 12%, respectivement. Pour la période naissance-sevrage, nos résultats sont inférieurs à ceux enregistrés par Zerrouki et al., (2007) sur des lapins de la même population locale : 15.7g/j.

Sur un plan comparatif entre des animaux sélectionnés et non sélectionnés, ces résultats sont en accord avec ceux de Cheriet et al., (1982), Cheriet, (1983) et d'Anous (1999), qui ont observé, chez des lapins sélectionnés, des vitesses de croissance plus élevées par rapport à celles des lapins fermiers.

Dans ce sens, les écarts sont plus au moins importants selon les animaux utilisés. En comparant la vitesse de croissance des lapins sélectionnés de la souche INRA 1027 à celle des lapins fermiers provenant de la région d'Alban (France), Ouhayoun et Cheriet, (1983) ont trouvé un écart de 3.8%, alors que Anous, (1999) a trouvé un écart de 51% entre les lapins Néo-Zélandais Blancs et les lapins de population locale exploitée au Burundi.

Durant la toute la période d'engraissement, et à l'instar de la vitesse de croissance, les lapins d'origine hybride consomment des quantités d'aliment significativement plus élevées que celles des animaux locaux (103.5 vs 91.7 g/j). Alors qu'Ouhayoun et Cheriet, (1983) n'ont pas obtenu de consommation significativement différente entre les lapins d'origine fermière et les lapins sélectionnés.

Dans le cadre de ce travail, les indices de consommation enregistrés sur les lapins de population locale et sur les animaux hybrides sont similaires (4). Ceci traduit que les animaux sélectionnés sont plus efficaces pour transformer l'aliment (Ouhayoun et Cheriet, 1983; Ouhayoun et Delmas, 1983).

- Rendement à l'abattage et qualités des carcasses :

Hormis le poids vif à l'abattage et le poids des carcasses, significativement, plus lourds chez les lapins hybrides, il est à signaler la faible variabilité des paramètres mesurés à l'abattage sur les animaux de population locale et hybride.

Le moment de l'abattage est, généralement, déterminé est fonction du taux de maturité (PVA/ poids adulte), qui doit être près de 55% du poids adulte (Ouhayoun, 1989). Le taux de maturité, des lapins utilisés dans cet essai, est estimé sur la base d'un poids adulte de 2,9kg pour la population locale et à 3.5 à 4kg pour le type hybride utilisé (Ouhayoun et al., 1986 ; Ouhayoun, 1990 et Roiron et al., 1992).

Les lapins d'origine hybride, dont les parents ont été sélectionnés sur la vitesse de croissance, atteignent à l'âge de 12 semaines un degré de maturité conforme (55% du poids adulte : Ouhayoun, 1986). Cependant, celui des lapins locaux, caractérisés par une vitesse de croissance lente, est supérieur (55.6 vs 63 %). Cela signifie que l'abattage des lapins locaux peut être programmé une semaine plutôt (PV = 1540g), mais, dans ce cas, les carcasses sont trop légères (1063g) pour être commercialisées.

A l'âge de 12 semaines, le poids des carcasses chaudes ou froides des lapins d'origine hybride est plus élevé que celui des carcasses d'origine locale (1370.5 vs 1210g et 1320 vs 1164.7g, respectivement). L'écart est de 11.7%.

Sur le plan de la composition corporelle, les rendements en carcasses chaudes ou froides sont similaires entre les deux types génétiques, cela corrobore les résultats de Ortiz Hernandez et Rubio Lozano, (2001), Nofal et al., (1995) et Anous (1999). Ces derniers ont obtenu des faibles variabilités entre les rendements à l'abattage de lapin appartenant à des types génétiques différents (Néo-Zélandais, Californien, chinchilla, Rex et la race locale du Burundi).

Concernant les autres paramètres mesurés (proportion de la peau, du tube digestif plein, du foie, du gras), aucune différence significative n'a été enregistrée entre les deux types génétiques. Selon Ouhayoun et Cheriet, (1983), Ortiz Hernandez et Rubio Lozano, (2001) et Nofal et al., (1995), la composition de la carcasse varie peu selon la race. Cependant, Ouhayoun et Cheriet (1983) ont obtenu une adiposité plus élevée chez les animaux fermiers par rapport à celle des animaux sélectionnés (- 9.4%).

Nos travaux montrent qu'à l'âge de 12 semaines les lapins hybrides ont atteint un poids vif plus important que celui des lapins d'origine locale grâce à une consommation plus élevée. Toutefois, les rendements et la qualité de la viande sont peu affectés par l'origine génétique des animaux.

En conséquence, les animaux de type hybride sélectionnés sur la vitesse de croissance sont plus aptes à produire de plus grandes quantités de viande à moindre coût dans les conditions de production algériennes.

7.2– Facteurs extrinsèques :

7.2.1- Influence de la composition de l'aliment

La substitution totale ou partielle du tourteau de soja, de l'orge et de la luzerne par des matières premières locales (sous produits de blé, grignon d'olive ou la paille), dans les aliments lapin, a révélé des régimes alimentaires dont la composition chimique est proche des recommandations établies par Lebas, (2004a) et de Maertens, (1996).

Les aliments expérimentaux, contenant des teneurs croissantes en sous produits de blé (jusqu'à 67%) ou comportant de la paille ou du grignon d'olive, ont une composition en matières azotées totales supérieure (+9%) par rapport aux recommandations (16% : Lebas, 2004). En revanche, l'aliment commercial "Luzerne" accuse un déficit en protéines de 10%, en raison, probablement, du faible taux d'incorporation de tourteau de soja (3.7%) et d'une forte proportion de luzerne (près de 42%) dont la teneur en protéines brutes n'excède pas 16.5%.

La composition moyenne des aliments expérimentaux, en acides aminés soufrés et en lysine, varie respectivement de 0.55 à 0.58% et 0.74 à 0.85%. Ces valeurs sont conformes aux valeurs optimales (0.55% pour les ASS et 0.75% pour la lysine) (Lebas, 2004a, De Blas et Mateos, 1998). Le régime "Luzerne" accuse un déficit en lysine (- 13%) et en ASS (- 11%). Cette situation peut être probablement expliquée par la modeste teneur en protéines brutes (14.35%) de ce régime et par l'incorporation de l'orge dont les teneurs en ces acides aminés sont modestes (0.35 et 0.41%, respectivement, pour la lysine et les AAS).

Malgré une suppression totale du tourteau de soja dans l'aliment SB67, sa teneur en protéines, en lysine et en ASS est conforme (16%, 0.65% et 0.55%, respectivement).

Sur le plan de l'apport en fibres, les aliments à base de sous produits de blé présentent une composition moyenne en cellulose brute légèrement déficitaire (11.5 %) par rapport à la norme de Lebas, (2004a) et de Maertens, (1996). Par contre, les aliments "Paille" et "Grignon" ont des compositions conformes (13.58 et 16.31% respectivement) aux besoins du lapereau. Dans ces aliments, la source de fibre provient, principalement, de la paille de blé et du grignon d'olive qui ont des teneurs en cellulose brute élevées : 42.5% selon De Blas et al., (1989) et 52.24% d'après Chaabane et al., (1997).

7.2.1.1- Digestibilité des régimes :

La substitution du tourteau de soja, de la luzerne et de l'orge par le son, la paille ou le grignon d'olive, a induit une baisse de la digestibilité de la matière sèche et de l'énergie.

Dans les aliments à base de sous produits de blé, la digestibilité de la matière sèche et de l'énergie est significativement plus importante dans le régime témoin SB26 (74.9% et 75.9%, respectivement) par rapport à celle des régimes SB60 et SB67 (71.4% et 71.3%, en moyenne).

Quant aux régimes à base de luzerne, de paille et de grignon d'olive, la digestibilité de la matière sèche et de l'énergie est significativement plus importante dans le régime "Luzerne" par rapport à celle de l'aliment "Paille" (77.82 vs 64.73%, 78.38 vs 64.71%). La digestibilité de la matière sèche et de l'énergie obtenue avec le régime "Grignon" occupe une position intermédiaire (figure 34).

Concernant les fibres, une augmentation de la digestibilité de la cellulose brute, par rapport au régime témoin (SB26), est obtenue dans les régimes expérimentaux renfermant de fortes proportions de sous produits de blé (+ 35.2 et + 47%, respectivement, pour les régimes SB60 et SB67). Ce résultat serait une conséquence de la réduction du taux d'amidon dans ces régimes, suite à la suppression de l'orge et à l'augmentation de la proportion des fibres digestibles des sous produits de blé (Maertens et Van Herck, 2001).

En revanche, l'incorporation de la paille et du grignon d'olive a provoqué une baisse de la digestibilité de la cellulose brute (-19.4 et - 8.7%, respectivement) pour les aliments "Paille" et "Grignon". Ce résultat corrobore ceux de la bibliographie. Ainsi, De Blas et al., (1989) ont mentionné une baisse de digestibilité (- 9.7%) induite par l'incorporation de 40% de paille de blé dans les aliments pour des lapins à l'engraissement.

Par ailleurs, Chaabane et al., (1997) et Ben Rayana et al., (1994) ont noté une dépression de la digestibilité de la cellulose brute (- 10 à - 55.7%) lors de l'introduction du grignon d'olive dans les régimes pour lapin à des taux croissants (24 à 33%).

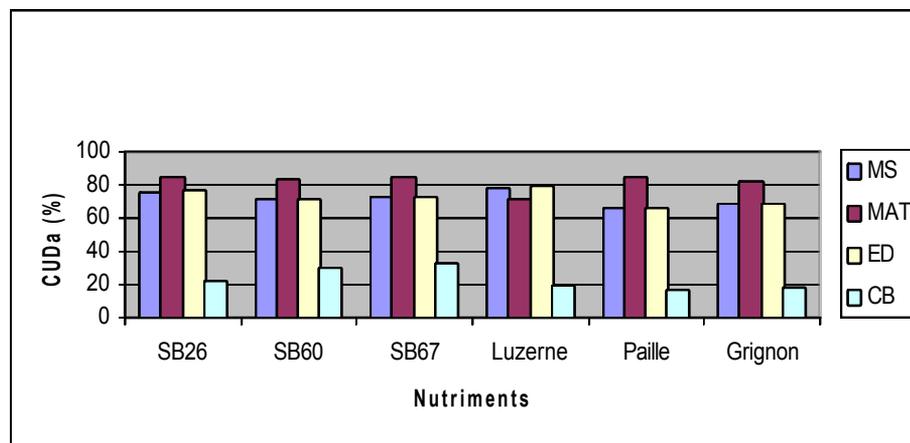


Figure 34 : Digestibilité des aliments expérimentaux utilisés dans les essais 4 et 5

L'incorporation de sous produits de blé n'a pas affecté la digestibilité des protéines ; tandis que l'introduction de la paille et du grignon d'olive a augmenté la digestibilité de l'azote dans les régimes expérimentaux (+ 18 et + 14%, respectivement, pour les régimes "Paille" et " Grignon "). Ce résultat est difficile à interpréter car, d'une part, les travaux traitant de l'utilisation des grignons d'olive et de la paille en alimentation du lapin ne sont pas nombreux, et, d'autre part, les résultats de la bibliographie sont contradictoires. Pendant que Ben Rayana et al., (1994) ont obtenu une baisse significative (- 5%) de la digestibilité moyenne des protéines avec des régimes contenant 11.5 et 23% de grignon d'olive, Chaabane et al. (1997) ont enregistré des digestibilités des protéines similaires voire supérieures entre un régime témoin sans grignon et des régimes contenant jusqu'à 30% de grignon d'olive.

Concernant l'influence de l'incorporation de la paille sur la digestibilité, De Blas et al. (1989) ont enregistré une baisse de la digestibilité (-7.6%) entre un régime témoin sans paille et un régime contenant 40% de paille de blé.

Globalement, la digestibilité moyenne des protéines, obtenue au cours de nos essais, est d'un niveau élevé (81.12%) ; ce résultat corrobore ceux obtenus antérieurement au sein de notre laboratoire (81.3 à 85.7% : Berchiche et al. 2000).

Le taux de protéines digestibles (PD) des aliments à base de son de blé varie de 13.6 à 15.4 g/100 g d'aliment, celui-ci est supérieur aux recommandations pour le lapin en croissance : 10.8% selon De Blas et Mateos (1998) ou 11 à 12% d'après Lebas, (2004_a). Les taux de protéines digestibles des régimes à base de luzerne, de paille et de grignon (10.15 – 13.10 %) sont conformes aux normes.

Les teneurs en énergie digestible des régimes utilisés dans les essais 4 et 5 sont toutes supérieures (10.67 – 12.5 MJoules/kg) à celles recommandées pour le lapin à l'engraissement (10 – 10.5 MJoules/kg : Parigi Bini et Xiccato, 1998). Cependant, un équilibre entre les protéines digestibles et l'énergie est retrouvé dans la majorité des régimes testés (PD/ED : 46 à 51), exception pour l'aliment "Luzerne" (37g/1000kcal).

En conclusion, la composition chimique des aliments expérimentaux, utilisés dans les essais 4 et 5, à l'exception de l'aliment commercial "Luzerne", présente un excès de protéines et en énergie par rapport aux recommandations. Toutefois, les ratios protéines/énergie et la qualité des protéines sont acceptables et se caractérisent par une bonne digestibilité. Les aliments à base de sous produits de blé dur (SB26, SB60 et SB67) sont caractérisés par un déficit en cellulose brute qui peut constituer un risque pour la santé digestive.

7.2.1.2-Etat sanitaire des animaux pendant l'engraissement:

La mortalité globale durant toute la période d'engraissement est évaluée à 25% avec les régimes à base de sous produits et à 12% pour les régimes "Luzerne", "Paille" et "Grignon".

Les lapins sont morts suite à des diarrhées, pendant la période post sevrage, entre la deuxième et la troisième semaine d'engraissement.

Le taux de mortalité de 12% enregistré dans les lots "paille" et "grignon" est jugé acceptable comparativement aux mortalités habituelles des élevages rationnels de lapins (9-13%). Toutefois, le taux enregistré dans l'essai à base de sous produits de blé est élevé. Cette situation peut être reliée à un déficit en fibres, qui, cumulée à l'excès de protéines, favoriserait la prolifération de certaines bactéries pathogènes (Clostridies) (Lebas et al., 1998, Gidenne, 2000 ; et Gutiérrez et al., 2003).

7.2.1.3-Performances de croissance :

La substitution du tourteau de soja, de la luzerne et de l'orge par des sous produits de blé, du grignon d'olive ou de la paille de blé ne semble avoir aucun effet néfaste sur la consommation d'aliment.

Pour les aliments à base de sous produits de blé, les consommations sont similaires entre les lots (consommation moyenne de 87g/j).

Quant aux aliments "Paille" et "Grignon", la consommation est nettement plus importante que celle du régime "Luzerne" (110 vs 58 g /j). La faible consommation alimentaire obtenue avec le régime "Luzerne" (figure 35) correspond à l'ingestion d'un aliment déséquilibré caractérisé par un rapport protéines /énergie insuffisant par rapport à la norme (8.8 vs 10.7 à 11.5) et par un déficit en AAS (-11%) et en lysine (-12%). Selon Lebas et al. (1984a) et Lebas (1992), un aliment déséquilibré est toujours moins consommé qu'un aliment plus équilibré.

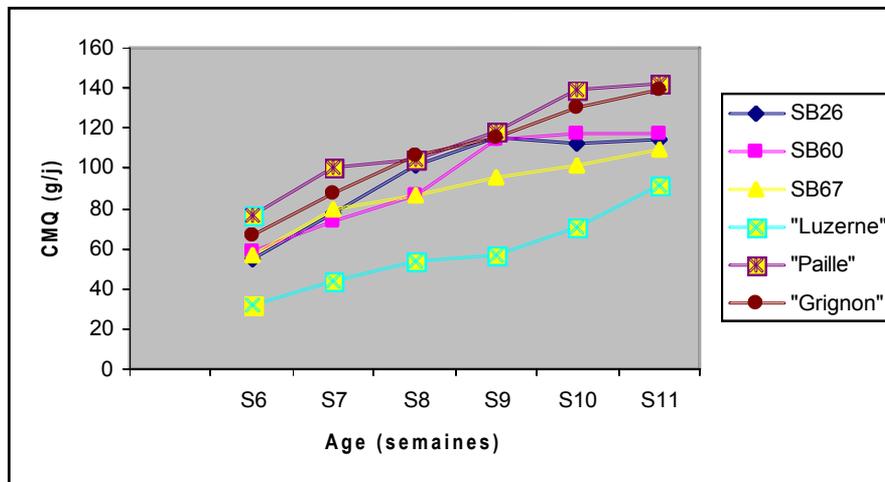


Figure 35: Evolutions des consommations alimentaires en fonction de l'âge dans les essais 4 et 5

Les ingestions relativement élevées (110g/j) des aliments "Paille" et "Grignon" sont dues au meilleur équilibre nutritionnel. Ces aliments présentent un rapport protéines/énergie (10.9 à 12.3g de PD/ 1MJ ED), un taux en ASS (0.56%) et en lysine (0.84%) conformes aux valeurs optimales (10.7 à 11.5g/1Mjoule ; 0.75 à 0.8% ; 0.55 à 0.60%, respectivement : Lebas, 2004).

Les consommations des aliments SB60 et SB67 sont moins importantes (- 23%) par rapport à celles des régimes "Paille" et "Grignon" en dépit d'une teneur en protéines intéressante sur le plan quantitatif et qualitatif.

Cette sous consommation est probablement due à une teneur en énergie digestible supérieure à la normale (12.1vs10 MJoules). En effet, lorsque l'apport en protéines est satisfaisant, sur le plan quantitatif par rapport à l'énergie, l'ingestion diminue avec l'augmentation de la concentration en énergie digestible de l'aliment (Lebas, 1975, Bombeke et al., 1978, Spreadbury et Davidson., 1978, Dehalle., 1981et Lebas, 1992).

Le niveau des ingestions des deux essais est comparable à celui enregistré dans des essais antérieurs au sein de notre laboratoire avec des animaux de population locale et dans les conditions environnementales proches (même bâtiment, même type d'animaux). Ainsi, Lakabi et al., (2004) ont enregistré des ingestions qui se situent dans une large gamme : 57 à 94 g/j avec un aliment témoin (16.1% de protéines, 11.66% de CB). Par ailleurs, Berchiche et al., (2000) ont obtenu des consommations allant de 104 à 123g/j avec des aliments à base de sous produits de blé. En utilisant un aliment contenant 20% de grignon d'olive, Kadi et al., (2004) ont rapporté une consommation alimentaire de 87g/j.

Ces niveaux de consommation alimentaire obtenus lors de nos essais sont relativement faibles comparativement aux ingestions alimentaires des lapins de souches sélectionnées (165g/j entre 70 et 77 jours d'âge : Laffolay., 1985).

L'accroissement du poids vif en fonction de l'âge évolue parallèlement à la consommation alimentaire. Le facteur aliment a eu un effet significatif sur les poids vifs. Les améliorations apportées dans la composition des aliments expérimentaux ont conduit à de meilleures performances de croissance.

Les animaux nourris avec les régimes formulés à base de paille, de grignon ou de sous produits de blé ont des poids vifs plus élevés (1772 à 1997g) par rapport à ceux nourris avec l'aliment commercial "Luzerne" (1488g) (figure 36).

Le retard de croissance accusé dans le lot "Luzerne" peut être relié, d'une part, à un taux en protéines insuffisant par rapport à l'énergie (8.8g/MJ^{-1}), et, d'autre part, à une faible teneur en protéines brutes (14%) pour une teneur en énergie digestible trop élevée (2750 kcal ED/kg). Selon, Maertens et al., (1997 et 1998), la réduction du ratio PD/ED en dessous de 10g/MJ^{-1} affecte la croissance, notamment pendant les 3 semaines qui suivent le sevrage.

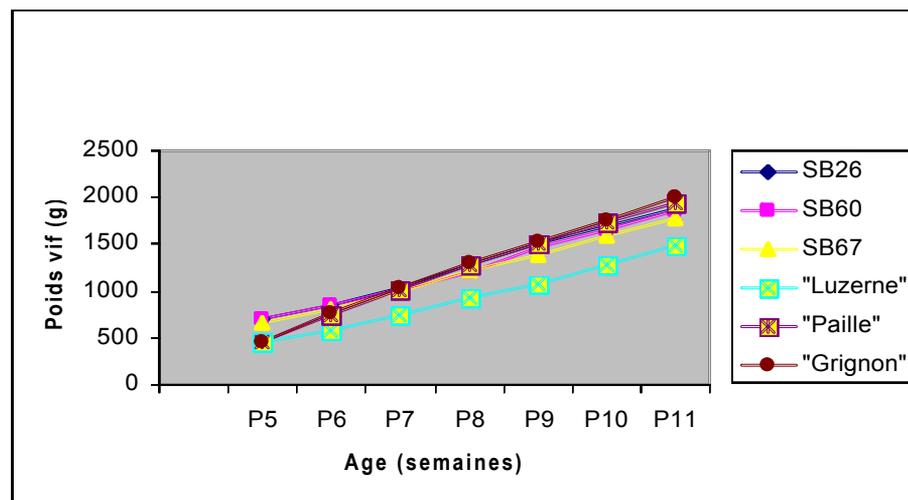


Figure 36 : Evolution des poids vifs en fonction de l'âge des lapins des essais 4 et 5

Comme pour les poids vifs, les meilleures vitesses de croissance sont enregistrées dans les lots "Paille" et "Grignon"(36g/j). La vitesse de croissance du lot "Luzerne" n'excède pas 25g/j ; l'écart est de 31%.

Dans le cas des régimes à forte proportion de son de blé, la vitesse de croissance moyenne obtenue est de 27g/j. Ce résultat est en adéquation avec ceux obtenus au sein de notre laboratoire (27.94 à 30.5 g/j : Berchiche et al., 2000). Cependant, les vitesses de croissance des lapins dans les lots "paille" et "Grignon", obtenues avec des lapins hybrides (36g/j), sont nettement supérieures à nos résultats habituels. Lounaouci et al. (2008) ont enregistré un gain moyen quotidien maximal de 32g/j avec des lapins hybrides de même origine et consommant un aliment à 17% de protéines brutes. Les gains moyens quotidiens relativement importants, enregistrés avec les lapins nourris avec les aliments "Paille" et "Grignon", sont à relier à l'hétérogénéité des poids vifs des animaux (CV : 20 et 13% au sevrage et 84jours). Selon Delaveau, (1982), la variabilité du poids à la naissance peut atteindre 44%, ce qui explique une grande partie de la variabilité du poids au sevrage.

A l'âge de 77 jours, le poids moyen des lapins hybrides nourris avec les aliments "Paille" et "Grignon" et celui des lapins de population locale des lots SB26 et SB60 sont proches (1859 et 2094g).

7.2.1.4 -Efficacité alimentaire :

L'accroissement de la teneur en protéines dans les aliments "Paille", "Grignon" et ceux à base de sous produits de blé améliore l'utilisation digestive des matières azotées totales (>80%). Ce qui permet l'ingestion de grandes quantités de protéines, notamment dans les régimes "Paille", "Grignon" et SB26 (14.7, 13.7 et 13.4 g/j : tableau 44).

La teneur en matière azotée, basse dans le régime commercial "Luzerne" (14.35%), conduit à une faible ingestion de protéines digestibles qui ne couvre pas les besoins des animaux (6g/j). Les recommandations sont de 10.8 à 11.2 g/j pour des lapins de race moyenne avec une vitesse de croissance de 30 à 35g/j (De Blas et al., 1985).

Les ingestions énergétiques des régimes "Paille", "Grignon", SB26 et SB60 (250 à 290 kcal ED/j) sont proches des recommandations pour des animaux à un niveau de production modeste (254 à 281 kcal ED/j pour un gain moyen quotidien de 30g/j à 35g/j : De Blas et al., 1985).

L'efficacité protéique dépend de la teneur et de la digestibilité des protéines. L'augmentation du taux protéique a induit une diminution de l'efficacité protéique des régimes SB26 et SB60. Les meilleures efficacités protéiques (0.39 à 0.42g de PD/g de poids) et énergétiques (8.1 à 8.9 kcal ED/g poids) sont obtenues dans les régimes "paille", "Grignon" et SB67 ; ces valeurs sont proches des recommandations (0.39g PD/g de gain de poids; 8.4 kcal ED/g de gain de poids : de De Blas et al., 1985).

Tableau 44 : Ingestion de Nutriment et efficacité alimentaire

Aliment	Essai 4			Essai 5		
	SB 26	SB60	SB67	Luzerne	Paille	Grignon
Ingestion :						
ED(kcal/j)	265.4	249.6	232.0	160.2	288.8	299.0
PD(g/j)	13.4	12.7	10.9	5.9	14.7	13.7
Efficacité:						
(kcal ED/g de gmq)	9.6	9.1	8.9	6.5	8.5	8.1
(g PD/g de gmq)	0.48	0.46	0.42	0.23	0.41	0.39

7.2.1.5 - Rendement à l'abattage et qualité de la carcasse :

L'incorporation dans les aliments lapin de sous produits de blé à des taux élevés, de la paille ou de grignon d'olive n'a eu aucune répercussion négative sur le poids vif, ni sur les carcasses.

Dans le cadre de l'essai à base de sous produits de blé, les poids vifs à l'abattage ainsi que l'ensemble des paramètres mesurés sur les carcasses, sauf le tube digestif, sont similaires entre les différents lots. Cependant, dans l'essai 5, les résultats obtenus avec les régimes "Paille" et "Grignon" sont similaires et leurs performances sont nettement supérieures à celles des lapins du régime "Luzerne".

Le poids vif à l'abattage, exprimé en terme du taux de maturité, des animaux utilisés dans les essais 4 et 5, y compris celui d régime "Luzerne", est supérieur au taux de 55% du poids adulte recommandé pour l'abattage des lapins (77% dans le lot "Grignon").

L'augmentation de la proportion du son de blé dur, concomitante à la réduction ou la suppression de l'orge et du tourteau de soja, a induit une augmentation significative de la proportion du tube digestif plein des lapins des régimes expérimentaux par rapport à celle du lot témoin SB26 (16.71vs 15.4% ; p = 0.04). En revanche, dans le cadre de l'incorporation de la paille de blé ou de grignon d'olive, le tube digestif plein est significativement moins développé que ce celui enregistré sur les animaux du régime "Luzerne" (16.70 vs 22.6 %).

Le développement du tube digestif plein pourrait être relié à l'accroissement de la teneur en fibre des aliments. En effet, la teneur en ADF estimée est de 37, 35 et 34%, respectivement, pour les aliments "Luzerne", "Paille" et "Grignon". Il convient cependant de signaler qu'à l'exception des lapins du lot "Luzerne", l'accroissement de la proportion du tube digestif plein n'a pas eu de répercussions négatives sur le rendement.

Les rendements moyens en carcasses chaude et froide sont similaires entre les lapins des lots nourris avec les aliments à base de sous produits de blé et les lots "Paille" et "Grignon"(70 ; 67%), et, cela malgré des niveaux en cellulose brute différents.

L'effet du niveau de fibre de la ration sur la proportion du tube digestif plein sans modification du rendement à l'abattage a déjà été rapporté par Ouhayoun et al., (1986).

Dans le cas du lot "Luzerne", la réduction du rendement en carcasses chaude et froide (64.3 et 62%, respectivement) n'est pas une conséquence de la teneur élevée en fibres du régime (car celle-ci est conforme à la recommandation de 14 à 16% de Gidenne, 2000), mais plutôt d'une réduction de la vitesse de croissance, inhérente, comme il a déjà été signalé, au déséquilibre du ratio protéines / énergie et d'un déficit en AAS.

Aussi, la diminution du rendement à l'abattage enregistrée dans ce lot résulterait donc d'une progression importante du poids relatif du tractus digestif (22.6%), due au retard de croissance (Ouhayoun et al., 1986a).

Pour l'ensemble des lapins abattus dans les essais 4 et 5, la proportion de la peau n'est pas affectée par la nature du régime alimentaire.

Globalement, la proportion de la peau est faible (9.35 à 10.55%) par rapport à ce qui est généralement observé sur les animaux des élevages rationnels français (près de 14%) (Blasco, 1992 et Ouhayoun, 1990).

Le poids des carcasses froides des lapins appartenant aux lots "Grignon" et "Paille" est de 1,3 et 1,4kg, respectivement. Ces carcasses sont identiques à celles rencontrées dans le commerce dans les pays producteurs de viande de lapin.

La proportion du foie, des reins et du gras périrénal n'est pas affectée par l'incorporation des sous produits de blé.

Dans l'essai 5, le dépôt du tissu adipeux abdominal est plus important dans les régimes "Paille" et "Grignon" que celui du régime "Luzerne".

Le tissu adipeux périrénal varie de 1.18 à 1.96%, pour les deux essais. Cette adiposité est réduite comparativement à celle sur des lapins standards abattus à 11 semaines d'âge dans les élevages rationnels européen (3 à 6%) (Blasco et Ouhayoun, 1996). Cette réduction de l'adiposité peut être expliquée par la teneur en protéines élevée dans certains régimes (SB26, SB60, "Grignon" et "Paille") (Rico et Menchata, 1973, Ouhayoun et Cheriet, 1983 et Ouhayoun, 1986 et 1998).

Dans les lots à base de son de blé, l'adiposité est encore plus réduite (1.21 vs 1.80%), probablement, en raison de la teneur en énergie élevée de ces régimes (11.9 à 12.5 Mjoul/kg). Selon plusieurs auteurs, la dépression de la vitesse de croissance, due à un niveau énergétique alimentaire excessif, se traduit par une réduction de l'adiposité (Ouhayoun, 1986, Cheriet et al., 1982 et Ledin, 1982).

7.2.1.6- Estimation du coût de production des aliments à base de matières premières locales :

Une estimation des coûts de production des aliments formulés à base de son de blé, du grignon et de la paille tient compte uniquement du prix des matières premières, qui est variable d'une saison à l'autre (prix à l'importation + spéculation éventuelle) ; ces valeurs ne sont qu'à titre indicatif.

L'incorporation de matières premières locales dans les aliments lapin a permis de réduire le prix de revient des aliments de 14.2 à 37.3% (tableau 45) par rapport celui de l'aliment témoin composé de matières premières classiques (tourteau de soja, luzerne, orge...). Cela correspond à une économie de 400 à 1000 DA/ quintal d'aliment.

Tableau 45: Gain pondéraux, indice de consommation (I.C.) et Prix de revient au kilo de lapin vif (Seul le prix des matières premières est prix en considération dans le calcul du prix de l'aliment)

	Aliment SB26	Aliment SB60	Aliment SB67	Aliment "Luzerne"	Aliment "Paille"	Aliment "Grignon"
Poids vif à 11 semaines (g)	1868	1850	1772	1488	1936	1997
Indice de	3.18	3.16	3.13	2.38	3.18	2.92
Prix d'1kg aliment (DA)	30	26	25	29	21	20
Prix de revient du kg vif) (DA)	94.44	81.08	77.49	68.90	67.47	59.21

7.2.2-Influence de la température :

7.2.2.1- Performances de croissance :

Les effets de la saison et du milieu d'élevage sur les performances de croissance sont étroitement liés à la température ambiante subie par les lapereaux pendant l'engraissement.

Les fortes températures, relevées pendant le déroulement de notre essai, ont eu des répercussions négatives sur les performances, notamment sur la consommation d'aliment. Une diminution de l'ingestion d'aliment de 17% et 25% est enregistrée pendant la période d'engraissement 4-11 et 4-15 semaines. Ce résultat va dans le même sens que les observations de Lebas (2004c), qui a enregistré une réduction de consommation de 25% quand la température passe de 23 à 30°C.

Selon Marai et al., (1998 et 2002), la réduction de la consommation est la conséquence majeure subie par les lapereaux exposés à de fortes températures. Par ailleurs, plusieurs auteurs ont noté une réduction de la consommation et de la vitesse de croissance lorsque la température augmente au delà de 25°C (Pla et al., 1994, Chiercato et al., 1996, 1992 et 1993, Ayyat et Marai 1997, Habeeb et al. 1997 et Boiti et al., 1992).

Dans le cadre de notre essai, l'influence néfaste de fortes températures sur la consommation n'est pas suivie, comme attendu, d'un effet négatif important sur le gain de poids. L'écart pondéral à 15 semaines entre la saison fraîche et la saison chaude n'excède pas 2%. Ce résultat ne corrobore pas les résultats de la bibliographie qui signale presque souvent un effet négatif de la température, concomitamment, sur la consommation et la croissance. L'explication viendrait, probablement, de la teneur en protéines de l'aliment relativement élevée (18.25%), qui compenserait la sous consommation d'aliment (Cervera et Fernández-Carmona, 1998). En effet, le rapport protéines digestible/ énergie digestible de l'aliment (12.3g PD/ 1MJoule ED) est conforme aux besoins des souches à haut potentiel de production (11.5 à 12g PD/ 1MJoule ED). Toutefois, comme le lapin de population local est caractérisé par une croissance lente, la ration utilisée serait, par conséquent, trop concentrée pour ce type d'animaux dont les besoins sont moins importants. Cet excès de protéines compenserait la sous consommation induite par les fortes chaleurs pendant la période chaude.

Certains auteurs ont signalé une relation entre la teneur en protéines et en énergie de la ration et les effets des températures élevées sur les performances des lapins à l'engraissement.

Selon Simplicio et al.,(1988), l'augmentation de la teneur en énergie digestible ou des protéines digestibles de 10% n'induit pas une baisse de la vitesse de croissance chez des lapins à croissance lente maintenus à 30°C. Par ailleurs, 4 groupes de lapins engraisés à 6, 16, 22, et 26°C et alimentés avec un aliment à 21% de protéines n'enregistrent aucune différence de croissance entre eux ; par contre, des différences importantes de la vitesse de croissance (+ 4.2 g/j) sont observées lorsque ces lots sont soumis à un régime à 15.7% de protéines (Lebas et Ouhayoun, 1987).

Entre 4 et 11 semaines d'âge, les indices de consommation sont similaires ; mais pour l'ensemble de la période expérimentale (4 -15 semaines), une meilleure efficacité alimentaire est enregistrée pendant la période chaude (+ 14%). Ces résultats sont en accord avec ceux de Lebas et Ouhayoun (1987).

7.2.2.2- Rendement à l'abattage et qualités de la carcasse :

Le poids vif à l'abattage et le poids des carcasses chaude et froide ne sont pas affectés par les fortes températures estivales. Les effets de fortes températures ($\geq 27^{\circ}\text{C}$) ont été ressentis au niveau de la proportion de la peau qui est plus réduite chez les lapins engraisés en période chaude (- 6.7%).

En raison d'une ingestion plus faible, la proportion du tube digestif est aussi réduite chez les lapins suivis en été (11.45 vs 12.4%). Ces deux situations ont induit une augmentation du rendement en carcasses chaude et froide (+ 4%). Ce résultat va dans le même sens que ceux de Lebas et Ouhayoun, (1987), Dalle Zotte, (2001) et Pla et al., (1994). L'élévation de la température n'a entraîné aucun effet sur le dépôt graisseux périrénal et scapulaire.

Nos travaux confirment qu'une température d'élevage trop élevée entraîne une diminution de la consommation d'aliment. Toutefois, dans nos essais, cela ne s'est pas traduit par une détérioration de la croissance des animaux en raison probablement d'une teneur en protéines digestibles élevée dans les aliments. Cette observation constitue une piste de travail intéressante pour l'élevage du lapin dans les pays chauds.

7.3 - Discussion générale :

Nos travaux montrent que certains facteurs de production tels que l'âge, le génotype, la composition de l'aliment et les paramètres environnementaux, ont une influence sur la croissance de lapin dans les conditions locales. En revanche, le rendement à l'abattage est peu affecté par l'âge d'abattage et l'origine génétique des lapins utilisés.

Nos études ont permis de mieux caractériser les lapins appartenant à la population locale exploités dans la région de Tizi-Ouzou. Ces animaux présentent une croissance lente comparée aux animaux hybrides disponibles en France. En effet, le poids adulte de cette population, qui est estimé à 2,8 kg n'est atteint qu'entre 18 et 20 semaines.

A 11-12 semaines d'âge, les lapins de la race locale ont un poids moyen de 1,8kg, qui correspond à 64.5% du poids adulte. En conséquence, sur le plan de la maturité de la viande, les animaux peuvent être abattus à cet âge puisqu'il est recommandé d'abattre les animaux lorsqu'ils ont atteint un poids qui correspond au minimum à 55% du poids adulte. Cependant, à ce stade, le poids moyen de la carcasse demeure modeste (1,3kg) pour le consommateur algérien qui a exprimé une attente pour des carcasses un peu plus lourdes (1.7kg). Par ailleurs, la croissance des lapins de population locale demeure importante au-delà de 12 semaines.

Nos travaux permettent donc de montrer qu'il est préférable d'augmenter la durée d'engraissement des lapins de race locale de 12 à 15 semaines afin de mieux satisfaire le marché local.

Cette modification permettrait de proposer des carcasses plus lourdes pour un rendement à l'abattage inchangé (71.8%) et une adiposité qui reste modérée (3%). Toutefois, cette modification s'accompagnera d'une détérioration de l'indice de consommation qui, même s'il demeure encore acceptable (4.8), se répercutera sur le prix de revient du kg de viande.

Chez les lapereaux de population locale, il n'existe pas de dimorphisme sexuel jusqu'à l'âge de 15 semaines. A l'opposé, au-delà, de l'âge de 15 semaines les femelles deviennent plus lourdes et plus grasses que les mâles.

L'étude comparative de la croissance des lapins des deux types génétiques exploités localement, à savoir le lapin hybride et le lapin de population locale, a montré que, pour un âge égal de 12 semaines, les animaux d'origine hybride ont atteint un poids vif plus important que celui des lapins locaux (2kg contre 1,8kg). Toutefois, les rendements et la qualité de la viande sont peu affectés par l'origine génétique des animaux.

En conséquence, les animaux de type hybride sélectionnés sur la vitesse de croissance sont plus aptes à produire de plus grandes quantités de viande à moindre coût dans les conditions de productions algériennes.

Nos travaux confirment que des températures hautes dans les élevages sont à l'origine d'une diminution de la consommation d'aliment (-20%). Toutefois, dans nos essais cela ne s'est pas traduit par une détérioration de la croissance des animaux. Nous formulons l'hypothèse que cela est expliqué par une teneur en protéines digestibles élevée dans les aliments et à une adaptation du lapin de population locale aux conditions climatiques algérienne. Une telle adaptation a déjà été signalé pour certains paramètres de reproduction (Zerrouki et al., 2005).

Nos essais concernant la composition des aliments permettent de montrer qu'il existe des possibilités réelles pour limiter la dépendance de la production cunicole algérienne vis-à-vis des matières premières importées. Ainsi, l'utilisation des sous produits de blé dur (son et farine basse) en substitution totale du tourteau de soja ou bien celle du grignon d'olive et de la paille de blé, en substitution totale de la luzerne, peut être une voie de recherche intéressante. En effet, l'emploi de ces matières premières locales permet d'obtenir des performances intéressantes (Poids vif proche de 2 kg à 11 semaines). De plus, dans le cadre de nos essais, l'emploi des sous produits de blé ou du grignon a permis de réduire le prix de revient des aliments de 500 à 900 DA/quintal d'aliment.

Conclusion générale et perspectives :

La principale originalité de ce travail de thèse consiste à avoir caractérisé la croissance des lapins de population locale et avoir analysé l'influence respective de différents facteurs de production (âge, sexe, type génétique, aliment et la température) sur la croissance et la qualité de la viande de lapin élevé en conditions algériennes.

Le lapin exploité dans la région de Tizi-Ouzou est un animal avec une robe tachetée de plusieurs couleurs et caractérisé par un format adulte moyen que nous avons estimé à 2,8kg et qui est atteint vers l'âge de 18 semaines. La vitesse de croissance de ces animaux est modeste (28g/j environ) par rapport à celle des animaux hybrides utilisés dans les élevages européen (jusqu'à 50 g/j).

Aujourd'hui les animaux sont généralement abattus à l'âge de 11 ou 12 semaines alors que le poids vif des animaux est modeste (< 1,8kg). Notre travail expérimental a permis de proposer une nouvelle recommandation pour l'âge d'abattage. Ainsi, un abattage plus tardif (15 semaines) permettrait de proposer sur le marché des carcasses plus lourdes répondant mieux aux souhaits du consommateur algérien. Toutefois, dans le cadre de ce travail expérimental, les animaux ont été élevés dans des cages individuelles à partir de l'âge de 12 semaines. Cette pratique n'est pas forcément aisée en conditions d'élevage professionnel car elle génère un surcout important. Par conséquent, à l'avenir, il semble nécessaire de conduire des travaux afin de vérifier si l'engraissement jusqu'à 15 semaines que nous venons de préconiser peut se réaliser dans des cages collectives. Il conviendra notamment de vérifier qu'il n'y a ni accouplement ni agressions. En effet, la maturité sexuelle chez les lapins de population locale se situe vers l'âge de 4.5 mois. Mais une augmentation de l'agressivité et/ou des chevauchements peuvent survenir avant cet âge. Cette situation pourrait entraîner une dépréciation des carcasses.

Nos travaux ont montré que les animaux hybrides provenant des schémas de sélection français ont des performances de croissance élevée. Toutefois, nous avons également montré que les animaux de souches locales présentent des aptitudes de résistance aux fortes températures estivales. Ces travaux suggèrent qu'il pourrait être intéressant de développer des programmes d'amélioration génétique afin de proposer des nouvelles souches qui, par croisement, permettraient de bénéficier des performances des souches hybrides et de l'adaptation des souches locales à l'environnement algérien. Le programme de recherche qui a été initié en 2003 par l'ITELV (Institut Technique des Elevages) en collaboration avec l'INRA de Toulouse répond à cet objectif. Il a en effet pour but de créer une lignée

synthétique issue de croisement entre la femelle de population locale adaptée aux conditions locales et un mâle d'une souche européenne sélectionné pour améliorer la production de viande de lapin .

Sur le plan de l'alimentation, l'originalité de notre travail a consisté à proposer des alternatives à la dépendance vis-à-vis des matières premières d'importation telles que le tourteau de soja et la luzerne. La solution réside dans leur substitution par des matières locales telles que le grignon d'olive, la paille ou les issues de meunerie. Cela peut constituer une alternative intéressante qui permettra d'économiser les céréales surtout dans les pays, comme l'Algérie, où il n'existe pas d'excédents de céréales. Cette substitution est très intéressante économiquement puisqu'elle permet de diminuer le coût de revient de l'aliment de 500 à 900DA/quintal. Toutefois, il convient d'être très prudent et de poursuivre les études pour aboutir à des aliments qui permettent de mieux répondre aux besoins nutritionnels des animaux. En effet, les aliments qui nous avons utilisés dans nos essais présentaient parfois des écarts importants par rapport à ces recommandations (excès de protéines et d'énergie, déficit en cellulose brute).

Enfin, notre travail a permis de proposer des pistes pour réduire les effets négatifs sur la croissance des animaux des températures élevées, propres au climat méditerranéen. Ainsi, l'utilisation d'un aliment riche en protéines et en énergie digestibles permet de compenser la sous consommation d'aliment engendrée par la chaleur dans les élevages.

En conclusion générale, la promotion de l'élevage de lapin à un niveau rationnel en Algérie passe en premier lieu par la maîtrise des différents facteurs de production. Notre travail, qui permet de mieux connaître les caractéristiques des races locales et les conséquences de facteurs d'environnement locaux sur la production cunicole, y contribue. Il permet en effet de proposer des recommandations concrètes pour adapter l'élevage cunicole à nos conditions de production. Il ouvre également des perspectives de travail intéressantes dans plusieurs disciplines telles que la génétique et l'alimentation. L'objectif final est de pouvoir proposer aux éleveurs algériens un matériel biologique (reproducteurs) performant et adapté aux conditions locales d'élevage, des aliments contenant des matières premières d'origine locale et des techniques de production permettant de proposer un produit adapté à la demande des consommateurs.