



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE 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 des Sciences Agronomiques



N° enregistrement à la Fac :.....

Mémoire de Master académique

Spécialité : Nutrition Animale et Produits Animaux.

Présenté par : BERKANI Lynda et TAHIR Lynda.

Thème

Utilisation de la graine de fève "*Vicia faba major*" en
alimentation du lapin : effets sur les performances de
croissance et d'abattage

Soutenue le 09/06/2015

Devant le jury composé de :

M ^r Berchiche .M	Professeur	UMMTO	Président
M ^{me} HANNACHI- RABIA.R	Maître assistante classe A.	UMMTO	Promotrice
M ^r Kadi Si .A	Maître de conférences classe A	UMMTO	Examinateur
M ^{me} Lounaouci .G	Maître assistante classe A	UMMTO	Examinatrice

Promotion : 2014-2015

Remerciement

Avant tout propos, nous remercions le bon « Dieu », le tout puissant qui nous a donné la volonté, le courage, la patience et la santé pour faire ce modeste travail.

*A l'issue de ce travail, nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à Madame **HANACHI R.** qui a dirigé les travaux de ce mémoire. Nous la remercions vivement pour ses conseils, ses lectures et son soutien tout le long de la réalisation de ce travail.*

*Nous remercions infiniment et particulièrement Mr **Berchiche M.**, le responsable de master « Nutrition animale et produits animaux », pour la constipions de ce master et son encouragement, son aide ainsi pour ces conseils tout aux long des années d'étude.*

Nous tenons à présenter également nos remerciements les plus sincères aux membres du jury d'avoir accepté d'examiner et de juger le contenu de notre mémoire :

- ❖ *Mr **Berchiche M.**, pour nous avoir fait l'honneur de présider le jury.*
- ❖ *Mr **Kadi S.I.A.**, pour avoir accepté de juger notre travail.*
- ❖ *M^{me} **Lounaouci G.**, pour avoir accepté de juger notre travail.*

*Un grand merci à Monsieur **Rahoui M.**, qui nous a permis de réaliser notre expérience au sein de son exploitation.*

Nos remerciements varient aussi à ceux et celles qui -de loin ou de près, directement ou indirectement- ont participé et nous ont aidé à faire ce Mémoire.

MERCI

Dédicaces

A nos chers parents

A nos familles

A nos amis(es)



Sommaire

Introduction générale	12
------------------------------------	-----------

Chapitre 1. Particularités digestives et besoins alimentaires du lapin en croissance

I. Particularités anatomiques et physiologiques du tube digestif du lapin	14
I.1. particularités anatomiques	14
I.2. Particularités physiologiques	15
I.2.1. Phénomène de la caecotrophie et valeur nutritive des Caecotrophes	15
I.2.2. Digestion microbienne ou caecale.....	18
I.2.3 .le transit digestif et rôle de lest.....	19
II-Les besoins alimentaires du lapin en croissance.....	22
➤ Besoins en énergie.....	24
➤ Besoins en protéines et en acides aminés.....	24
➤ Besoins en fibres.....	25
➤ Besoins en lipides.....	25
➤ Besoins en minéraux et en vitamines	26
➤ Besoins en eau.....	26

Chapitre 2. Les protéagineux en tant qu'alternatives au tourteau de soja et leur valorisation chez le lapin en croissance

I - Les protéagineux en tant qu'alternatives au tourteau de soja.....	27
I.1.Sources classique de protéine.....	27
I.2.Sources alternatives aux protéines.....	29
I.2.1. Le pois	29
I.2.2.Le lupin	30
I.2.3.La fève.....	31
I.2.4.La fève	33
a) Description de la fève.....	33
b) Classification botanique de la fève.....	33
c) Composition chimique de la fève	34
d) Importance de la fève.....	35
II. valorisation des protéagineux chez le lapin en croissance	35

Sommaire

Chapitre 3. La croissance et la valeur bouchères des carcasses commerciales

I. La croissance	37
I.1. La croissance prénatale.....	37
I.2. La croissance postnatale	37
➤ Phase entre la naissance et le sevrage	37
➤ Phase entre sevrage et l'abattage	37
I.3. La croissance pondérale globale.....	38
I.4. La vitesse de croissance.....	39
I.5. La croissance relative et la notion d'allométrie.....	39
I.6. Croissance compensatrice.....	40
II. la valeur bouchère des carcasses commerciales	40
II.1. Définition de la carcasse.....	40
➤ Carcasse chaud.....	40
➤ Carcasse froide.....	40
➤ Carcasse commerciale	41
II.2. La valeur bouchère.....	41
II.3. Le poids de la carcasse	41
II.4. Le rendement à l'abattage	42
II.5. Le rapport musclé/os	42
II.6. L'adiposité de la carcasse.....	42
III. Les facteurs influençant la croissance et le rendement à l'abattage	43
1-Facteurs lié à l'animal	43
➤ La race et le type génétique	43
➤ L'âge à l'abattage et le poids vif au sevrage.....	43
2- Influence des facteurs alimentaires	44
➤ Effet du niveau de l'alimentation.....	44
➤ Effet du niveau énergétique	45
➤ Effet du niveau protéique et d'acides aminés essentiels.....	45
➤ Effet du rapport protéique /énergétique	46
➤ Influence de la teneur en fibres	46
➤ Influence des facteurs de l'environnement	47

Sommaire

Matériel et Méthodes

1. Présentation du lieu de l'expérimentation	48
2. Conditions d'élevage	48
2.1. Bâtiment et équipement d'élevage	48
2.2. Hygiène et prophylaxie	49
3. le matériel animal	50
3.1. Origine des animaux.....	50
3.2. La mise en lots.....	50
4. Aliments Expérimentaux.....	51
5. la composition chimique des aliments utilisés.....	52
6. Les mesures effectuées et variables étudiées	54
6.1. La croissance, la consommation, l'indice de consommation et le calcul du taux de mortalité.....	54
a) Le poids vif (PV).....	54
b) Le gain moyen quotidien (GMQ).....	54
c)La consommation alimentaire(CMQ)	55
d) Indice de consommation (IC).....	55
e) Taux de mortalité	56
6.2. Composantes du rendement à l'abattage	56
7. Les analyses statistiques	58

Résultats et discussions

1. les mortalités au cours de l'engraissement.....	59
2. Performances de consommation et de croissance par semaine d'âge.....	60
2.1. La consommation alimentaire.....	60
2.2. La croissance.....	61
2.2.1. Evolution du poids vifs par régime	61
2.2.2. Le gain moyen quotidien.....	63
2.2.3. L'indice de consommation.....	65
3. Rendement à l'abattage et caractéristiques de la carcasse	66

Conclusion générales.....	70
----------------------------------	-----------

Recommandation et perspectives	71
---	-----------

Références bibliographiques-annexes	72
--	-----------

Tableau1: Composition moyenne des crottes dures et des caecotrophes (Valeurs moyennes et dispersion pour 10 aliments expérimentaux incluant des aliments concentrés et des fourrages verts et secs) (Proto, 1980)	17
Tableau 2 : Recommandation en fibres et en amidon en vue d'une prévention des risques sanitaires chez le lapin en croissance (Gidenne, 2006).....	21
Tableau 3 : Recommandations pour la composition des aliments complets pour le lapin (Lebas, 2004)	26
Tableau 4 : Gradient de précocité des principaux tissus et organes (Cantier et al. 1969).....	29
Tableau 5 : influence de type génétique sur les performances de croissance.....	33
Tableau6 : effet du taux de fibres sur la croissance des lapins (Parigi –Bini et al, 1994).....	37
Tableau 7 : Description des variétés de fève inventoriées en Afrique du Nord (INRAA, 2006) ...	45
Tableau 8: Composition comparée des graines de légumineuses protéagineuses et des grains de blé (% de la matière sèche, sauf pour acides aminés exprimés en g/16g N (Feillet, 2000).....	45
Tableau 9 : valorisation de la féverole, pois et de la fève dans la ration du lapin en croissance.....	46
Tableau10 : Composition centésimale des deux aliments utilisés.....	53
Tableau 11: composition chimique de deux aliments expérimentaux.....	53
Tableau12 : les mortalités enregistrées pendant la période d'engraissement	58
Tableau13: la consommation moyenne quotidienne (CMQ) en fonction de l'âge des lapins.....	59
Tableau14 : poids vif les lapins en fonction de l'âge	60
Tableau15: gains moyens quotidiens en fonction de l'âge des lapins.....	62
Tableau16 : L'indice de consommation (IC) en fonction de l'âge	64
Tableau17 : performances d'abattage des lapins des deux lots.....	68

Figure 1 : Présentation générale de l’anatomie de l’appareil digestif de lapin (Lebas ,2009)...	15
Figure 2 : les deux types de crottes sécrétés par le lapin (Lebas, 2002)	16
Figure 3 : Schéma général de fonctionnement de la digestion chez le lapin (Lebas, 2008).....	16
Figure 4 : Temps de séjour moyen des particules alimentaires dans les différents segments du tube digestif du lapin, en fonction de la quantité de fibres ingérées chaque jour (fibres exprimées en NDF) (Gidenne ,1996)	19
Figure 5 : Rôle de l’apport de fibres sur la santé des lapins à l’engraissement (Lebas et al, 1996)	20
Figure 6 : ingestion et croissance chez le lapin, entre le sevrage (28j) et l’âge adulte.(Gidenne et Lebas, 2005).....	28
Figure 7 : Evolution du poids d’un lapin hybride standard de race moyenne de la naissance à l’âge adulte (Gidenne, 2008).....	28
Figure 8 : graines de soja (Rex Newkirk, 2010)	39
Figure 9 : Composition moyenne des graines de soja (Jacques, 2010)	39
Figure 10 : le petit pois (Lebas et Duperray 2013).....	41
Figure 11 : Graines du lupin blanc (Lebas et Duperray 2013).....	41
Figure 12 : les gousses de la fève (INRAA, 2010).....	44
Figure 13 : grains de fève (photo originale, 2015).....	44
Figure 14 : vue d’intérieur du clapier.....	48
Figure 15 : présentation des cages munis des moustiquaires	49
Figure 16 : Aspect des lapins utilisés.....	50
Figure 17 : identification des lapins.....	51
Figure 18 : la prise du poids vif des lapins.....	54
Figure 19 : récolte et mesure de la quantité d’aliment gaspillée.....	55
Figure 20 : L’abattage et aspect des lapins choisis pour l’abattage.....	56
Figure 21 : prise de poids de la peau et du tube digestif des lapins abattus.....	57
Figure 22 : Aspt des carcasses des lapins	58
Figure 23 : Fichier brut des résultats obtenus au cours de l’essai.....	58
Figure 24 : évolution de la consommation moyenne quotidienne en fonction de l’âge.....	.61

Figure 25 : Evolution du poids vif en fonction de l'âge.....	62
Figure 26 : évolution des gains moyens quotidiens des lapins en fonction de l'âge.....	64
Figure 27 : évolution des indices de consommation des lapins en fonction de l'âge	66

Liste des abréviations

Km : Kilomètre

m : mètre

PB : protéines brutes

AAS : acides aminés soufrés

AAE : acides aminés essentiels

PD : protéines digestibles

ED : énergie digestible

CB : cellulose brute

IC : indice de consommation

GMQ : gain moyen quotidien

CMQ : consommation moyenne quotidienne

ORAC : office régionale avicole du centre

PV : poids vif

PVa : poids vif à l'abattage

CC: carcasse chaude

CF : carcasse froide

TD : tube digestif

NS : non significatif

Rdt cc : rendement de la carcasse chaude

bac : bactéries

EM : énergie métabolisable

Kcal : kilo calories

L : litre

maxi : maximum

mini : minimum

ADL : acide detergent lignine

NDF : Neutral Détergent Fibre.

Liste des abréviations

ADF : Acide Détergent Fibre.

h : heure

ph : potentiel hydrogène

AGV : acides gras volatils

J : jour

% : pourcentage

Introduction

La forte demande de la population algérienne en protéines animales nécessite une augmentation de la production en viandes. En Algérie, la production animale est de plus en plus diversifiée mais ses performances demeurent toujours insuffisantes pour combler le déficit en protéines animales.

Les petites espèces animales prolifiques et faciles à élever peuvent servir d'appoint et pallier l'insuffisance de la viande dans les pays en développement. Le lapin plus que toutes autres espèces répond à cette préoccupation.

L'élevage de lapin présente un intérêt économique certain et ne nécessite pas de gros investissements. L'élevage cunicole est caractérisée par un cycle de production court et son importante performance par unité productive; la lapine est un animal très productif, et peut avoir 8 à 9 portées/an. Aussi, le lapin est un animal qui a besoin d'un espace très limité et a une capacité de valoriser les aliments riches en fibres. Le lapin constitue une source importante de protéines, surtout que sa viande possède des qualités nutritives très intéressantes, caractérisée par sa faible teneur en calories, elle présente un taux en matière grasse qui ne dépasse pas 5%, cependant son taux en acides gras insaturés et en Omega 3 et Omega 6 est élevé, sa teneur en cholestérol est faible, son taux de protéines est élevé 22% ; elle est riche en vitamine : C, B1 et B2 (Combes, 2004). Grâce à ces avantages, le lapin peut prendre part à la résorption du déficit en protéines, mais son élevage est en forte dépendance d'importations des matières premières (Tourteau de soja, maïs, luzerne déshydratée, ...) qui constituent l'aliment de base du lapin en élevage rationnel.

Dans le but de réduire cette dépendance, il faut s'intéresser à la possibilité de substituer les matières premières importées par des sources locales qui sont d'un apport nutritionnel important.

Les légumineuses sont d'une importance incontestable. Elles jouent deux rôles : dans l'amélioration de la fertilité du sol et dans l'alimentation humaine et du cheptel. Parmi elles, la fève est la légumineuse à grains principalement cultivée pour la consommation humaine et l'alimentation des animaux dans beaucoup de pays développés et les pays en développement particulièrement dans l'Asie occidentale et en Afrique du Nord. Sa superficie mondiale est estimée à 3 millions d'hectares dont plus de 50% se situe en Chine, 20% en Afrique du nord et moins de 10% en Europe (Abu Amer et *al.*, 2011). En Algérie, la fève reste la plus

Introduction

importante culture vivrière, couvrant une surface de 375441 ha avec un rendement total de 405070qx (Anonyme, 2013). Elle constitue une bonne source de protéines et d'énergie.

L'objectif de ce travail est d'étudier la possibilité de valorisation de la fève par le lapin en engraissement en substitution de 15% du tourteau de soja par 15% de graines de fève sèches et leur effet sur les performances de croissance et d'abattage.

Notre mémoire est présenté en deux parties, la première est consacrée à la synthèse des connaissances bibliographiques comprenant trois chapitres :

- Les particularités digestives et les besoins alimentaires du lapin en croissance.
- la croissance et la valeur bouchère des carcasses commerciales.
- Les protéagineux en tant qu'alternatives au tourteau de soja et leur valorisation chez le lapin en croissance.

Notre deuxième partie, expose notre partie expérimentale, composée de matériel et méthodes, des résultats et discussion et conclusion générale.

*Synthèse
bibliographique*

Le lapin domestique (*Oryctolagus cuniculus*) est un petit mammifère herbivore, monogastrique appartenant à l'ordre des lagomorphes et à la famille des léporidés. C'est une espèce réputée par sa haute prolificité, son importante vitesse de croissance et son excellente transformation des aliments ingérés.

Des différences existent dans l'anatomie des organes de l'appareil digestif entre les différentes espèces monogastrique. Il est indispensable de rappeler quelques particularités anatomiques et physiologiques ayant trait à la digestion chez le lapin. La connaissance des particularités anatomiques et physiologiques du lapin a une grande incidence sur la conception de l'aliment et la pratique de l'alimentation.

I. Particularités anatomiques et physiologiques du tube digestif du lapin

I.1. particularités anatomiques

Le tube digestif du lapin est adapté à la digestion d'une quantité du fourrage typique d'un régime herbivore. L'anatomie du tube digestif est caractérisé par la présence de deux réservoirs : l'estomac et le caecum (figure 1) ; 80% du digesta se trouve dans ces derniers, ce qui représente 10% du poids de l'animal (Salse, 1983 ; Martens et De Groote, 1987).

L'estomac stocke environ 90 à 120g d'un mélange pâteux d'aliment (16 à 23% MS) (Lebas et Gidenne, 2005). Le milieu stomacal est fortement acide avec des variations de pH entre 1,5 et 3,5 (Gidenne et Lebas, 1984). Selon Gidenne *et al* (2008), cette acidité empêche les développements importants des bactéries, à l'opposé du caecum qui est une véritable cuve microbienne de fermentation.

Le caecum est un vaste réservoir représentant environ 1/3 du volume total de l'appareil digestif où a lieu une grande activité cellulolytique (Lebas, 1989 ; Gidenne, 1996) et il représente 90% de l'ensemble intestin grêle-caecum-côlon alors que pour la plupart des espèces domestiques, il compte seulement pour 4 à 11% de cet ensemble (Mage, 1998). Son pH est de 6 dans la journée et baisse jusqu'à 5,6 dans la nuit (Gidenne et Lebas, 2005).

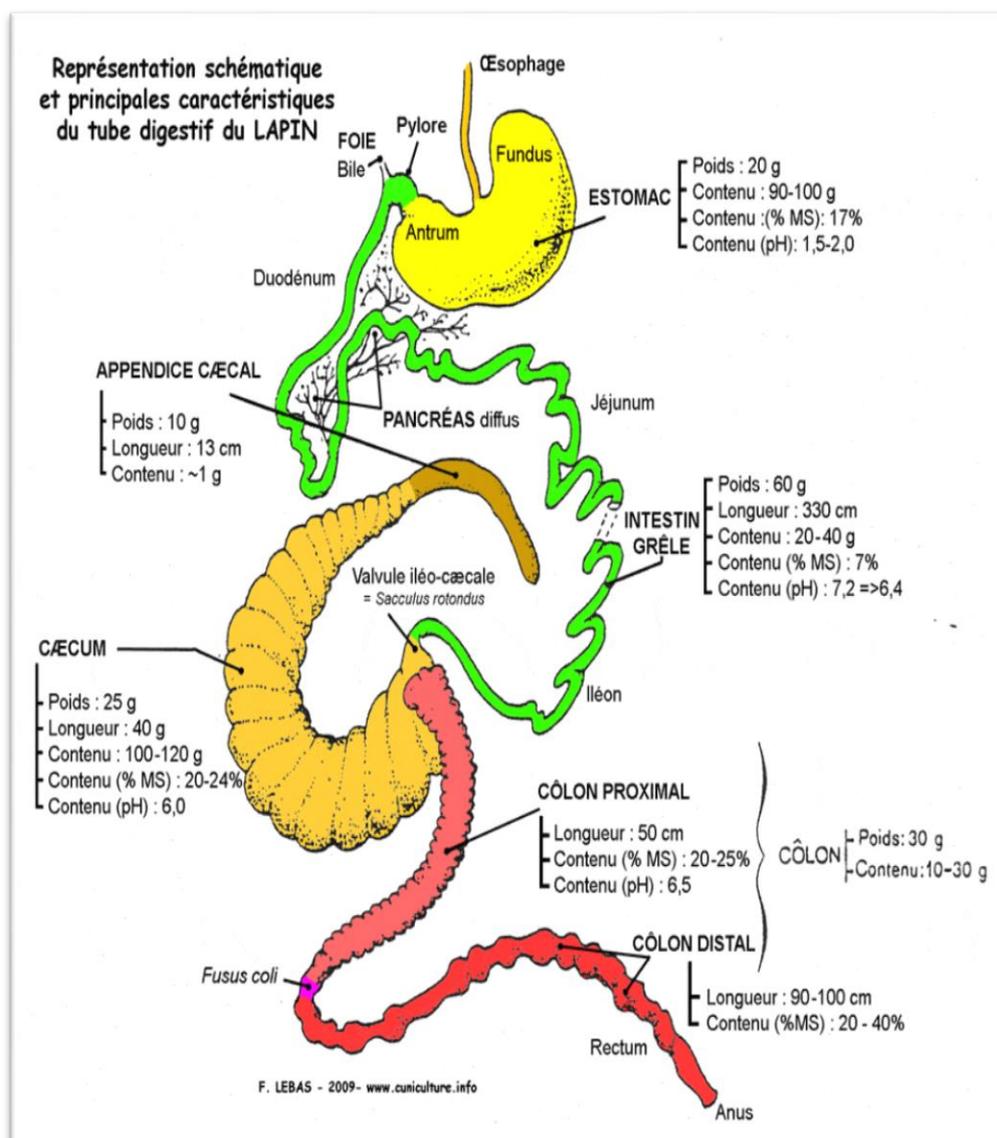


Figure 1 : Présentation générale de l'anatomie de l'appareil digestif de lapin (Lebas ,2009)

I.2. Particularités physiologiques

I.2.1. Phénomène de la caecotrophie et valeur nutritive des Caecotrophes

D'après Gidenne et Lebas (2005), La caecotrophie est l'émission de deux types de crottes (Figure2) : Crotte dure, ce sont celles qu'on trouve dans la litière, et les crottes molles qui sont aspirées directement de l'anus vers la bouche par l'animal.

Selon Gallouin (1983), La caecotrophie est réalisée le matin, c'est un véritable comportement alimentaire ; La différenciation de ces deux types de crottes se réalise au niveau du côlon proximal.

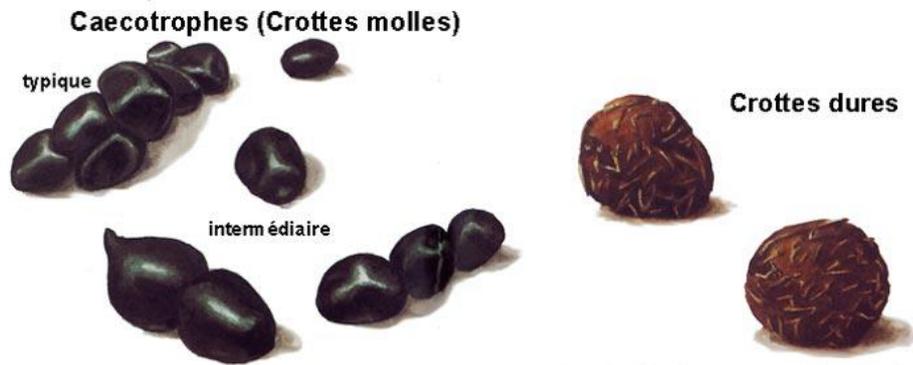


Figure 2 : les deux types de crottes secrétés par le lapin (Lebas, 2002)

Gidenne et Lebas (2005) soulignent que la caecotrophie permet au lapin de mieux digérer ses aliments et assimiler ainsi davantage de nutriments (figure 3).

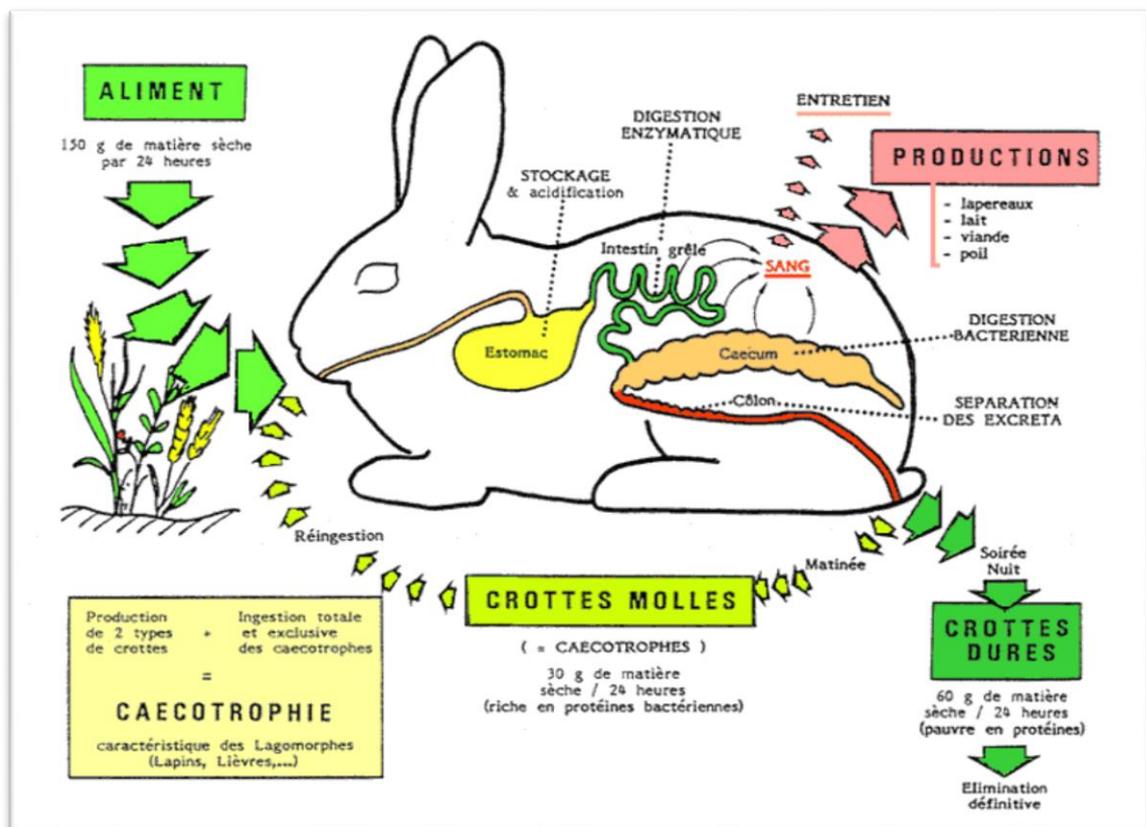


Figure 3: Schéma général de fonctionnement de la digestion chez le lapin (Lebas, 2008).

Les Caecotrophes sont constitués de corps bactériens en moitié, et d'autre moitié par les résidus alimentaires non dégradés totalement, et des restes des sécrétions digestives provenant de l'intestin grêle (Gidenne et Lebas, 2005).

La caecotrophie présente un réel intérêt nutritionnel (tableau1), elle fournit 15 à 25% des protéines ingérées (Gidenne et Lebas, 1987), et la totalité des vitamines B et C (Lebas, 1989), sa pratique permet aux lapins d'accroître leur ingéré réel de MS d'environ 20% (Falcao et Lebas, 1986). Selon Lebas et al (1996), les crottes molles couvrent environ 10% des besoins alimentaires du lapin.

Selon Djago et Kpodekon (2007), Un bon fonctionnement de la caecotrophie est absolument indispensable à la santé du lapin. Tout dysfonctionnement peut entraîner des diarrhées parfois mortelles. Parmi les facteurs jouant directement un rôle favorable sur la caecotrophie, on peut citer :

- le calme et une bonne ambiance générale de l'élevage.
- Une eau de qualité en permanence.
- la composition de l'aliment en particulier l'équilibre "protéines-fibres – amidon" qui est tout particulièrement déterminant dans le bon fonctionnement du caecum.

Tableau 1 : Composition moyenne des crottes dures et des caecotrophes (Valeurs moyennes et dispersion pour 10 aliments expérimentaux incluant des aliments concentrés et des fourrages verts et secs) (Proto, 1980).

	Crottes dures		Caecotrophes	
	Moyenne	Extrêmes	Moyenne	Extrêmes
• Matière sèche (%)	53,3	48-66	27,1	18-37
<i>en % de la matière sèche</i>				
• Protéines	13,1	9-25	29,5	21-37
• Cellulose brute	37,8	22-54	22,0	14-33
• Lipides	02,6	1,3-5,3	02,4	1,0-4,6
• Minéraux	08,9	3-14	10,8	6-18

I.2.2. Digestion microbienne ou caecale

L'écosystème caecal est un élément clé de la physiologie digestive du lapin, tant du point de vue de sa santé digestive que du point de vue de l'efficacité de sa digestion (Gidenne *et al.*, 2007).

Le cæcum du lapin contiendrait de 10^9 à 10^{10} bactéries par gramme de contenu (Gouet et Fonty, 1979; Padilha *et al.* 1995), des *Archea* (Bennegadi *et al.*, 2003) mais ne semble pas héberger de champignons (Bennegadi *et al.* 2003).

Un rôle majeur des micro-organismes présents dans le caecum est l'hydrolyse et la fermentation des résidus alimentaires non digérés et absorbés dans la partie antérieure du tractus digestif, donc essentiellement les fibres, et des molécules endogènes, essentiellement protéiques (Forsythe et Parker, 1985; Guarner et Malagelada, 2003). La flore intestinale reste relativement mal connue, du fait de sa grande biodiversité (Gidenne *et al.*, 2007). Bennegadi *et al.* (2003) montre que contrairement au rumen, l'écosystème caecal du lapin ne contiendrait ni protozoaires ni champignons anaérobies. La flore cellulolytique augmente dès que l'animal ingère de l'aliment solide (vers 18 j), pour atteindre 10^7 bact./g après le sevrage (Boulahrouf *et al.*, 1991).

Selon Padilha *et al.*(1999), la quantité et la nature de l'aliment ingéré par les lapereaux dès qu'ils commencent à consommer de l'aliment solide sont parmi les facteurs qui influencent la mise en place de la flore cæcale et les paramètres fermentaires au moment du sevrage. Selon Gidenne (2003), la flore possède de nombreuses activités enzymatiques lui permettant de dégrader les digesta ayant échappé à l'absorption intestinale : protéolyse, uréolyse, amylolyse, fibrolyse (pectines, cellulose).

La dégradation des nutriments par la flore aboutit à la production de divers composés, dont les principaux sont les acides gras volatils (AGV), l'ammoniaque, et des gaz (CO_2 , CH_4 , H_2) chez l'animal adulte, le profil caecal en AGV est dominé par l'acétate ($\text{C}_2 = 60$ à 80%), suivi du butyrate ($\text{C}_4 = 8$ à 20%) et enfin du préopiné ($\text{C}_3 = 3$ à 10%) (Gidenne *et al.*, 2007).

Les acides gras volatils sont absorbés en quasi-totalité par la paroi caecale, et ils peuvent couvrir de 30 à 50% des besoins énergétique d'entretien du lapin adulte (Parker, 1976; Marty et Vernay, 1984; Gidenne, 1994). Par ailleurs, dans de bonnes conditions sanitaires, la biosynthèse microbienne des vitamines B et K couvre les besoins des animaux (Lebas, 2000).

Des activités amylolytiques, lipolytiques ont également été identifiées au niveau cæcal (Marounek *et al.* 1995; Padilha *et al.* 1995).

I.2.3. le transit digestif et rôle de lest

Le lapin est un pseudo-ruminant si non un faux-ruminant. Son tube digestif a besoin de lest pour bien fonctionner et celui-ci est fourni par les parois des végétaux qu'il mange (Djago et Kpodekon, 2007).

Selon Lebas (2006), la durée de transit digestif chez le lapin est élevée, elle est en moyenne de 24h. Cette durée diffère selon la composition alimentaire, la quantité et la qualité d'aliment ingéré mais aussi d'un compartiment à l'autre du tube digestif (Gidenne, 1996) (figure 4). Le transit est ralenti quand la quantité des fibres est faible, mais accéléré avec une quantité élevée (Gidenne et Perez, 1996).

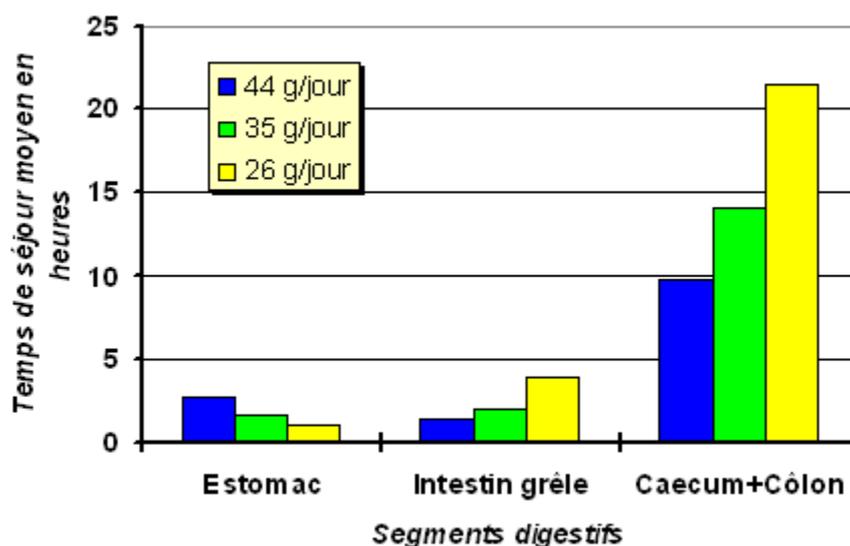


Figure 4: Temps de séjour moyen des particules alimentaires dans les différents segments du tube digestif du lapin, en fonction de la quantité de fibres ingérées chaque jour (fibres exprimées en NDF) (Gidenne, 1996).

Certains travaux ont montré qu'un minimum de fibres est nécessaire aux lapins pour leur assurer un fonctionnement digestif normal (figure 5). Dans le cas contraire, la mortalité par diarrhée s'accroît (Lebas et al. 1996).

L'effet majeur des fibres est d'accélérer le transit caecal, en particulier le renouvellement des particules grossières, la baisse de la teneur en fibres ralentit le transit caecal des particules grossières, sans affecter significativement celui des fines particules (Gidenne, 1994).

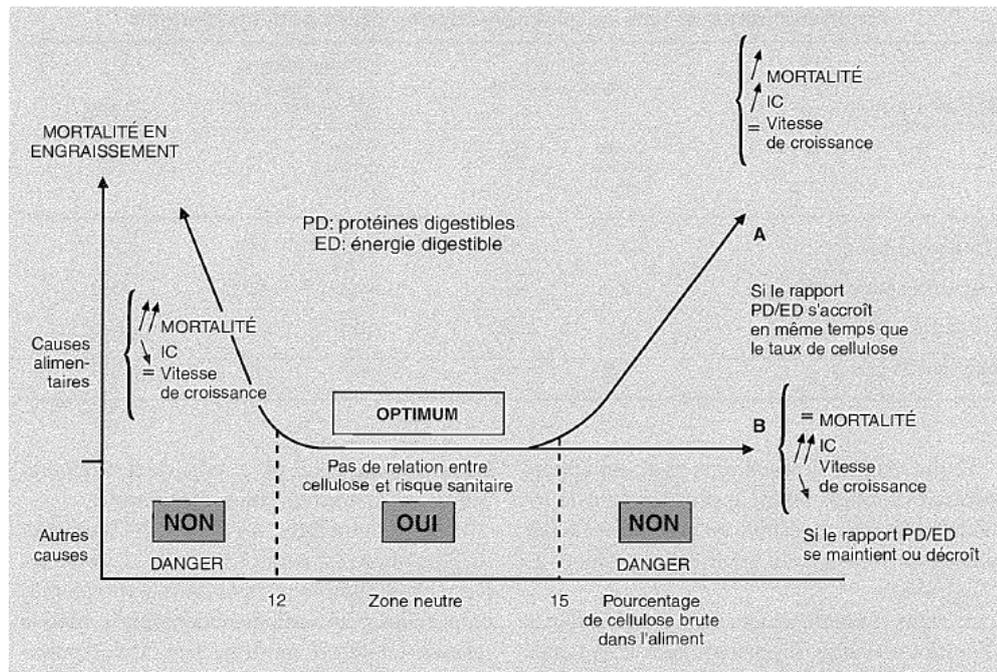


Figure 5 : Rôle de l'apport de fibres sur la santé des lapins à l'engraissement (Lebas et al, 1996).

Du point de vue de la digestion des fibres par le lapin, il est possible de simplifier la situation en distinguant 2 grandes catégories de fibres: faiblement ou fortement digestible. Les fibres à faible niveau de digestibilité correspondent essentiellement aux fractions cellulose et lignines ; En effet, la cellulose est une macromolécule ordonnée en micro fibrilles dont l'hydrolyse puis la fermentation par les bactéries est relativement lente, les lignines sont réputées indigestibles, car les bactéries ne peuvent dégrader leur structure poly phénolique ; Les fibres "digestibles" correspondent principalement aux hémicelluloses et aux pectines insolubles dans l'eau, ces polysaccharides ont une structure moins ordonnée que la cellulose, leur hydrolyse par les enzymes bactériennes est ainsi plus rapide (Gidenne, 2003).

Un apport élevé de fibres alimentaires accélère le transit mais conduit à une réduction de l'efficacité alimentaire ; à l'inverse un apport insuffisant en fibres conduit à un ralentissement du transit, et favorise l'apparition de troubles digestifs mortels (Laplace, 1978).

Si le taux en fibres est top faible la mortalité des lapins, surtout les jeunes en engraissement, peut être très importante par suite d'un dysfonctionnement digestible et du développement d'une flore indésirable (Lebas, 1989).

Un aliment pauvre en lest (faible taux de cellulose indigestible) sera source de diarrhée, surtout pendant l'engraissement ; L'aliment de lapin de chair doit apporter un minimum (10 à 11% de fibres) de constituants membranaires pour assurer un fonctionnement digestif normal (Maitre et al. 1990).

Le lapin peut utiliser efficacement des aliments peu fibreux, à teneur élevée en énergie digestible. Mais la réduction de la teneur en fibres des régimes, associée le plus souvent à une élévation de la teneur en amidon, conduit à une augmentation de la fréquence des troubles digestifs (souvent mortels). Il faut donc maîtriser les apports alimentaires de fibres et d'amidon (tableau 2), aux plans quantitatif et qualitatif, pour permettre une croissance et une sécurité alimentaire optimales (Gidenne, 1996). Une surcharge alimentaire en amidon peut accroître le flux d'amidon entrant dans le caecum, modifier l'activité microbienne, et pourrait être l'origine de troubles digestifs chez le lapin en croissance (Cheeke et Patton 1980).

Gidenne et al. (2001) ont montré qu'un taux d'incorporation important de protéines en remplacement de fibres digestibles augmentait le risque de diarrhées. En revanche, un ratio fibres digestibles/matière azotée totale supérieur à 1,3 apparaît protecteur. En outre, une augmentation des teneurs en azote du cæcum semble favoriser les bactéries pathogènes, telles que les *Clostridium* (Cortez et al. 1992).

Tableau 2 : Recommandation en fibres et en amidon en vue d'une prévention des risques sanitaires chez le lapin en croissance (Gidenne, 2006).

<i>Critères</i>	<i>Post Sevrage</i>	<i>Finition</i>
- Lignocellulose (= ADF)	mini 19%	mini 17%
- Lignines (= ADL)	mini 5,5%	mini 5,0%
- Cellulose (= ADF - ADL)	mini 13%	mini 11%
- ratio ADL / Cellulose	> 0,40	> 0,35
- ratio Fibres digestibles (1) / ADF	Maxi 1,3	Maxi 1,3
- Amidon	Maxi 15%	libre
(1) fibres digestibles = pectines insolubles + hémicelluloses		

II-Les besoins alimentaires du lapin en croissance

Les recommandations pour la composition des aliments destinés aux lapins peuvent être subdivisées en 2 groupes distincts :

1. Celles qui visent à maximiser les performances des animaux :

En gros ce sont les apports d'énergie, de protéines, de minéraux et de vitamines liposolubles.

2. Celles qui visent à maximiser la santé du cheptel :

Cela concerne surtout les apports de fibres et les vitamines du groupe B (Lebas, 2008).

Les recommandations nutritionnelles de l'aliment destiné aux lapins pour les différentes catégories d'élevage sont représentées dans Le tableau 3.

Tableau 3 : Recommandations pour la composition des aliments complets pour le lapin (Lebas, 2004).

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

➤ **Besoins en énergie**

L'énergie contenue dans l'aliment sert d'une part à l'entretien et à la thermorégulation de l'animal, et d'autre part à assurer la production (Lebas et *al.* 1991). La fonction primaire des hydrates de carbone dans des régimes de lapin doit fournir l'énergie. Les hydrates de carbone importants en alimentation de lapin sont : amidon (digestible) et fibre (non digestible) (Halls, 2010). En cas d'excès de protéines, ces dernières participent également à la fourniture d'énergie après désamination (Lebas, 1996). Le plus souvent cette concentration énergétique est exprimée en énergie digestible (ED). (Lebas, 2013).

Le besoin quotidien en énergie du lapin varie en fonction du type de production mais aussi avec la température ambiante. Ce besoin en énergie du lapin en croissance peut être couvert par des aliments distribués à volonté contenant de 2200 à 2700 kcals d'ED par kg. Le lapin régule assez bien la quantité d'aliment à consommer tant que la température ne dépasse pas 25- 26°C. Lorsqu'il fait plus chaud (30°C par exemple), son appétit diminue et sa croissance. (Djago et kpodekon 2007), et Lorsque les lapins sont élevés au froid (température ambiante de 5°C) la vitesse de croissance est plus faiblement détériorée que dans des conditions chaudes grâce à une consommation d'aliment plus importante (Combes et Lebas, 2003).

➤ **Besoins en protéines et en acides aminés**

Les protéines sont les molécules les plus originales de la constitution des êtres vivants (animaux et végétaux). Les lapins en ont besoin pour la constitution de leur propre corps, elles sont donc nécessaires pour la croissance et pour la production (viande, lait, embryons, lapereaux) (Djago et kpodekon 2007).

Lebas (2013), souligne que les besoins azotés des monogastriques sont généralement exprimés en gramme de protéines brutes par 1.000 Kcal d'énergie (ED ou EM). Les teneurs en protéines et en acides aminés d'un aliment doivent être ajustées en fonction de sa valeur énergétique.

Les chercheurs ont montré que le lapin en croissance doit trouver dans son alimentation 10 acides aminés indispensables, en considérant en plus deux autres acides aminés qui peuvent partiellement remplacer deux acides aminés indispensables, ces acides aminés sont : arginine, histidine, leucine, isoleucine, lysine, phénylalanine+tyrosine, méthionine+cystine, thréonine, tryptophane, valine. Pour les lapins en croissance les besoins en lysine et acides aminés soufrés sont respectivement de 0,6 et 0,7% (Lebas et *al.* 1996).

Lorsque les protéines alimentaires apportent ces acides aminés indispensables, la ration peut ne contenir que 15 à 16% de protéines brutes pour les lapins à l'engraissement. (Djago et kpodekon 2007).

Le niveau optimum de lysine est de 0,75% et de 0,62 % pour les acides aminés soufrés (Berchiche et Lebas, 1994 ; Carabano et *al.*, 2008).

Les différentes tentatives faites pour remplacer une partie des protéines vraies par de l'azote non protéique (urée et sels d'ammonium) ont presque toutes échouées au plan économique, en raison d'une dégradation et d'une absorption trop précoces de ces sources d'azote avant toute valorisation par les micro-organismes du caecum (Lebas et *al.* 1996).

➤ **Besoins en fibres**

Le tube digestif du lapin a besoin de lest pour bien fonctionner et celui-ci est fourni par les parois des végétaux qu'il mange. Ses besoins sont donc plus importants que d'autres espèces d'élevage comme le porc ou le poulet. Pour les lapins en engraissement, le taux de cellulose brute d'un aliment complet devra être de l'ordre de 14 à 16%. En plus de la cellulose en partie digestible (25 - 30%) le lapin doit trouver dans sa ration au moins 4 à 5% de lignine, (Djago. et kpodekon ,2007).D'après Gidenne et Garcia (2006), le taux de lignine des aliments de lapins doit être supérieur à 5,5%. Selon Colin et *al.* (2007), l'augmentation de la lignine diminue la mortalité et les diarrhées.

Lebas (2013), indique qu'en cas d'apport inadéquat en fibres, le risque sanitaire (mortalité + morbidité) s'accroît très rapidement surtout chez l'animal en croissance. Et la sanction la plus fréquente est la mort de l'animal atteint de troubles digestifs.

➤ **Besoins en lipides**

Le besoin en lipides est couvert avec une ration contenant 2,5 à 3% de lipides. C'est la teneur spontanée de la majorité des aliments naturels entrant dans la ration. Il n'est donc pas nécessaire d'ajouter des corps gras aux aliments du lapin pour couvrir ses besoins énergétiques car les matières premières utilisées en contiennent suffisamment. (Djago et kpodekon 2007).

Pour rester en bonne santé et assurer une production normale, les lapins doivent recevoir dans leur alimentation des acides gras essentiels (linoléique et linoléique) (Lebas, 1989). Lorsque la ration est constituée en majorité de végétaux et que le taux total de lipides est d'au moins 2,5%, les besoins en acides gras essentiels sont couverts (Lebas, 1988).

➤ **Besoins en minéraux et en vitamines**

Les minéraux sont groupés dans deux catégories – macro minéraux et micro minéraux. Les macro minéraux incluent le calcium, le phosphore, le sodium, le magnésium et le potassium et sont exigés en grammes par jour. Les micro minéraux incluent le cuivre, le zinc, le manganèse, le fer, l'iode, le sélénium et le cobalt, et sont exigés en milligrammes par jour. (Halles, 2010).

Djago et kpodekon (2007), indique que les minéraux (calcium, phosphore, sodium, magnésium, ect...) sont indispensables au fonctionnement et à la constitution de l'organisme du lapin. Ils entrent en particulier dans la constitution des os mais permettent aussi le fonctionnement en favorisant les équilibres intra et extracellulaires. Les besoins en sels minéraux sont couverts en général par l'aliment commercial. Toutefois, les apports peuvent être améliorés par les compléments minéraux commerciaux. Les vitamines sont des substances organiques sans valeur énergétique propre, qui sont nécessaires à l'organisme et que l'animal ne peut pas synthétiser (Lebas, 2000).

Les vitamines se trouvent dans les divers aliments qui sont distribués aux lapins. Les sources sont les fourrages verts, les céréales, les tourteaux, les sous-produits agroalimentaires. Les vitamines liposolubles (A, D, E et K) doivent être apportées par l'alimentation. Par contre si les lapins sont en bonne santé (pas de diarrhée) les vitamines hydrosolubles (C et toutes celles du groupe B) sont fournies par la flore digestive et en particulier par l'ingestion des Caecotrophes. Un apport de vitamine C peut aider les lapins à mieux supporter la chaleur (Djago et kpodekon 2007).

➤ **Besoins en eau**

Avant de traiter des besoins alimentaires du lapin, considérons d'abord son besoin d'eau. L'eau n'est pas considérée comme un aliment, ce qui ne veut pas dire que le lapin n'en ait pas besoin (Schiere, 2004). Les besoins en eau varient suivant le régime alimentaire et l'environnement ; les régimes riches en minéraux (potassium et sodium) et l'évaluation de température augmentent ces besoins. (Jean Claude Blum et al. 1984).

Selon (Lebas et al. 1991), un abreuvement insuffisant peut entraîner des accidents rénaux (mortalité), l'impossibilité complète pour les animaux de s'abreuver entraîne une chute rapide de la consommation d'aliment, le lapin cesse de s'alimenter totalement après 36 à 48 heures.

Selon Djago et kpodekon (2007), Cet élément vital et ses qualités conditionnent la santé des lapins en engraissement, permettant une bonne croissance de la naissance à l'abattage. Les jeunes en croissance boivent en moyen 0,2 à 0,3 L.

Les légumineuses ont une grande importance au niveau agricole. Elles constituent une source de protéines pour l'homme, mais aussi pour la production animale en termes de nourriture animale et de fourrages. Elles contiennent généralement 20-30% de protéines et sont particulièrement riches en lysine (Djballi, 2008). Elles comportent également des huiles. Elles jouent deux rôles : dans l'amélioration de la fertilité du sol et dans l'alimentation humaine et du cheptel.

Les graines protéagineuses constituent une importante source d'azote et d'amidon en alimentation animale, cependant malgré leur valeur énergétique et azotée élevée, elles renferment les différents facteurs antinutritionnels (huismann, 1989), qui peuvent réduire les performances des animaux surtout chez la volaille.

Les grains oléagineux sont peu utilisés en l'état (sous forme de graines crues) dans l'alimentation animale, ces graines servent essentiellement à la fabrication d'huile et ce sont leurs tourteaux qui sont surtout incorporés dans l'alimentation animale (Becart et al, 2000).

I. Les protéagineux en tant qu'alternatives au tourteau de soja

I.1. Sources classiques de protéines : Tourteaux d'oléagineux

➤ Tourteau de soja :

Les graines de soja sont une excellente source de protéines pour tous les ruminants et les monogastriques. Selon la fraction de graines de soja utilisée, elles peuvent aussi s'avérer une excellente source d'énergie et de fibres. Les produits de soja contiennent en général moins de protéines que la farine de poisson traditionnelle, mais l'offre est grande et constante, ce qui en fait un produit intéressant pour les producteurs d'aliments aquacoles. Le soja est devenu un aliment très demandé dans le monde, que ce soit pour les humains ou pour les rations des animaux et pour les huiles comestibles, en raison de sa forte teneur en protéines et en huile (Rex Newkirk, 2010).

Le soja (*Glycine max*) est une légumineuse native de l'Asie orientale, classée parmi les graines oléagineuses (figure 8). Les graines de soja contiennent environ 20 % d'huile et 40 % de protéines de bonne qualité, l'huile de soja riche en acides gras essentiels, les protéines du soja sont d'une excellente valeur nutritionnelle, bien équilibrées en acides aminés indispensables (Cetiom, 2008). Le soja contient 35% de glucides, 20% de fibres et 5% de minéraux et vitamines (Jacques, 2010) (figure 9). Les éléments antinutritionnels contenus dans le soja, comme dans d'autres végétaux, sont supposés agir comme mécanisme de défense pour empêcher l'ingestion. Avec un traitement par la chaleur approprié, ces facteurs antinutritionnels sont dénaturés, ce qui élimine leurs effets négatifs

sur la performance des animaux. Les deux facteurs antinutritionnels les plus importants et mieux connus sont les inhibiteurs de la trypsine et les hémagglutinines (lectines)



Figure 8 : graines de soja (Rex Newkirk, 2010).

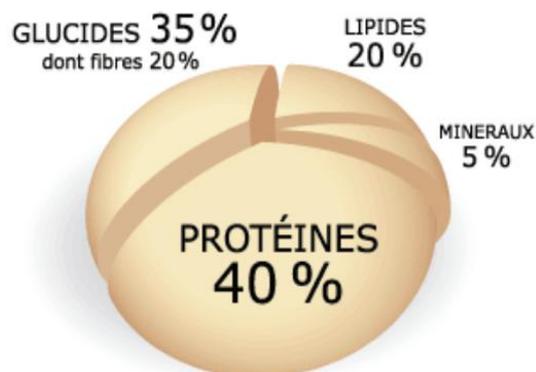


Figure 9: Composition moyenne des graines de soja (Jacques, 2010)

L'extraction industrielle de l'huile laisse un produit appelé "tourteau" qui représente 80 % du poids des graines, ce tourteau contient jusqu'à 47 % de protéines digestes et bien pourvues en lysine, ce qui en fait un produit incontournable pour les élevages intensifs (Cetiom, 2008). D'autant plus, le tourteau de soja riche en protéines ne devient la base de l'alimentation animale (Kabalan, 1998).

Selon Godon et *al*, (1996), le tourteau de soja est la source la plus utilisée dans l'alimentation du lapin, en raison de sa richesse en protéines (45,8%), de son équilibre en AAI et de sa teneur élevée en lysine (6,4g/16 g N). Rex Newkirk (2010), souligne que tous les produits de soja traités correctement à la chaleur sont bien adaptés pour être utilisés dans les aliments pour la volaille. Le tourteau de soja est utilisé couramment dans les régimes alimentaires du porc dans le monde entier.

➤ tourteaux de tournesol

Le tourteau ordinaire dit "pailleux" (contient les coques) à une teneur de 28% de cellulose et 11% de lignine, ce qui limite le niveau énergétique et protéique du tourteau, Le décorticage des grains fournit un tourteau plus riche (Boyeldieu, 1991). Les tourteaux de tournesol ont une teneur en MA allant de 36% à 45%, cette teneur est améliorée par le décorticage, elle passe de 35% à 50%, mais leur teneur en CB diminue de 25 à 15% (Bamouh, 2006).

➤ Tourteau de colza

D'après Boyeldieu (1991), il existe plusieurs catégories selon les caractéristiques des grains dont ils préviennent et les traitements technologiques qu'ils ont subis, les tourteaux obtenus de colza dépelliculé ont une teneur en cellulose réduite et sont plus concentrés en protéines, le tourteau de colza est un peu moins riche en lysine (5,7 à 5,3 g/16g d'N) que celui de soja, mais il est plus riche en méthionine (2g/16g d'N), cystine (2,6 à 2,7 g/16g d'N) et thréonine (4,3 à 4,4 g/16g d'N). Le tourteau de colza toasté, dépelliculé ou non, peut être sans danger apparent, être utilisé dans l'alimentation du lapin en croissance entre 35 et 77 jours d'âge (Lebas, 1978).

I.2.Sources alternatives aux protéines

I.2.1. Le pois

Le pois (*Pisum sativum L*) est une matière première d'origine européenne, riche en protéines particulièrement intéressante pour l'alimentation des animaux monogastriques, les réserves contenues dans la graine de pois sont des protéines (20 à 25 % du poids sec), des glucides (30 à 50 % d'amidon), et des lipides (moins de 2 %) (Perrot, 1995). Les protéines de pois comparativement aux protéines de tourteau de soja 44, contiennent autant de lysine et un peu moins des acides aminés soufrés (AAS), le pois contient aussi un taux de cellulose assez important (61% à 70%) , dans les conditions pratiques, il peut être utilisé dans l'alimentation des lapins à l'engraissement à des taux d'incorporation de 15 à 30% ; lorsque les aliments sont convenablement équilibrés, dans ce cas le pois peut remplacer totalement le tourteau de soja (Franck et al., 1978). Les protéines du pois sont constituées, comme toutes les protéines des légumineuses de trois classes de protéines : les globulines (55 à 65%), les albumines et les protéines dites «insolubles » (10 à 15%) (Perrot, 1995 ; Crevieu-Gabriel, 1999). Chez le lapin à l'engraissement le taux d'incorporation de pois protéagineux d'hiver jusqu'à 30% ne diminue pas leur performances (Seroux, 1984b).

Les tiges et feuilles de petits pois (Figure 10) de conserve sont utilisées comme source de fibres et de protéines pour l'engraissement. Or ce sous-produit contient environ 14% de protéines et 43% de NDF. Sa composition est proche de celle d'un foin de luzerne ou de trèfle d'Alexandrie (Hassan et al cité par Lebas et Duperray, 2013).



Figure 10 : le petit pois (Lebas et Duperray 2013).

I.2.2.Le lupin

Le lupin est plus riche en matière azotée et matière grasse, il assure des performances de croissance et de consommation toujours ou moins égale à celles de soja (seroux, 1984b). L'utilisation de ce protéagineux est cependant limitée en premier lieu par sa faible teneur en lysine, cette déficience, premier facteur limitant, peut être corrigée par apport de lysine de synthèse, par utilisation de matières premières de complément riches en lysine (céréales et luzerne). Selon Lebas et Duperray (2013), les graines de lupin blanc (Figure 11) peuvent être utilisées à raison de 12% dans l'alimentation des lapins en croissance en remplacement total des tourteaux de la ration (soja et tournesol).



Figure 11 : Graines du lupin blanc (Lebas et Duperray 2013).

Selon Maitre et *al.* (1990), le lupin et la fêverole présentent des caractéristiques intéressantes dans l'alimentation du lapin de chair, ils sont riches en fibres comme ils ont des protéines de qualité.

I.2.3. La féverole

La taxonomie interspécifique de *Vicia faba* L prête à confusion plusieurs variétés qui ont été distinguées sur la base de la morphologie et la taille des graines du cultivar et qui ont été nommées comme mentionné ci-dessous (Brink, 2006) :

- * *Vicia faba* major, dont chaque graine pèse plus d'un gramme. C'est la fève cultivée pour l'alimentation humaine.
- * *Vicia faba* minor, dont les graines, beaucoup plus petites ne sont utilisées qu'en oisellerie.
- * *Vicia faba* equina, à graines plus lourdes que celles de *Vicia faba* minor mais plus légères que celles de *Vicia faba* major (Pesson, 1984).

La féverole (*Vicia faba* minor) est une légumineuse appartenant à la famille des papilionacées, sa graine est constituée d'un tégument (coque), et d'un cotylédon (l'amande), la coque représente 15,50 à 14,7% par rapport à la graine entière selon les cultivars (wang et Uberschar, 1990 ; Kaysi et Melcio, 1992).

D'après Nuessly et al. (2004), la féverole est principalement cultivée pour l'alimentation animale ou comme engrais vert. La féverole a été introduite pour la première fois dans l'alimentation du lapin par Lebas et Colin (1976).

La féverole contient environ 7% de cellulose brute, 25 à 30% de protéines brutes, ces dernières sont caractérisées par une forte teneur en lysine et une faible teneur en acides aminés soufrés (AAS) et en tryptophane (Berchiche et Lebas, 1994). De plus, certains acides aminés semblent présenter une faible disponibilité qui pourrait être lié à la structure même des protéines. Ainsi, la structure très compacte de ces protéines les rend inaccessibles aux enzymes digestibles (Gueguen et Baniel, 1990). Les fèves sont riches en tanins (4,6 % de MS d'acide tanique) seule la fève blanche n'en contient pas le facteur anti trypsique est présent à faible dose (Seroux, 1984b).

La fève contient plus de 60 % d'hydrates de carbone, et essentiellement composés d'amidon (42 % MS), les facteurs antinutritionnels peuvent être éliminés par décorticage, broyage, traitements thermiques et hydrothermiques, ces derniers sont capables d'accroître l'accessibilité de certains nutriments et les propriétés des composants majeurs (amidon, protéines) (Kaysi et Melcion, 1992). Les facteurs antinutritionnels présents dans la féverole sont :

❖ **Inhibiteurs de trypsine**

Selon Kaysi et Melcion, (1992), Les inhibiteurs de la trypsine sont des inhibiteurs des protéases dans le tube digestif, ils agissent par la formation du complexe inhibiteur-enzyme. Ils réduisent l'activité de la trypsine et, dans une moindre mesure, la chymotrypsine et par conséquent gênent la digestion des protéines par les animaux monogastriques et certains jeunes ruminants (Rex Newkirk, 2010).

❖ **Lectines**

Ce sont des glycoprotéines, dont la caractéristique commune est leur affinité pour les sucres, expliquant leurs propriétés d'agglutination des hématies du sang *in vitro*, à des degrés variables selon la lectine et l'espèce animale. Leur ingestion se traduit par des retards de croissance (Kaysi et Melcion, 1992).

❖ **Les tanins**

selon Jansman *et al.*, (1993), les tanins sont principalement localisés dans les téguments (7,1 à 149 mg/g). Les tanins sont des composés polyphénoliques relativement thermostables définis par leur aptitude à se combiner aux protéines pour former des complexes insolubles. Ils réduisent la rétention de la fraction azotée chez les monogastriques avec pour conséquence la réduction de la vitesse de croissance et de l'efficacité alimentaire (Kaysi et Melcion, 1992).

❖ **Les phytates :**

C'est une forme liée de phosphore qui résiste à la digestion par les animaux monogastriques et peut gêner l'absorption d'autres minéraux, tels le calcium, le zinc, le fer et d'autres métaux bivalents ou trivalents (Rex Newkirk, 2010).

❖ **La vicine et la convicine**

Elles sont des glycosides constitués d'une molécule de glucose liée à un radical divicine (pour la vicine) et iso-uramyl (pour la convicine) (Kaysi et Melcion, 1992).

❖ **α -Galactosides**

Ce sont de petits polymères de nature glucidique, constitués schématiquement de glucose et de saccharose liés en a 1-6 à N molécules de galactose. Ces molécules ne traversent pas la paroi intestinale et se retrouvent donc intactes au niveau du colon où elles sont métabolisées par les microorganismes présents. La fermentation qui en résulte se traduit par une gêne au niveau digestif (flatulences, diarrhées) susceptible de ralentir l'ingestion d'aliment (Kaysi et Melcion, 1992).

I.2.4. La fève

a) Description de la fève

La fève est une plante herbacée annuelle présentant une tige simple, dressée, creuse et de section quadrangulaire, sans ramification se dressant à plus d'un mètre de haut (Peron, 2006).

Les feuilles, alternes de couleur vert glauque ou grisâtre, composées-pennées, sont constituées par 2 à 4 paires de folioles amples et ovales (Chaux et Foury, 1994). Selon Maoui *et al.*, (1990), la fève possède des inflorescences en grappe de 4 à 5 fleurs en moyenne, situées à l'aiselle des feuilles. Les fleurs sont de couleur blanche ou faiblement violacée (Chaux et Foury, 1994).

Les fruits sont des gousses (figure 12) pendantes noircissant à la maturité (laumonier, 1979). Les graines (figure 13) sont charnue, vertes et tendres à l'état immature, à complète maturité, elle développe un tégument épais et coriace de couleur brun-rouge, à blanc verdâtre et prend une forme aplatie à couleur presque circulaire (Chaux et Foury, 1994).



Figure 12 : les gousses de la fève (INRAA, 2010).



Figure 13 : les graines de fève sèches (photo originale).

b) Classification botanique de la fève

D'après Reta Sanchez *et al.*, (2008), la fève est classée botaniquement comme suit :

Règne : *Plantae*

Division : *Magnoliophyta*

Classe : *Magnoliopsida*

Ordre : *Fabales*

Famille : *Fabaceae*

Tribu : *Vicieae*

Genre : *Vicia*

Espèce : *Vicia faba L.*

Les variétés de la fève inventoriées en Afrique du Nord sont représentées dans le tableau 7

Tableau 7 : Description des variétés de fève inventoriées en Afrique du Nord (INRAA, 2006).

Variété	Description
Fève de Séville à longue cosse	Tige ferme, feuillage vert clair, cosses larges réunies, pendantes en raison de leur poids, contenant de 4 à 8 graines.
Fève à longue cosse	Feuillage vert foncé et ample, cosses réunies par deux, légèrement obliques, contenant 3 ou 4 grains blancs.
Fève des marais	Tige dressée, haute, de 80cm, feuilles composées vert grisâtre, cosses réunies en bouquets, se recourbant ou restant dressées selon leur poids.
Fève des marais de Sicile (sous variété de la fève des marais)	Plante plus basse, feuillage plus blond, formation des cosses plus hâtive que dans le cas de la variété-type.

c) Composition chimique de la fève

La valeur nutritive de la fève a été traditionnellement attribuée à un contenu à haute valeur protéique, qui varie de 25 à 35% malgré le déséquilibre en acides aminés soufrés. La plupart de ces protéines sont les globulines (60%), les albumines (20%), la glutiline (15%) et les prolalines. C'est aussi une bonne source de sucre, minéraux et vitamines. Ainsi, l'analyse chimique de cette légumineuse relève un taux de 50 à 60% de teneur en hydrate de carbone (Larralde et Martinez, 1991).

Le tableau 8 représente la Composition chimique comparée des graines de légumineuses protéagineuses et des grains de blé.

Tableau 8: Composition comparée des graines de légumineuses protéagineuses et des grains de blé (% de la matière sèche, sauf pour acides aminés exprimés en g/16g N (Feillet, 2000).

Constituants/espèce	Amidon	Fibre	Lipides	Protéine	Lysine	Méthionine+ cystéines
Pois	50	15	2	22-25	7,1	2,4
Fève	43	18	2	28-32	6,5	2,1
Soja	1	22	10	35-39	4,3	2
Lupin blanc	2	20	20	36-40	6,2	2,8
blé	70	8-10	1-1,5	10-15	2,3	4

d) Importance de la fève

La fève est l'une des légumineuses à grains les plus communes, utilisée pour la consommation humaine et animale (Goyoaga *et al.*, 2011). Les graines de la fève « V. faba : variété majeure » sont incorporées dans la composition d'aliment du bétail, lorsqu'elles sont disponibles en grandes quantités, quant aux graines « V. faba : variété mineure », elles sont utilisées pour l'engraissement des animaux (Maatougui, 1996). D'après Fatemi (1998), l'évolution du niveau de consommation animale suit de près la tendance de la consommation humaine, ainsi la contribution de la fève à l'alimentation animale est en augmentation.

II. valorisation des protéagineux chez le lapin en croissance

Certains travaux de recherches ont été menés afin de montrer la possibilité de l'utilisation des protéagineux (féverole, pois et fève) dans les aliments destinés aux lapins en engraissement, avec des taux d'incorporation différents dans le but de remplacer partiellement ou totalement les tourteaux de soja. Les résultats des performances sont rapportés dans le tableau suivant :

Tableau 9: valorisation de la féverole, pois et de la fève dans la ration du lapin en croissance.

Auteurs	protéagineux	Taux d'incorporation	CMQ (g/j)	GMQ (g/j)	IC	Rdt cc (%)
Colin et Lebas, (1976)	Féverole	20%	/	36	3,39	/
	Pois	22%	/	37,9	3,65	/
Franck <i>et al</i>, (1978)	Pois	30%	96,8	31	3,15	/
Seroux,(1984)	Féverole	28%	135,6	43,8	3,11	62
	Pois	30%	137,9	44,2	3,12	61,7
Lebas, (1981)	Féverole	36%	/	38	3,60	/
Berchiche et Lebas (1984)	Féverole	36%	133,4	42,7	3,44	59
Berchiche <i>et al</i>,(1988)	Féverole	37%	146	40,70	3,45	56,1
Maitre <i>et al</i>,(1990)	Féverole	10%	118,6	35,8	3,26	/
Berchiche <i>et al</i>,(1995a)	Féverole	26,5%	125,8	42,8	2,95	56,8
		37%	123,6	40,7	3,05	56,4
Berchiche <i>et al</i>, (1995b)	Féverole	26%	115,8	38,9	3	/
		35%	108,9	37,4	2,92	
Lounaouci, (2002)	Féverole	30%	101,91	28,73	3,55	68,35
Lounaouci <i>et al</i>,(2008)	Féverole	30%	97,06	31,06	3,13	70,7
Lounaouci <i>et al</i>,(2014)	Fève	26%	97,8	30,8	3,17	1431 (g)
	pois	30%	94,1	30,4	3,09	1430 (g)

Chapitre 2 : Les protéagineux en tant qu'alternatives au tourteau de soja et leur valorisation chez le lapin en croissance

Compte tenu de la valeur des performances zootechniques obtenus au cours des différents essais (Seroux (1984) ; Berchiche et *al.*,(1988) ; Berchiche et *al.*,(1995a et b) ; Lounaouci et *al.*,(2008) et Lounaouci et *al.*, (2014), les protéagineux constituent une source de protéines permettant le remplacement total ou partielle du tourteau de soja de la ration du lapin en croissance. Par contre, Berchiche (1985), indique que l'utilisation de la féverole par le lapin nécessite une complémentation végétale à base de céréales et de luzerne pour atténuer la déficience de la féverole en AAS (Méthionine).

I -La croissance

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, de grandissement et de différenciation cellulaire, tissulaire et organique (Prud'hon et al 1970).

Pour Sellier et al (1992), la croissance d'un organisme est représentée comme la succession des évolutions de son poids, de sa morphologie, de sa structure fonctionnelle et de sa composition tissulaire et chimique. Les fonctions de la croissance se résument en deux phases principales :

I.1.La croissance prénatale

La croissance prénatale commence dès la formation de l'œuf jusqu'à la naissance, c'est une période d'intenses multiplications cellulaires (Fortun- lamothe, 1994).

Chez la lapine la durée de gestation varie entre 30 et 32 jours (Prud'hon et al. 1975; Rodriguez et al. 1985). Au début de la gestation, le poids et la taille du fœtus n'augmentent pas, néanmoins, les divisions mitotiques sont plus importantes à la fin de la gestation et la vitesse de croissance du fœtus devient très élevée (Fortun- lamothe, 1994).

I.2.La croissance postnatale : se divise en deux intervalles :

➤ Phase entre la naissance et le sevrage

La croissance des lapereaux durant cette phase est corrélée avec la valeur laitière de la mère (Lebas, 1969). Leur vitesse de croissance connaît une forte accélération au cours de cette période ; le poids du lapereau est multiplié par 20 (Ouhayoun, 1983).

➤ Phase entre sevrage et l'abattage

Selon Ouhayoun (1978), au cours de cette période, les potentialités génétiques transmises par les parents s'expriment avec les interactions du milieu (alimentation, environnement,...etc.) (figure 6). Les mâles et les femelles suivent une courbe de croissance semblable jusqu'à l'âge de 10, 15 ou 20 semaines, selon que leur croissance est rapide, moyenne ou lente ; au-delà les femelles deviennent plus lourde. Le dimorphisme sexuel s'exprime par une supériorité pondérale de la femelle se manifeste à partir de 12 semaines (Ouhayoun, 1983).

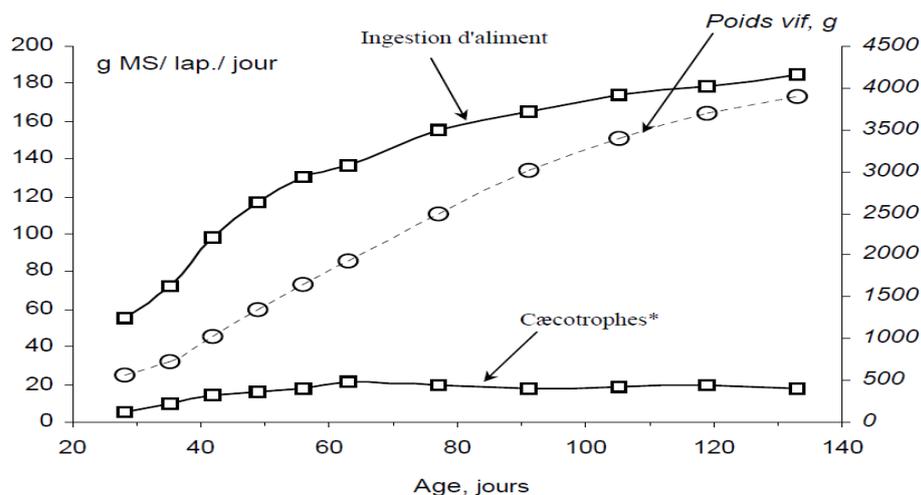


Figure 6 : ingestion et croissance chez le lapin, entre le sevrage (28j) et l'âge adulte (Gidenne et Lebas, 2005).

I.3.La croissance pondérale globale

La croissance pondérale entre la naissance et l'état adulte correspond à l'évolution du poids (p) de l'organisme en fonction du temps (t) : $p=f(t)$, cette évolution est continue elle tend asymptotiquement vers une valeur finale, qui est assimilée au poids adulte (figure 7) (Prud'hon *et al.* 1970).

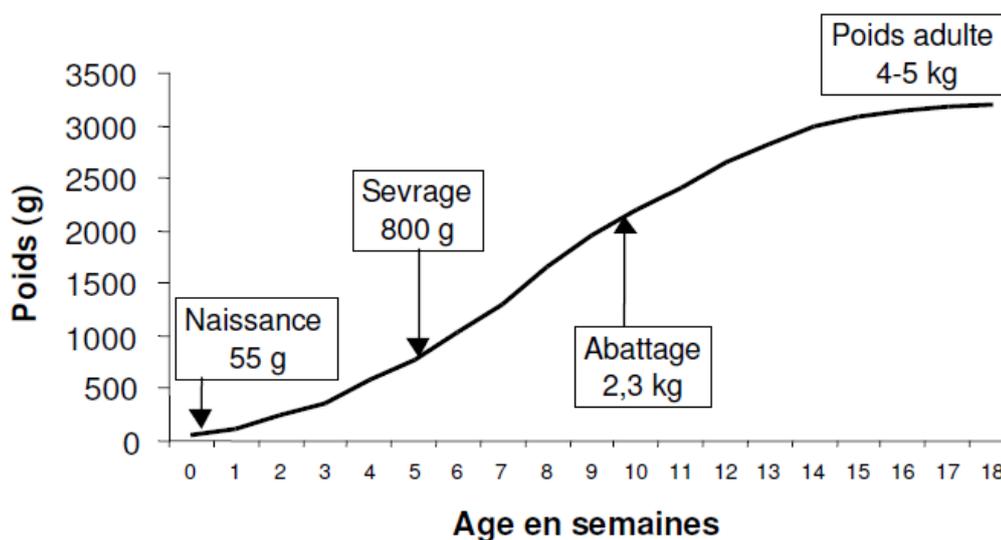


Figure 7 : Evolution du poids d'un lapin hybride standard de race moyenne de la naissance à l'âge adulte (Gidenne, 2008).

La courbe de croissance pondérale du lapin est une courbe sigmoïde avec un point d'inflexion qui est situé entre la 5^{ème} et la 7^{ème} semaine de la vie postnatale (Prud'hon *et al.* 1970). Entre la naissance et le sevrage, la vitesse de croissance instantanée connaît une accélération très forte (Ouhayoun, 1983), par contre entre 4 et 11 semaines d'âge la courbe de croissance pondérale peut être

considérée comme linéaire (Ouhayoun, 1978). Les mâles et les femelles suivent une courbe de croissance semblable jusqu'à l'âge 10, 15 ou 20 semaines, selon que leur croissance est rapide, moyenne ou lente au-delà ; les femelles deviennent plus lourdes (Ouhayoun, 1983).

I.4. La vitesse de croissance

A l'âge correspondant au point d'inflexion de la courbe de croissance (5-7 ou 8 semaines), la vitesse de croissance passe par un maximum, puis elle ralentit progressivement, notamment après 11 semaines d'âge, en présentant une allure en dents de scie. La vitesse de croissance tend ensuite vers zéro à partir de l'âge de 6 mois (Ouhayoun, 1983 ; Blasco, 1992).

Selon Berchiche *et al* (2012), les lapins de population locale et de souche synthétique pèsent 1,5 à 1,9 kg à l'âge d'abattage (77 jours) et leur vitesse de croissance se situe entre 24 et 30 g/j. Par contre, le lapin de population blanche atteint 2 kg et obtient une vitesse de croissance de 30 à 37g/j.

I.5. La croissance relative et la notion d'allométrie

C'est la croissance relative d'un tissu, d'un organe ou d'un appareil par rapport au développement d'un autre constituant de l'organisme (INRA, 1979). L'existence de l'allométrie signifie que les différents organes ne réalisent une fraction de leur poids final que successivement dans le temps. Chez le lapin en croissance, la priorité est accordée au tissu osseux, le tissu musculaire et en fin les tissus adipeux (Cantier *et al.* 1969), en effet, les tissus les plus précocement formés demeurent prioritaires par rapport aux plus tardifs au cours de la compétition entre les différentes parties de l'organisme pour s'attribuer les nutriments disponibles, donc les tissus prioritaires (cerveau, tractus digestif, squelette,...) vont couvrir leurs besoins de croissance et l'excédent sera accessible au tissus et organes plus tardifs. (Ouhayoun, 1983) (tableau4).

Tableau 4 : Gradient de précocité des principaux tissus et organes (Cantier *et al.* 1969).

Tissus et organes	Coefficient d'allométrie
- Cerveau	- 0,27
- Reins	- 0,70
- Peau	- 0,79
- Tractus digestif	- 0,79
- Squelette	- 0,81
- Foie	- 0,94
- Tissus musculaire	- 1,15
- Tissus adipeux	- 1,31

L'effet du sexe est en relation avec l'allure différente de la croissance relative du tube digestif entre les sexes, dont le coefficient d'allométrie correspond, après la 4^{ème} semaine d'âge à 0,84 chez le mâle et à 0,71 chez femelle (Cantier et *al.* 1969).

I.6. Croissance compensatrice

L'alternance, volontaire ou non, de périodes d'apports alimentaires réduits et élevés engendre chez les animaux un phénomène de croissance compensatrice. La croissance compensatrice se définit comme un accroissement de la vitesse de croissance (gain de poids par unité de temps) par rapport à la normale, observé parfois à la suite d'une période de restriction (HOCH et *al.*, 2003). D'après Gidenne et *al.*, (2012), la restriction temporaire de l'ingestion du lapin après son sevrage est maintenant une stratégie d'alimentation couramment employée en cuniculture. Même si une restriction alimentaire conduit à une croissance plus lente. En effet, elles permettent de réduire les risques de mortalité et de morbidité post-sevrage par troubles digestifs. De plus, la conversion alimentaire est améliorée, plus particulièrement lorsque les lapins sont de nouveau alimentés librement, en raison d'une importante croissance compensatrice.

II .la valeur bouchère des carcasses commerciales

II.1 .Définition de la carcasse

La définition de la carcasse varie dans l'espace et dans le temps plus ou moins réfrigérée, comprend ou non la peau, la tête, le contenu thoracique, les organes comestibles (foie et rein) (Ouhayoun, 1989).

La cuisse a une forte valeur commerciale, sa conformation (rapport muscle/os) est un indicateur de la conformation de la carcasse (Blasco et *al.*, 1993). On distingue divers types de carcasse.

➤ Carcasse chaude

La carcasse chaude comporte la tête, les extrémités des membres (manchons) sur lesquels subsiste le pelage, les reins, les viscères thoraciques ainsi que les gras péri rénal et inter scapulaire (Blasco et Ouhayoun 1996).

➤ Carcasse froide

C'est la carcasse obtenue après son passage au réfrigérateur ou en chambre froide pendant 24 heures (Blasco et Ouhayoun 1996).

➤ Carcasse commerciale

C'est la carcasse froide sans les manchons extrémités des membres (Blasco et Ouhayoun 1996). Chez le lapin standard, au cours de la réfrigération (24h à 4°), la carcasse perd 2,15% de son poids (égouttage et dessiccation superficielle). Après suppression des manchons (3,6 du poids vif), la carcasse dite commerciale alors 1,285 kg, dont les morceaux nobles (83%) sont particulièrement maigres (moins de 3% de tissu gras) (Ouhayoun, 1990).

II.2. La valeur bouchère

Parmi les critères de composition corporelle et donc de la valeur bouchère, dont la mesure est recommandée aux chercheurs et éleveurs s'intéressant au lapin : le poids de la carcasse, le rendement à l'abattage, l'adiposité ainsi que le rapport muscle/os déterminent les critères d'appréciation de la valeur bouchère (Blasco *et al.* 1990).

La composition corporelle peut se définir non seulement à travers le rendement à l'abattage et l'adiposité de la carcasse (ou son taux de muscle), mais également par la proportion respective de chacun des morceaux (avant, râble, arrière) aux valeurs économiques différentes (Larzul, Gondret, 2005).

II.3. Le poids de la carcasse

Le poids de la carcasse est un paramètre qui renseigne sur l'aptitude bouchère de l'animal abattu (Salifouc, *et al.*, 2013). Le poids de la carcasse dépend de la croissance relative des tissus qui la composent ; la masse musculaire augmente tandis que le pourcentage d'os diminue. Ce critère intéresse particulièrement les éleveurs (Ouhayoun, 1990). Il dépend de l'âge de l'animal (Ouhayoun *et al.* 1986 ; Roiron et Ouhayoun, 1994) ; ainsi que du poids à l'abattage (Roiron *et al.* 1992).

Selon Salifouc *et al.* (2013), le poids de la carcasse est généralement mesuré à l'issue du processus d'abattage ; on parle alors de poids de la carcasse chaude. Il peut être également mesuré entre 24 à 48 h post mortem après refroidissement complet de la carcasse : il s'agit du poids de la carcasse ressuyée ou du poids de la carcasse froide. La perte de poids des carcasses lors du refroidissement et du stockage au frigo est de l'ordre de 2 % après 48 h et 3 % après 8 jours (Cartier et Moëvi, 2007). C'est au début du refroidissement que les carcasses perdent le plus de poids (Dudouet, 2010).

II.4.Rendement à l'abattage

Le rendement de la carcasse est le rapport entre le poids de la carcasse et le poids avant l'abattage. Il dépend de nombreux facteurs, tels que la race, l'âge et le sexe de l'animal, le régime alimentaire (Clinquart *et al.*, 1998 ; Renand *et al.*, 2002).

II.5.Le rapport musculé/os

C'est le rapport du poids du muscle sur le poids de l'os mesuré sur une cuisse (Hernandez *et al.*1996). Il augmente avec la vitesse de croissance (Piles *et al.*2000) avec l'augmentation de l'âge d'abattage ceci est observé par (Gondret *et al.*2005). Les carcasses de lapin contenant 80% de morceaux nobles et ne contiennent que 12% d'os (Ouhayoun, 1998). Les lapins à croissance précoce ont un rendement à l'abattage et un rapport muscle/os amélioré (Cabanès et Ouhayoun, 1994).

II .6.L'adiposité de la carcasse

Selon Larzul et Gondret (2005), Le deuxième aspect de la composition corporelle est l'adiposité de la carcasse. Les animaux ayant une vitesse de croissance élevée et une meilleure efficacité alimentaire sont généralement considérés comme les animaux les moins gras. Cependant, les résultats sont souvent contradictoires pour des lapins comparés en même âge. Ainsi, phénotypiquement, Lambertili *et al.* (1990) ont montré que le pourcentage de gras n'était pas lié au poids en fin d'engraissement, alors que Petracci *et al.*(1999), Lebas et Combes (2001) indiquent que les animaux les plus lourds sont significativement plus gras.

La prise en compte simultanée de l'évolution de la consommation alimentaire pourrait sans doute apporter des éléments d'explication sur l'évolution de l'adiposité. 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 *et al.*2005).

Cependant Roiro *et al.* (1992) montrent un effet marginal de l'âge sur le pourcentage de gras dans la carcasse. Un écart d'âge à peine plus important (Deux semaines) pour un même poids d'abattage (2,3 Kg) peut toutes fois induire une diminution phénotypique de l'adiposité chez les animaux les plus jeunes (Lebas et Combes 2001).

III. Les facteurs influençant la croissance et le rendement à l'abattage

1-Facteurs lié à l'animal

➤ La race et le type génétique

Dans les mêmes conditions d'élevage et pour un même poids vif, le poids de la carcasse varie en fonction du type génétique (Clinquart *et al.*, 1998). L'utilisation d'une race lourde en croisement permet d'augmenter la vitesse de croissance et l'efficacité alimentaire des lapins durant l'engraissement (Ouyed *et al.*, 2007).

Le lapin se distingue des autres espèces par une très grande variabilité du poids adulte, entre race souche et croisement en raison du format de l'adulte (Ouhayoun, 1983 ; Piles et Blasco, 2003). La variabilité du rendement et de la composition de la carcasse entre les différents types génétiques des lapins est élevé (Ouhayoun, 1989).

Les animaux hybrides sélectionnés sont caractérisés par une plus grande vitesse de croissance par rapport à la population locale (Lakabi, 2009), Moura *et al.* (2001), Garreau *et al.*, (2003) ont également montré l'amélioration de la vitesse de croissance des lapins sélectionnés (tableau 5).

Tableau 5: influence de type génétique sur les performances de croissance

	Néo-Zélandais Ouhayoun (1986)	Population locale Moula(2000)	Population blanche Lakabi (2009)	Population blanche Hannachi (2009)
GMQ (g/j)	31.5	27.27	32±14.6	33.23±2.23
CMG (g/j)	107	86.32	1033.5±22.2	81.59±20.34
IC	3.34	3.17±2.04	4.2±1.6	2.53±0.56
Rendement à l'abattage (g)	2190	1719.91	1210±71.76	1765±93.50

➤ L'âge à l'abattage et le poids vif au sevrage

Selon Guerder (2001), L'âge à l'abattage moyen des lapins en France est de 72 jours. Chez le lapin comme chez beaucoup d'autres espèces, la qualité des carcasses et la qualité de la viande changent considérablement avec l'âge à l'abattage de l'animal.

La valeur bouchère varie non seulement en fonction du poids, mais aussi en fonction de la vitesse de l'atteinte de ce poids. Par conséquent, les lapins précoces ont souvent un rendement à l'abattage et un rapport muscle/os amélioré, mais une adiposité excessive (Ouhayoun, 1990 ; Blasco, 1992).

Selon Pertusa *et al.*, (2014), le poids à l'abattage s'accroît assez régulièrement avec l'âge d'environ 30g par jour. Le rendement à l'abattage est également amélioré avec un âge plus avancé. Le poids moyen des carcasses obtenues après un abattage à 76 jours est augmenté de 8,9% par rapport à un abattage à 70 jours lapereaux sevrées à un poids supérieur à 950 g ont un rendement amélioré de 0,3 points par rapport à des lapins sevrés à un poids inférieur.

La prolongation de 4 jours de l'âge de sevrage, conduit à une augmentation du poids vif, du poids de la carcasse à l'abattage ainsi que du rapport muscle/os du membre postérieur (Xiccato *et al.* 2003). Le poids à 36 jours des lapereaux sevrés à 28 jours était significativement inférieure à celui de lapins maintenus sous la mère une semaine de plus (Bebin *et al.* 2009).

2- Influence des facteurs alimentaires

Pour une production maximum de viande, les recommandations sont les suivantes : 2500 kcal d'énergie digestible, 15 à 16 % de protéines brutes, 13 à 14 % de cellulose brute et une teneur en lipides de 3 %, l'aliment étant distribué à volonté. Compte tenu de ces éléments, toute modification substantielle des conditions d'alimentation aura pour conséquence une réduction de la quantité de viande produite, associée à des modifications plus ou moins profondes de la composition de cette viande. Le facteur alimentation peut être envisagé d'un point de vue quantitatif et/ou qualitatif (Lebas et Combes, 2001).

➤ Effet du niveau de l'alimentation

Une réduction de 10% de l'ingéré volontaire a par exemple pour conséquence de diminuer le gain de poids moyen quotidien des animaux de 5,4 g/jour sur l'ensemble de la période d'engraissement (Xiccato, 1999), retardant ainsi l'abattage des lapins de 5 jours. De plus, la restriction alimentaire réduit les teneurs en graisse et énergie de la viande de 2,1 points et de 0,73 MJ/kg, respectivement, ce sans modification significative des teneurs en protéines et matière minérale (Xiccato, 1999).

Selon Gidenne *et al.* (2012), la réduction de l'ingéré ralentit la croissance. Une réduction d'ingestion de 20% conduit à une baisse de vitesse de croissance de seulement 15,6% en moyenne. Ainsi, à la fin de la période de restriction, le poids vif est réduit de 7 à 10% pour des niveaux de restriction de 15 à 25% (Boisot *et al.* 2003, Bergaoui *et al.* 2008, Gidenne *et al.* 2009a, b). De plus, l'effet d'une restriction alimentaire temporaire sur le gain de poids est généralement plus sévère au début de la période de restriction, souvent juste après le sevrage, que plus tard, en parallèle à la réduction de la croissance, une stratégie de restriction modifie également la composition corporelle. (Gidenne *et al.* 2009c, Martignon *et al.* 2010). Selon la règle générale d'allométrie de formation des

tissus chez le lapin, la restriction conduit à des changements différentiels de croissance entre les organes internes (tube digestif, foie...) et les tissus (muscles) (Gidenne et al, 2012).

➤ **Effet du niveau énergétique**

Le lapin en croissance ajuste sa consommation alimentaire en fonction de la concentration énergétique des aliments qui lui sont présentés, dans la mesure où les protéines et autres éléments de la ration sont bien équilibrés (Lebas, 1996). L'ingestion n'est correctement régulée qu'en présence d'un aliment contenant 2200 et 3200 Kcal ED /Kg d'aliment. (Maertens, 1996), alors que selon Lebas (2004) le lapin atteindrait sa vitesse maximale lorsque la concentration énergétique de l'aliment est entre 2400 et 2600 Kcal ED /Kg d'aliment.

Selon Renouf et Offner (2007), la distribution de l'aliment très énergétique tend à améliorer le rendement en carcasse mais cette augmentation de rendement s'explique notamment par un état d'engraissement supérieur. Ces résultats corroborent ceux de différents travaux qui montrent qu'une augmentation de l'incorporation de matière grasse de 2 à 6% augmente le rendement (Castellini et Battaglini, 1992) et le gras de la carcasse (Fernandez et Fraga, 1996; Pla, 2004).

L'utilisation d'un aliment riche en énergie (2690 Kcal) améliore l'efficacité alimentaire mais dégrade la mortalité sans avoir d'effet positif sur la croissance et le poids à la vente. L'aliment distribué au sevrage n'a pas d'effet sur le rendement. En revanche, un aliment riche en énergie distribué entre 49 et 71 jours permet d'améliorer le rendement en carcasse. La distribution d'un aliment riche en énergie uniquement en finition a été suffisante pour obtenir un bon rendement en carcasse (Renouf et Offner 2007).

➤ **Effet du niveau protéique et d'acides aminés essentiels**

Les protéines sont impliquées, entre autres, dans la croissance de l'animal ainsi que dans le renouvellement et le développement de la muqueuse intestinale (Gidenne et al. 2010a).

Daoudi et al (2003), ont montré que les lapereaux recevant un aliment à 16% de protéines brutes ont le poids vif d'abattage le plus élevé : 2127g. Cependant, la croissance est significativement plus lente chez les lapereaux nourris avec un aliment à 13% de PB : 26 g/j contre 22,8g /j. L'augmentation de la teneur en protéines de l'aliment à 19% n'améliore pas la croissance du lapereau. Un faible taux de protéines ($\leq 12\%$) dans l'alimentation des lapins, cause une réduction de la vitesse de croissance, une détérioration de l'indice de consommation, une réduction du flux

intestinale qui provoque donc, une augmentation du poids du tube digestif et par conséquent une diminution du rendement à l'abattage (Carabano, 2008).

La vitesse de croissance est non seulement influencée par le taux de protéines, mais aussi par l'équilibre et la teneur en acides aminés essentiels, une carence en un de ces acides aminés entraîne une dégradation du poids (Colin, 1976).

Selon Berchiche et Lebas (1994), un teneur de 0,37% d'AAS ralentit significativement la vitesse de croissance des lapins Néo-Zélandais blancs. Les meilleures performances de croissance (40,8g/j) sont obtenues avec 0,62% d'AAS. Il est à signaler que lorsque le taux d'AAS passe de 0,62 à 0,67%, la vitesse de croissance diminue de l'ordre de 27% sans modification de la composition de la carcasse (Berchiche, 1985). Tabodda et *al*, (1994), soulignent qu'une augmentation de la vitesse de croissance de 2,4g/j est observée pour chaque 0,1% de lysine supplémentaire entre les taux de 0,64% et 0,76%, sans que l'indice de consommation soit modifié. Par ailleurs, une réduction de la thréonine de 0,58% à 0,46% se traduit par une altération de la vitesse de croissance, ce qui réduit le rendement à l'abattage.

➤ **Effet du rapport protéique /énergétique**

Pour fournir à l'animal en engraissement la quantité de protéines permettant la vitesse de croissance attendue, il convient d'accroître la proportion des protéines par rapport à l'énergie digestible de l'aliment surtout lorsque la température s'élève (Lebas et Ouhayoun, 1987).

D'après Lebas (1983) et Gidenne (2003), le taux optimum de protéines équilibrées en AAE (taux le plus faible assurant une croissance maximum), augmente avec la concentration énergétique de l'aliment.

Pour une croissance maximale, le rapport optimum protéines / énergie est de 45g de PD/ 1000Kcal d'ED (Parigi-bini ,1988). Le maximum recommandé est quant à lui de 48-50g de PD /1000 Kcal d'ED (Lebas , 1992).

➤ **Influence de la teneur en fibres**

Selon Gidenne (1996b), la vitesse de croissance et le rendement à l'abattage sont réduits lorsque le taux de fibres brutes augmente. Un apport élevé en fibres conduit à une réduction de la teneur en énergie digestible de l'aliment. Si le taux de fibres est très élevé ($\geq 25\%$ d'ADF), l'animal ne peut plus accroître son ingestion ce qui peut conduire à une réduction de la croissance (Gidenne, 2000).

Par contre Parigi –Bini et *al.*, (1994) signalent que l'augmentation du taux de fibres (18,5% et 22,4% CB), n'a aucun effet sur la croissance (tableau 6). La croissance est sensiblement réduite lorsque l'apport en fibres est déficient (≤ 16 d'ADF) (Peinheiro et Gidenne, 1999).

Tableau 6 : effet du taux de fibres sur la croissance des lapins (Parigi –Bini et al, 1994).

Taux de cellulose (%)	15,7	18,5	22,4
Poids vif initial (g)	1537	1540	1543
Poids vif final (g)	2773	2831	2767
GMQ (g/j)	35,3	36,9	35,1

➤ Influence des facteurs de l'environnement

Dans une comparaison de lapins élevés de 35 à 80 jours en cages individuelles et en cages par 3, Xiccato et *al.* (1999) ont obtenu une croissance un peu plus élevée en cages individuelles (+4%).

Il existe un effet hautement significatif de la saison sur le GMQ et la CMQ et significatif sur l'IC. Celui-ci augmente progressivement du printemps à l'été pour diminuer relativement pendant l'hiver. Concernant le GMQ, il est plus élevé de 4,61% en hiver et en automne comparativement au printemps et à l'été (Ouyed et *al.*, 2007).

Selon Combes et Lebas (2003), Une élévation de la température du local d'élevage de 8°C ou 10°C par rapport à la zone de thermo neutralité des lapins (20°C) pendant la période estivale induisent une réduction des performances de croissance des animaux. A l'abattage, le rendement en carcasse est plus élevé chez les animaux élevés en condition chaude. Cette augmentation est liée à une réduction du poids relatif de la peau (Lebas et Ouhayoun, 1987). Une humidité comprise entre 60 et 75% permet un bon confort des animaux, les lapins sont plus sensibles au changement brusque d'humidité qu'au taux d'humidité constante même élevée (Lebas et *al.*, 1984).

PARTIE
EXPERIMENTALE

Matériel et méthodes

Matériels et Méthodes

L'objectif de notre essai est d'étudier l'effet de la substitution de 15% de tourteau de soja par 15% de fève dans un aliment pour lapin sur les performances de croissance et les paramètres d'abattage de lapin de population blanche.

1. Présentation du lieu de l'expérimentation

L'expérience a été réalisée au niveau du clapier d'un éleveur privé. Ce dernier se situe au niveau de la Daïra de Makouda au nord-ouest de la Willaya de Tizi Ouzou (environ 19 Km de chef-lieu de la Willaya).

L'expérience a débutée le 08/03/2015 et a pris fin le 13/04/2015 soit une durée de six semaines d'engraissement (37j).

2. Conditions d'élevage

2.1. Bâtiment et équipement d'élevage

Le clapier comprend une maternité et un bâtiment d'engraissement. Ce dernier a une superficie de 112m² et comporte 48 cages d'engraissement collectives (figure 14).



Figure 14: vue d'intérieur du clapier.

Matériels et Méthodes

Durant la période expérimentale, la température à l'intérieur du clapier a varié de 22 à 25°C, par contre l'humidité était stable durant toute la période d'essais, soit une valeur de 59%, enregistrée à l'aide d'un hygromètre . Comme ce hangar est destiné à l'engraissement, l'éclairage est assuré naturellement par des vasistas le long des parois latérales en assurant aussi l'aération.

Les lapins ont été élevés dans des cages collectives d'engraissement, entièrement métalliques, à sol grillagé. Les cages sont munies d'abreuvoirs automatiques et de trémies métalliques pour granulé à 4 postes, d'une capacité de 4Kg. Leur fond est troué laissant passer les farines, permettant ainsi d'éviter les problèmes respiratoires. Ces cages sont disposées sur un seul niveau (Flat- Deck). Des moustiquaires ont été placées en dessous de chaque cage (figure15) pour récupérer l'aliment gaspillé.



Figure 15 : présentation des cages munis des moustiquaires.

2.2. Hygiène et prophylaxie

L'entretien du clapier consiste en un lavage quotidien des sols en utilisant des désinfectants tel que l'eau de javel , un nettoyage régulier des cages et des trémies à l'eau et détergents ainsi que l'utilisation de chalumeau pour bruler les poils accumulés sur les cages à chaque fois que c'est nécessaire ainsi que l'installation de deux pédiluves remplis d'eau et de désinfectant à l'entrée et à la sortie du clapier.

3. le matériel animal

3.1. Origine des animaux

Les lapins utilisés lors de l'essai sont de population blanche caractérisés par la couleur blanche de leur pelage et rouge de leurs yeux (Zerrouki et al, 2004). sont les descendants de population locale dont les parents hybrides hybrides, importés en 1987, par l'ORAC, reproduits en population fermée à partir d'animaux obtenus par sélection massale (taux de consanguinité élevé) ou en croisement avec les sujets de population locale. Les animaux sont issus du clapier du même élevage sevrés à l'âge de 38 jours (figure16).



Figure 16 : Aspect des lapins utilisés.

3.2. La mise en lots

L'effectif total des animaux utilisés pour l'expérience est de 68 lapereaux appartenant à 12 portées. Les lapins ont été identifiés par une lettre alphabétique (figure17) pour une même portée. ensuite ont été répartis en 2 lots de 34 lapins pour chaque aliment et élevés en cages d'engraissement collectives entièrement métalliques, à raison de 4 lapins par cage.

La répartition a été aussi homogène que possible en tenant compte essentiellement des poids globaux des lapereaux, de sorte que toutes les cages aient le même poids, ainsi de leur appartenance à une même portée. les lapins d'une même portée sont répartis équitablement entre les différents traitements alimentaires, avec égalisation du poids vif global par

traitement. Le sexe des lapins 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 pas avoir d'influence sur le gain de poids vif et la composition corporelle des lapins (Ouhayoun, 1983 et 1990).



Figure 17: identification des lapins.

4. Aliments Expérimentaux

Deux aliments granulés ont été utilisés au cours de cette expérimentation; un aliment témoin classique à base 15% de tourteau de soja, et un aliment expérimental avec 15% de fève à la place du tourteau de soja (tableau 10). Les deux aliments ont été granulés sur un seul site (SARL production locale).

Nous avons formulé un seul aliment (aliment témoin), qui répondant aux recommandations nutritionnelles courantes pour un aliment de lapin en croissance à l'aide de logiciel de formulation WUFF DA 2010, et dans un autre aliment (aliment expérimental) nous avons tenté de remplacer les 15% soja par 15% de fève. Les deux aliments granulés ont été distribués *ad libitum* aux lapins dans les deux lots.

Tableau10 : Composition centésimale des deux aliments formulés

Matières premières	aliment soja (témoin)	Aliment fève (expérimentale)
Orge	25%	25%
Soja	15%	-
Luzerne	32%	32%
Paille	6%	6%
Féverole à fleurs b	-	15%
Son de blé	20%	20%
CMV	2%	2%

5. Composition chimique des aliments utilisés

Nous avons estimé la composition chimique des deux aliments granulés (soja et fève) à l'aide du logiciel formulation d'aliment pour lapin-WUFF DA 2010.

La composition chimique théorique des deux aliments granulés (tableau11) montre qu'ils sont iso énergétique : ED= **2350,50** et **2328Kcal/Kg** dans cette ordre pour les deux aliments soja et fève. Cette valeur en énergie est inférieure à la norme recommandée (2400-2600Kcal/Kg) dans les élevages rationnels pour les aliments destinés à des lapins en croissance par Lebas, (2004).et correspond aux normes recommandées par Maertens , (1996) : 2200 et 3200 Kcal ED /Kg d'aliment.

Les deux aliments présentent des teneurs différentes en protéines brutes : **17,44** vs **14,71%** respectivement pour l'aliment soja et fève. La teneur de l'aliment témoin en PB correspond aux normes recommandées par Lebas (2004) qui est de 16%. Par contre, l'aliment fève a une teneur assez faible en PB soit **14,71%** par rapport a l'aliment témoin, mais qui conforme aux normes recommandées par Carabano et *al.* (2008), qui ont montré qu'un niveau de protéines autour de 14% n'altère pas les performances de croissance chez le lapin. L'aliment témoin présente une teneur normale en AAS (0,54%).Par contre, celle de la fève est inférieure à la norme préconisée par de Blas et Mateos (1998) (0,43% vs 0,59%) et par Lebas (0,43% vs 0,55%). concernant les apports en lysine (0,68%) et thréonine (0,53%) pour l'aliment fève sont similaires aux valeurs recommandées par INRA (1984) qui sont de 0,65% pour lysine et 0,55% pour thréonine.

Matériels et Méthodes

Sur le plan de l'apport en fibres, les valeurs en NDF et en ADF répondent aux normes recommandées pour un aliment destiné pour lapins en croissance qui sont de 25 à 40% d'NDF (Gidenne, 2003) et plus ou égale à 16% d'ADF (Lebas, 2004). Par contre la teneur en ADL est inférieure aux normes recommandées pour un aliment cunicole : $ADL \geq 5\%$ (Lebas, 2004 ; Gidenne, 2006). Si le taux de fibres est très élevé ($\geq 25\%$ d'ADF), l'animal ne peut plus accroître son ingestion ce qui peut conduire à une réduction de la croissance (Gidenne, 2000).

Les apports des deux aliments témoin et expérimental en sodium sont faibles (0,04 vs 0,05) par rapport aux normes recommandées par Halls (2010) qui est de 0,65 à 1%. Selon Lebas et *al.*, (1984), Le déséquilibre entre sodium, potassium et chlore entraine une réduction de la croissance de lapin.

Tableau 11: composition chimique de deux aliments expérimentaux estimé par le logiciel de formulation d'aliment pour lapin-WUFF DA 2010.

Composition chimique%	Aliment soja	Aliment fève
Matière sèche (%)	89,15	88,57
Protéines brutes (%)	17,44	14,71
Energie digestible (Kcal/kg)	2350,5	2328
Matière grasse (%)	2,55	2,44
Cellulose brute (%)	14,72	14,9
NDF(%)	32,33	32,41
ADF(%)	18,24	18,38
ADL(%)	3,83	3,85
Lysine(%)	0,85	0,68
Méthionine(%)	0,26	0,19
A .aminés soufrés (%)	0,54	0,43
Thréonine (%)	0,65	0,53
Tryptophane(%)	0,24	0,18
Calcium	0,97	0,94
Sodium	0,05	0,04
Phosphore	0,49	0,47

6. Les mesures effectuées et variables étudiées

6.1. La croissance, la consommation, l'indice de consommation et le calcul du taux de mortalité

Durant les six semaines d'engraissement nous avons enregistré les performances de croissance et de consommation suivantes :

a) Le poids vif (PV)

Il est déterminé par la pesée individuelle des lapins à l'aide d'une balance électronique une fois par semaine dans la même journée, en début de matinée avant la distribution de l'aliment pendant toute la durée d'engraissement (figure 18).



Figure 18 : la prise du poids vif des lapins.

b) Le gain moyen quotidien (GMQ)

C'est le gain de poids moyen entre le début et la fin de chaque semaine d'engraissement, il est déduit par la relation :

$$\text{GMQ (g/j)} = \text{Gain de poids vif hebdomadaire} / 7$$

c) La consommation alimentaire(CMQ)

Elle est déduite par des contrôles hebdomadaires des quantités distribuées et refusées (figure19).

Ingéré hebdomadaires = quantités distribuées – (reste dans les mangeoires +gaspillé).

$$\text{CMQ (g/j)} = \text{ingéré hebdomadaire} / 7$$



Figure 19 : récolte et mesure de la quantité d'aliment gaspillée.

d) Indice de consommation (IC)

C'est la quantité d'aliment nécessaire pour obtenir 1Kg de poids, c'est le rapporte entre la consommation et le gain de poids.

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

e) Taux de mortalité

Le taux de mortalité représente le rapport suivant :

$$\text{Taux de mortalité} = (\text{nombre d'individus initial} - \text{nombre d'individus final}) / \text{nombre d'individus initial}$$

5.2. Composantes du rendement à l'abattage

A la fin de la période d'engraissement, 20 lapins sont abattus (10 de chaque lot) sans mise à jeun préalable (figure20). Lors de l'abattage la moyenne des deux lots est calculée ainsi que l'écart type pour se rendre compte de la variation des poids au même âge et choisir les sujets à abattre dans la fourchette \pm l'écart type : -Régime soja : $2033,75 \pm 264$

-Régime fève : 2003 ± 311



Figure 20: L'abattage et aspect des lapins choisis pour l'abattage.

Matériels et Méthodes

Les principales composantes de la carcasse qui sont relevées et calculés sont :
(Annexes : Blasco et Ouhayoun, 1993)

-Poids vif à l'abattage (**Pva**) (g).

-Poids de la peau et le poids du tube digestif plein (g) (figure21).

-Poids de carcasse chaude **CC** (g): Selon Blasco et Ouhayoun, (1996) ; la carcasse (figure22) comprend la tête, le tronc, les 4 membres, les manchons ou extrémité des membres, le foie, les reins dans leur tissu adipeux et les viscères thoraciques. Cette carcasse est pesée après une demi heure en moyenne après la saignée, puis elle est placée en chambre froide à + 4°C.

-Poids de carcasse froide **CF**(g) : la carcasse froide est pesée après un séjour moyen de 24 heure en chambre froide.

-Rendement **CC/Pva** (%)

-Rendement **CF/Pva** (%)

-Proportion du **TD/Pva** (%)

-Proportion de la peau/**Pva** (%)



Figure 21 : prise de poids de la peau et du tube digestif des lapins abattus.



Figure 22 : Aspect des carcasses des lapins.

7. Les analyses statistiques

Les résultats (figure 23) obtenus au cours de notre expérience ont été soumis à une analyse de variance à l'aide du logiciel *Microsoft Office Excel*® 2007. Pour cela nous avons adopté les étapes suivantes :

- Réorganiser les données.
- Faire un appel au traitement qui se fait au moyen de ► **Outils** ► **Utilitaire d'analyse** ► **Analyse de variance: un facteur**
- Saisir la zone des données et la zone où seront affichés les résultats.

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1		S5(37)	S6(42)	S7(49)	S8(56)	S9(63)	S10(70)	S11(77)							
2	FAMILLE	PV S5	PV S6	PV S7	PV S8	PV S9	PV S10	PV S11	GMQ 5-6	GMQ 6-7	GMQ 7-8	GMQ8-9	GMQ 9-10	GMQ 10-11	CMQ 6
3	B6	929	1125	1300	1465	1635	1800	2035	39,11	25,00	23,57	24,29	23,57	33,57	98,57
4	A1	1.043	1120	1360	1565	1760	2040	2145	17,50	32,86	29,29	27,86	40,00	15,00	98,57
5	K3	1.053	1120	1340	1575	1860	2125	2305	13,33	31,43	33,57	40,71	37,86	25,71	98,57
6	F1	945	1100	1330	1550	1705	1800	1980	30,94	32,86	31,43	22,14	13,57	25,71	98,57
7	C2	1.064	1095	1070	1250	1420	1600	1855	6,25	-3,57	25,71	24,29	25,71	36,43	77,32
8	A6	1.050	1100	1200	1410	1540	1640	1860	10,00	14,29	30,00	18,57	14,29	31,43	77,32
9	K6	1.030	1135	1355	1570	1865	1990	2255	25,00	28,57	30,71	42,14	17,86	37,86	77,32
10	B3	952	1035	1160	1345	1490	1810	1880	16,61	17,86	26,43	20,71	45,71	-18,57	
11	C3	1.063	1100	1165	1355	1540	1545	1810	7,50	9,29	27,14	26,43	0,71	37,86	85,17
12	A7	1.040	1140	1260	1180	1325	1330	1665	20,00	17,14	-11,43	20,71	0,71	47,86	85,17
13	F6	952	1075	1305	1490	1690	1755	1905	24,69	32,86	26,43	28,57	9,29	21,43	85,17
14	B5	944	1065	1195	1400	1510	1700	1870	24,11	18,57	29,29	15,71	27,14	24,29	85,17
15	A8	1.025	1200	1375	1500	1660	1870	1950	35,00	25,00	17,86	22,86	30,00	11,43	87,67
16	K1	973	1240	1480	1625	1930	2140	2445	53,33	34,29	20,71	43,57	30,00	43,57	87,67
17	C1	1.101	945	1040	1185	1445	1710	1895	-31,25	13,57	20,71	37,14	37,86	26,43	87,67
18	F5	973	990	1135	905	1215	1490	1760	3,44	20,71	-32,86	44,29	39,29	38,57	87,67
19	D4	1.071	1065	1315	1525	1710	1975	2315	-1,25	35,71	30,00	26,43	37,86	48,57	74,46
20	C1	1.013	1400	845	MORT	MORT	MORT	MORT	77,50	-79,29				#VALEUR!	

Figure 23 : Fichier brut des résultats obtenus au cours de l'essai.

*Résultats et
discussion*

Résultats et discussion

L'analyse des données recueillies sur 68 lapins distribués en 34 lapins par régime alimentaire, l'un à base de tourteau de soja et l'autre à base de la fève en substitution de 15% de soja par 15% de fève, nous a permis d'étudier la mortalité, évaluer les performances de croissance et de la consommation, l'indice de consommation ainsi que certains caractères des animaux à l'abattage.

1. les mortalités au cours de l'engraissement

Au cours de la période expérimentale, nous avons enregistré la perte des 10 lapins sur 68 ; 5 lapins morts dans chaque lot. Ce qui représente un taux total de mortalité de 15%, ce résultat est légèrement supérieur à celui obtenu par Lebas et Maitre (1989) qui est de 12% et supérieure à celui rapporté par Lounaouci (2002) pour un aliment à 30% de féverole. Nous avons enregistré des mortalités étalées sur toute la période d'engraissement dans les deux lots. en plus pendant notre essai, nous avons remarqué que les mortalités sont concentré dans le même endroit ceci pourrait s'expliquer par la présence du courant d'air et de humidité élevé dans cet endroit.

La mortalité observée pendant les premières semaines d'engraissement sont à relier probablement au stress provoqué par les difficultés d'adaptation des lapereaux aux nouvelle conditions d'élevage inhérentes à leur sevrage (séparation de la mère, transfert de local, changement d'aliment), qu'au facteur aliment (Lebas et *al.* 1991). Globalement, les pertes de lapereaux sont dues à des troubles digestifs avec comme signe extérieure la diarrhée dans les deux lots. Le tableau 12 montre les mortalités enregistrées par semaine d'engraissement.

Tableau 12 : les mortalités enregistrent pendant la période d'engraissement

Aliments	S1	S2	S3	S4	S5	S6	Mortalités(%)
Aliment fève	0	1	0	2	2	0	15
Aliment témoin	0	0	2	2	1	0	15

2. Performances de consommation et de croissance par semaine d'âge

2.1. La consommation alimentaire

La consommation alimentaire des lapins durant la période d'engraissement est rapportée dans le tableau13. Sur l'ensemble de la période d'engraissement, l'ingestion des aliments augmente d'une manière régulière pour les deux lots, sauf pour la 8^{ème} semaine d'âge, où on observe une chute de consommation pour le lot témoin (soja), ceci sera dû probablement à l'état de parésie des lapins durant cette semaine. Une période de stabilisation d'ingestion d'aliment a été enregistrée pour le lot fève de la 6^{ème} semaine jusqu' la 8^{ème} semaine ensuite un pic de consommation est enregistré à la 9^{ème} semaine en parallèle pour les deux lots (figure28).

Tableau 13: la consommation moyenne quotidienne (CMQ) en fonction de l'âge des lapins.

Age en semaines	Aliment soja	aliment fève	Signification
CMQ 6	85,65±16,72	96,51±13,93	P= 0,023
CMQ 7	98,4±16,8	93,42±18,75	NS
CMQ 8	79,36±31,33	93,9±93,9	NS
CMQ 9	109,88±23,82	107,03±17,89	NS
Moyenne	93,32±13,58	97,71± 6,35	NS

Sur l'ensemble de la période d'engraissement, l'étude de la consommation en fonction de l'âge (figure24) fait ressortir globalement que la différence de la consommation est non significative entre les deux lots à l'exception de la 1^{ère} semaine, où la différence de la consommation est significative.

La consommation moyenne de l'aliment fève est inférieure à celle rapportée par Berchiche et Lebas (1984) : 97,71 vs 133, 4g/j avec un aliment à base de 36% de féverole, et similaire à celle trouvée par Lounaoui et *al.* (2014) qui est de 97,8g/j avec un aliment a base de 26% de féverole.

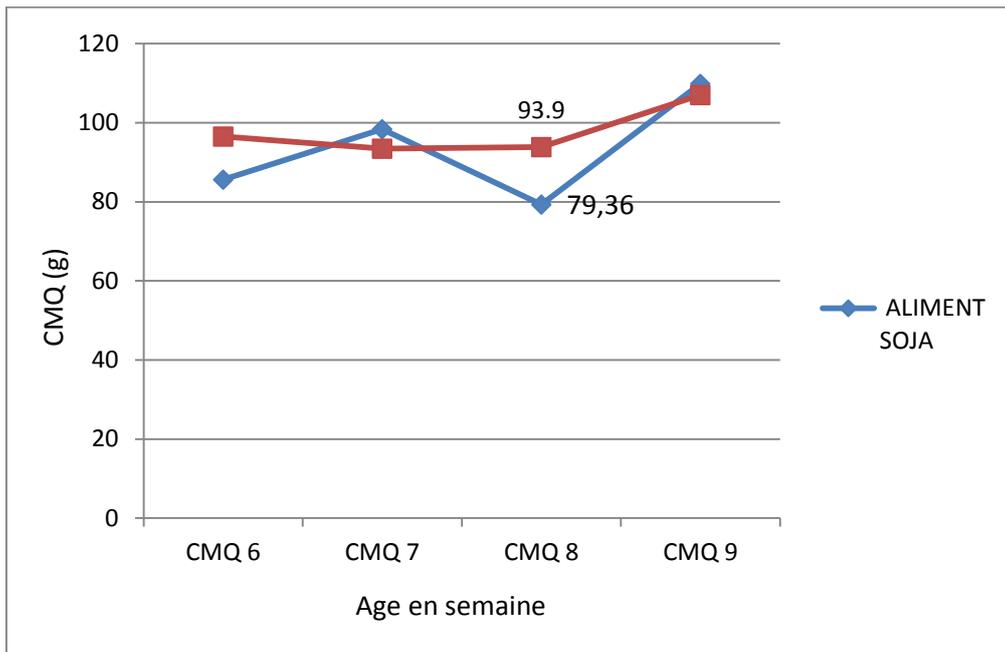


Figure24 : évolution de la consommation moyenne quotidienne en fonction de l'âge.

2.2. La croissance

2.2.1. Evolution du poids vifs par régime

Les poids obtenus à âges fixes dans les deux lots ne sont pas différents statistiquement, ce qui confirme l'homogénéité des poids au sevrage lors de la mise en lots pendant la 1^{ère} semaine d'engraissement. (tableau14).

Tableau14 : poids vif les lapins en fonction de l'âge

Age en jours	Aliment soja	Aliment fève	Signification
37	1035±84	1026±114	NS
42	1194±107	1213±110	NS
49	1342±151	1295±167	NS
56	1494±193	1449±177	NS
63	1687±241	1669±152	NS
70	1873±220	1861±159	NS
77	2061±244	2040±181	NS

Résultats et discussion

L'allure des courbes de croissance pondérale des deux lots de lapins (Figure 25) est linéaire et est similaire à celle décrite classiquement par Ouhayoun (1983), et Blasco (1992), avec un point d'inflexion entre la 5^{ème} semaine et 8^{ème} semaine de la vie postnatale des lapins. Les mâles et les femelles suivent une courbe de croissance semblable jusqu'à l'âge 10, 15 ou 20 semaines, selon que leur croissance est rapide, moyenne ou lente au-delà ; les femelles deviennent plus lourdes (Ouhayoun, 1983).

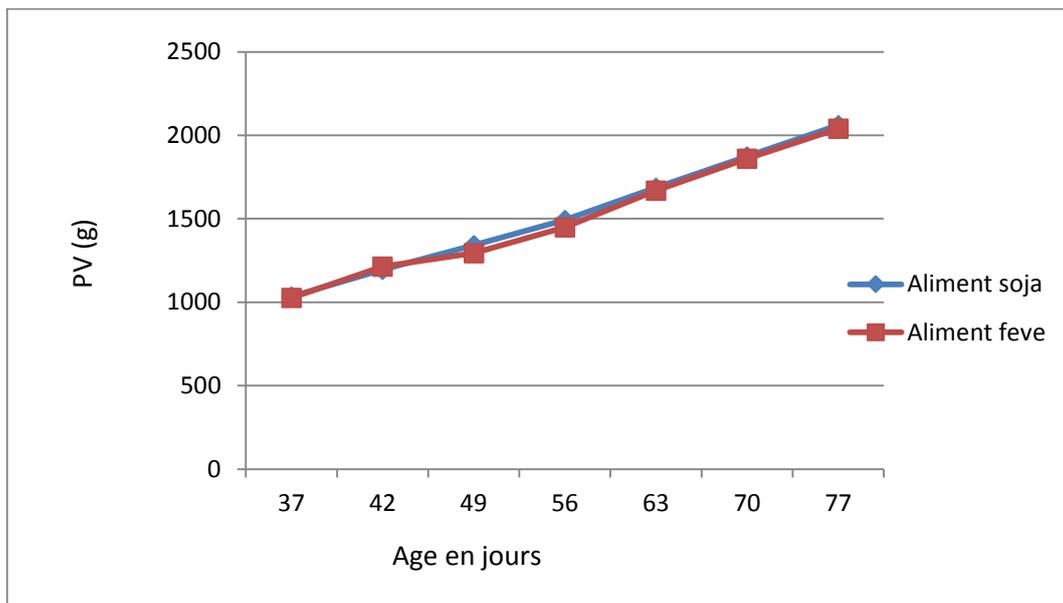


Figure 25 : Evolution du poids vif en fonction de l'âge.

L'étude des poids vifs des lapins durant la période d'engraissement, fait ressortir un effet non significatif de l'aliment sur l'évolution des poids vifs sur l'ensemble de la période d'engraissement. Cependant, on peut noter que la courbe d'aliment fève se détache très légèrement de celle de l'aliment témoin entre la 6^{ème} semaine et 8^{ème} semaine d'âge qui s'expliquerait par la difficulté d'adaptation des lapins à l'aliment à base de fève et au léger déséquilibre surtout en acides aminés soufrés, thréonine et sodium, ensuite une croissance compensatrice est observée pour avoir deux courbes confondues jusqu'à la dernière semaine d'engraissement. Le problème d'adaptation ne s'est pas posé pour l'aliment soja car les lapins étaient habitués à consommer un aliment pratiquement similaire avant le sevrage.

2.2.2. Le gain moyen quotidien

Les courbes des gains moyens quotidiens dans les deux lots sont présentées en dents de scie, tel quelles sont décrites par Ouhayoun (1983) avec des dépressions qui correspondent selon Jouve et al (1986) aux accidents de croissances inhérents au sevrage suivis d'une phase de croissance compensatrice.

L'étude de ces courbes indique globalement que les gains moyens quotidiens dans les deux lots ne présentent pas des différences significatives à âges fixes, exception faite à la 11^{ème} semaine post sevrage où la différence est significative soit $p < 0,05$ (tableau15).

Tableau15: gains moyens quotidiens en fonction de l'âge des lapins.

Age en Semaines	Aliment de soja	Aliment fève	SS
GMQ 5-6	36,58±19,33	43,43±18,03	NS
GMQ 6-7	26,00±06	22,42±5,14	NS
GMQ 7-8	28,57±6,31	27,00±05	NS
GMQ 8-9	31,23±9,87	32,25±9,73	NS
GMQ 9-10	29,97±10,80	29,3±8,8	NS
GMQ 10 -11	31,93±8,20	25,62±7,91	P=0,015
GMQ 37-77 jours	30,71±3,56	30±7,36	NS

Les lapins des deux lots ont réalisés leurs meilleurs GMQ à la 1^{ème} semaine d'engraissement soit 36,58g /j et 43,43g/j, respectivement pour les lots soja et fève (figure26). A partir de ces deux pics, la vitesse de la croissance décroît à la 2^{ème} semaine d'engraissement ensuite elle augmente progressivement pour les deux lots pour atteindre 31,23g/j et 32,25g/j respectivement pour les lots soja et fève. A la fin de la période d'engraissement, une baisse du gain du poids a été observée pour les lapins du lot fève soit 25,62g/j.

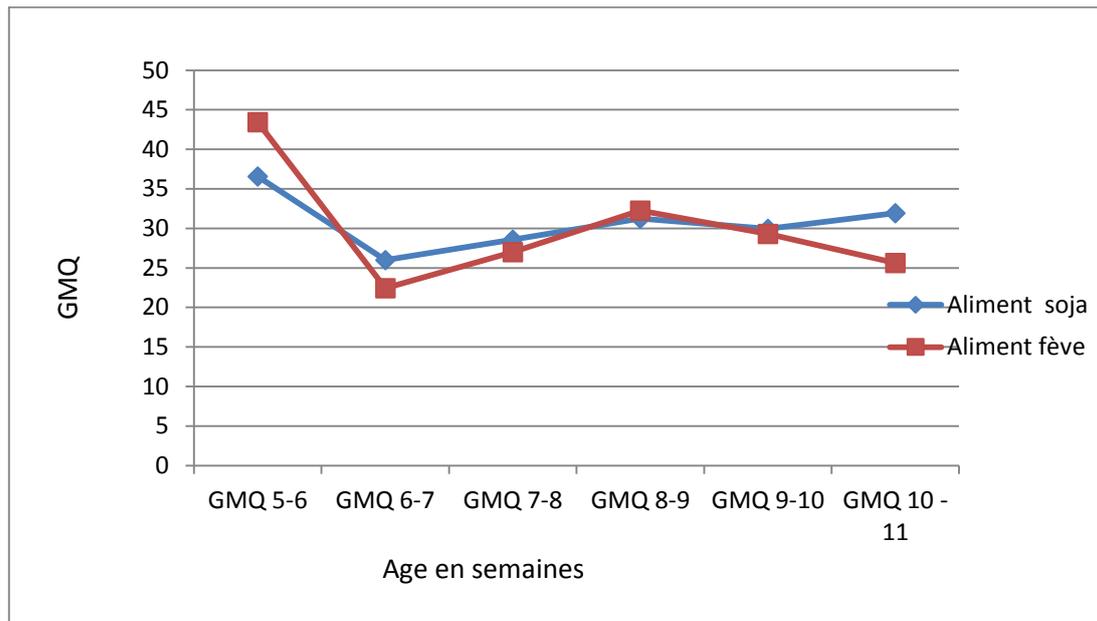


Figure 26: évolution des gains moyens quotidiens des lapins en fonction de l'âge.

Les résultats obtenus pour les deux lots sur la période globale ne présentent pas de différence significative. Le GMQ moyen en printemps des lapereaux sévères à 37j est de 30,71 vs 30g/j respectivement pour les lots soja et fève. Ouyed et *al.*, (2007) ont obtenus des GMQ plus élevés en hiver et en automne comparativement au printemps et à l'été sur lapin des races pures et croisés. Gidenne et Fortun (2004) ; Gallois et *al.* (2005), ont montré que la vitesse de croissance pendant la période poste sevrage est inférieure chez les lapereaux sevrés précocement 28jours.

Nos résultats sont comparables à ceux rapportés par Lounaouci et *al.*, (2014) qui est de 30,8g/j avec un aliment à base de 26% de fève et de 30,4g/j avec un aliment à base de 30% de pois. Cependant ils sont de loin inférieurs à ceux enregistrés par Lebas (1981) qui est de 38g/j et par Berchiche et *al.*, (1995a et b) qui rapportent des GMQ égale 42,8 et 38,9g/j avec un aliment à base de 26,5% et 26% de féverole entière respectivement. Selon Schiere (2004), le taux de croissance normal est d'environ 15-20 g par jour; il peut aller jusqu'à 30-40 g par jour si la nourriture est bonne et si l'animal est en bonne santé. D'après Berchiche et *al.* (2012), le lapin de population blanche a une vitesse de croissance de 30 à 37g/j.

2.2.3. L'indice de consommation

Les indices de consommation, critère remarquable de la rentabilité de l'élevage, ils ne doivent pas dépasser un seuil de 3,5 (Lebas et *al.* 1991). Les aliments expérimentaux n'ont pas induit d'écart significatif entre les indices de consommation des deux lots.

La moyenne des IC des deux lots reste non significative comme le montre le tableau 16. Pour les deux lots T et F, le meilleur IC est enregistré durant la 1^{ère} semaine d'engraissement soit 2,84 vs 2,76, le plus mauvais est enregistré à la 2^{ème} semaine soit 4 vs 4,38.

Tableau 16 : L'indice de consommation (IC) en fonction de l'âge.

Age en semaines	Aliment soja	Aliment fève	SS
IC 6	2,84±1,06	2,76±1,47	NS
IC 7	4±1,05	4,38±1,31	NS
IC 8	2,89±1,27	3,5±3,5	NS
IC 9	3,8±1,25	3,54±0,96	NS
Moyenne	3,38± 0,60	3,54± 0,66	NS

La courbe des indices de consommation en fonction de l'âge des lapins des deux lots est en dents de scie au cours de tout l'essai (Figure 27), avec détérioration à la 2^{ème} semaine d'engraissement pour les deux lots. Ces IC sont élevés, vu les faibles gains du poids obtenus durant cette période soit 26g/j pour le lot témoin et 22,42g/j pour le lot expérimentale par rapport à les quantités d'aliments consommées durant cette semaine soit 85,65g/j pour le lot témoin et 96,51g/j pour le lot expérimentale.

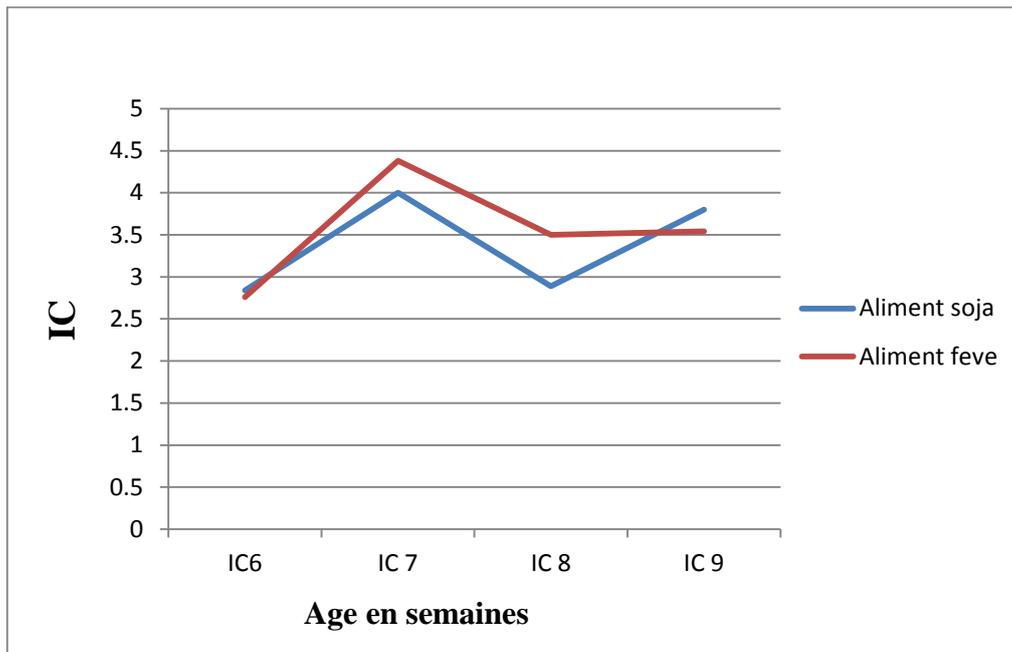


Figure 27: évolution des indices de consommation des lapins en fonction de l'âge.

L'IC obtenu dans le lot fève est proche à ceux décrit par Maitre et al (1990) qui est de 3,26 avec un taux d'incorporation de 10% de féverole, et par Lounaouci (2002) qui est de 3,72 avec un taux d'incorporation de 30% de féverole, mais supérieur à celui rapporté par Lounaouci et *al.* (2014) qui est de 3,17 avec un aliment à base de 26% de fève. Globalement, la moyenne des indices de consommation obtenus dans notre essai est bonne pour les deux lots.

3. Rendement à l'abattage et caractéristiques de la carcasse

Après 7 semaines d'engraissement (11 semaines d'âge), un procédé d'abattage de 20 lapins a été effectué, sans mise à jeun au préalable dans le but d'étudier l'effet de remplacement total du tourteau de soja (15%) par la fève (15%) dans l'alimentation du lapin à l'engraissement sur les paramètres d'abattage. Les résultats sont mentionnés dans le tableau 17.

Résultats et discussion

Tableau17: performances d'abattage des lapins des deux lots

Composants du rendement à l'abattage	Aliment témoin	Aliment expérimental	SS
Données mesurées			
Nombre de lapins abattus	10	10	NS
Poids vif à l'abattage (PVa) (g)	2137± 105	2160± 162	NS
Poids de la peau + queue (g)	196,5± 22,97	207± 23,36	NS
Poids du tube digestif plein (g)	437±54,27	445,5± 61,62	NS
Poids de carcasse chaude (CC) (g)	1407± 105,41	1432± 122,75	NS
Poids de carcasse froide (CF) (g)	1318,5±102,12	1343,5±118,65	NS
Données calculées			
Proportion de la peau et la queue / PVa (%)	9,18±0,69	9,57±0,61	NS
Proportion TD / PVa (%)	20,51±2,85	20,64±2,52	NS
Perte au Ressuyage (g)	88,5±18,86	88,5±9,14	NS
Ressuyage/CF (%)	6,74±1,49	6,61±0,69	NS
Rendement CC/PVa(%)	65,82±2,87	66,40±4,77	NS
Rendement CF/PVa(%)	61,67±2,84	62,29±4,64	NS

Résultats et discussion

Les Performances de consommation et de croissance dans cet essai n'ont pas induit des écarts significatifs entre les deux lots de lapins et ce pour l'ensemble des composantes du rendement à l'abattage.

A six semaines d'engraissement (77jours), les lapins ont atteint un poids vif intéressant dans les deux lots (plus de 2 Kg). Le poids vif final du lot expérimental est légèrement supérieur par rapport à celui du témoin soit de 2160g vs 2137g. Selon Berchiche et al (2012), le lapin de population blanche pèse 2 kg à l'âge d'abattage (77 jours).

Le poids de la peau du lot soja est de 196,5g, il est à peine inférieur à celui du lot expérimental qui est de 207g. La proportion de la peau par rapport au PV final **Peau/Pva (%)** dans le lot expérimental soit de 9,57% est semblable à celle du témoin soit de 9,18 % (tableau17). la proportion de la peau est proche à celle obtenu par Lounaouci (2002) soit 10,45% sur une population locale et 9,56% sur des lapins sélectionnés. A l'abattage, le rendement en carcasse est plus élevé chez les animaux élevés en condition chaude (Chiericato et al., 1992; Chiericato et al., 1996a). Cette augmentation est liée à une réduction du poids relatif de la peau (Lebas et Ouhayoun, 1987).

Les régimes n'ont aucun effet significatif sur les poids du tractus digestif plein du lot témoin et du lot expérimental (437g vs 445,5g). En valeur absolue, on peut cependant relever que la proportion du tractus digestif, par rapport au poids vif d'abattage a tendance à être plus élevé avec l'aliment fève qu'avec l'aliment soja soit 20,51 et 20,64% respectivement. Ces résultats sont supérieurs de ceux enregistrés par Lounaouci (2002) soit de 18,44%. selon Gidenne et al., (1986) et Gidenne (1996b) .

En valeur absolue, les poids de la CC et CF ne présentent pas de différences significatives, ils sont de l'ordre de 1407g et 1432g pour la CC, et 1318,5g et 1343,5g pour la CF des deux lots T et Exp. Ces résultats sont supérieurs à ceux obtenus par Lounaouci (2008) (1322,1g de CC et 1283,2g de CF) avec un d'aliment de 30% de féverole. Selon Pertusa et al., (2014) . Le poids moyen des carcasses obtenues après un abattage à 76 jours est augmenté de 8,9% par rapport à un abattage à 70j.

Le rendement en CC (**CC/PVa%**) est le même dans les deux lots T et Exp avec 65,82 et 66,40 respectivement, il est inférieur à celui marqué par lounaouci (2002) soit de 68,35%. Nos résultats sont inclus dans l'intervalle signalé par Ouhayoun (1989) qui est de 60 à 66%. .

Résultats et discussion

L'augmentation du poids au sevrage, conduit à un accroissement du rendement à l'battage (Xiccato et al. 2003).

La proportion de ressuyage/carcasse froide ne présente pas de différence significative entre les deux lots qui présente 6,74% pour l'aliment soja et 6,61% pour l'aliment fève

Pour le rendement en CF, nous avons notés des valeurs de 61,67% et 62,29% à cet ordre pour le lot témoin et Expérimental. Elles sont légèrement inférieures à celles obtenues par Lounaouci (2002) avec un d'aliment de 30% de féverole chez des lapins abattus à 91j d'âge (lapins de population locale) et à 84j d'âge (lapins hybrides) :68,35 vs 70,76. Les rendements moyens en CF de notre essai sont supérieurs par rapport à ceux enregistrés par Ouhayoun (1989) sur les lapins standards de format moyen : 61,67%, 62,29% vs 60%.

Conclusion générale

L'étude de l'effet d'incorporation de 15% de fève avec un taux de 14,71% de protéine brute dans l'aliment granulé destiné au lapin en engraissement, en remplacement de 15% tourteau de soja, nous a permis d'obtenir les résultats suivants : un taux de mortalité de 15%, le poids vif à l'abattage est de **2160g**, vitesse de croissance : **30g/j**, et une consommation alimentaire : **97,71g/j**, un indice de consommation : **3,54**, et un rendement de carcasse froide de **62,29%**.

Dans les conditions pratiques et d'après nos résultats, la fève peut être utilisée dans l'aliment destiné aux lapins à l'engraissement à un taux d'incorporation de 15% tout en permettant des performances relativement identiques au témoin sans fève lorsque les aliments sont convenablement équilibrés. Dans ce cas, la fève permet de remplacer efficacement le tourteau de soja dans les aliments lapins, bien que les essais sur cette matière doivent se poursuivre.

Recommandations et perspectives

-Encourager la culture de la fève dans le nord de l'Algérie, afin de fournir aux cunicultures algériens un aliment performant à base de matières premières locales, qui pourra rendre la cuniculture locale plus productive. Ainsi, pour réduire la dépendance des marchés internationaux en ce qui concerne le tourteau de soja, et rendre la fève compétitive en tant qu'un aliment de substitution, il est recommandé d'étendre les superficies de la fève et améliorer leur conduite culturale, en vue d'atteindre des rendements meilleurs.

-Proposer aux responsables et aux chercheurs dans le domaine, d'essayer des nouvelles formules d'aliment de fève, en procédant à l'augmentation des taux d'incorporation de la fève tout en respectant les besoins en protéines et en cellulose recommandés chez le lapin et trouver un meilleur complément végétal (son de blé, remoulage, drêche de brasserie, Sulla, frêne,...) riche en AAS et tryptophane qui sont réduits au niveau de la graine de la fève afin d'accroître les performances des lapins.

-Encourager le séchage sur pied de la fève, acheter des grands ventilateurs et installer des équipements (déshydrateurs), pour sécher les graines de la fève dans le but de l'introduire dans les aliments granulés industriels destinés aux lapins. Une matière première destinée aux lapins doit d'abord être sèche (12 à 14% d'humidité au maximum pour pouvoir se conserver) (Lebas 2010).

-Proposer également aux éleveurs, d'associer l'élevage cunicole et culture de fève, et proposer aux responsables de subventionner la culture de fève pour que les agriculteurs s'intéressent afin d'augmenter la production.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

- Abu-Amer JH, Saoub HM, Akash MW, Al-Abdallat AM 2011.** Genetic and phenotypic variation among faba bean landraces and cultivars. *International Journal of Vegetable Science*. 17: 45-59.
- Amy E. Halls et Shur-Gain, 2010.** Nutritional Requirements for Rabbits .
- Bamouh A., 2006.** Bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA, Transfert de technologie en agriculture.
- Becart C., Herbin A., Lefevre M. C., Molard P., Przybylski L., Rigaudiere P.H., Sagot N., Wavelet S., 2000.** La filière alimentation animale. Master Qualimapa. <http://qualimapa.univ-lille1.fr/rapp1.htm>
- Bennegadi, N., G. Fonty, L. Millet, T. Gidenne et D. Licois 2003)** . Effects of age and dietary fibre level on caecal microbial communities of conventional and specific pathogen-free rabbits. *Microbial Ecology in Health and Disease* 15(1): 23-32.
- Berchiche M, 1985.** Valorisation des protéines de la fève par le lapin en croissance. Thèse de doctorat en biologie et physiologie animale, INP Toulouse, 150p.
- Berchiche M et Lebas F, 1984.** Supplimentation en méthionine d'un aliment à base de fève : Effet sur la croissance et les caractéristiques de la carcasse des lapins. 3^{ème} Congrès Mondial de Cuniculture, Rome, Avril 1984, Vol .1, 391-398.
- Berchiche M., Lebas F., 1989.** Rabbit rearing in algeria : family farms in the tizi-ouzou area. first international Conference on rabbit production in Hot Climat, Cahier Option Méditerranéennes .Vol.8, 409-414.
- Berchiche M., lebas F., 1994.** Supplémentation en méthionine d'un aliment à base de fève : effet sur la croissance, le rendement à l'abattage et la composition de la carcasse chez le lapin. *WRS*. 2(4), 135-140.
- Berchiche M., Lebas F., Ouyayoun J ., 1988** .Field beans (*vicia faba minor*) as protein source of rabbits : effet on growth and carcass quality .*Proceeding 4th Congress WRSA*.
- Berchiche M., Lebas F., Ouyayoun J ., 1995a.** Valorisation de la fève par le lapin en croissance :1- effet de différentes supplémentations sur la digestibilité, la croissance le rendement à l'abattage et la qualité de la viande . *World Rabbit Science* .3(2),35-40.
- Berchiche M., Lebas F., Ouyayoun J ., 1995b.** Valorisation de la fève par le lapin en croissance :2- effet de différents suppléments végétaux sur la croissance le rendement à l'abattage et composition de la carcasse . *World Rabbit Science* .3(2) ,35-40.
- Bergaoui R., Kammoun M., Ouerdiane K., 2008.** Effects of feed restriction on the performance and carcass of growing rabbits. 9th World Rabbit Congr., Xiccato G., Trocino A., Lukefahr S.D. (Eds). 10-13 June, Verona, Italy, 547-550.
- Blasco A., 1992.** Système de production de la viande de lapin .Séminaire sur les systèmes de production de lapin . valencia .option méditer . série séminaire n°17.

- Blasco A., Ouhayoun J., Masoero G., 1990.** Etude de la viande et de la carcasse du lapin : Critères et terminologie. 2^{ème} Conférence sur la production et la génétique du lapin dans la région méditerranéenne Zagazig (Egypte), 3-7 septembre, 1-19.
- Blasco A., Ouhayoun J., Masoero G., 1993.** Harmonization of criteria and terminology in rabbit meat research. *World Rabbit Science*, 1, 3-10.
- Blum J. C., 1984 :** Alimentation des monogastriques. France; INRACABI.
- Boisot P., Licois D., Gidenne T., 2003.** Feed restriction reduces the sanitary impact of an experimental reproduction of Epizootic Rabbit Enteropathy syndrome (REE), in the growing rabbit. 10^{èmes} Journ. Rech. Cunicoles, Paris, France, 267-270.
- Boyeldieu F., 1991.** Produire des grains oléagineux et protéagineux. Lavoisier éditeur TEL & DOC. 234p.
- Boulahrouf A., Fonty G., Gouet P., 1991.** Establishment, counts and identification of the fibrolytic bacteria in the digestive tract of rabbit. Influence of feed cellulose content. *Current microb.*, 22, 1-25.
- Brink.M., Belay.G., 2006-**Ressources végétales et légumes secs édition., Wageningen. ACTA., 328 p.
- Cabanes-roiron A., Ouhayoun J., 1994.** Précocité de croissance de lapin. Influence de l'âge à l'abattage, sur la valeur bouchère et caractéristique de la viande de lapin abattu au même poids vif. 6^{ème} journée de la recherche cunicole-la Rochelle -6&7 Décembre 1994- vol – (2).
- Cabanes Roiron A., Ouhayoun J., 1994.** Précocité de croissance des lapins. Influence de l'âge à l'abattage sur la valeur bouchère et les caractéristiques de la viande de lapins abattus au même poids vif. 6^{èmes} Journées de la recherche Cunicole, La Rochelle (France), 6-7 Décembre 1994, vol. 2, 385-392.
- Cantier J., Vezinhet A., Rouvier R., 1969.** Allométrie de croissance chez le lapin. I) Principaux organes et tissus. *Ann. Biol. Anim. Biochim. Biophys.*, 14, 271-292.
- Cartier P., Moëvi I., 2007.** Le point sur la qualité des carcasses et des viandes de gros bovins. Institut de l'Élevage: Paris, 72 p.
- Carabaño R., Villamide MJ., García J., Nicodemus N., Llorente A., Chamorro S., Menoyo D., García-Rebollar P., García-Ruiz A.I., de Blas J.C., 2008.** new concepts and objectives for protein-amino acid nutrition in rabbits, *Nutrition and Digestive Physiology 9th World Rabbit Congress – June 10-13, 2008 – Verona – Italy*
- Castellini C., et Battaglini M., 1992.** Prestazione produttiva e qualità delle carni di coniglio : influenza della concentrazione energetica della dieta e del sesso. *Zoot. Nutr. Anim.*, 18, 251-258.
- Cavani, C., L. Bianconi et G. F. Urrai 1991.** Distribuzione automatizzata e frazionata degli alimenti nel coniglio in accrescimento: 1. Influenza della modalità di distribuzione e del livello alimentare. Proceedings IX Congresso ASPA, Rome, Italy.
- Cetiom, 2008.** Centre Technique Inter-professionnel des oléagineux Métropolitains www.cetiom.fr

Cetiom , 2010. Centre Technique Interprofessionnel des Oléagineux Métropolitains www.cetiom.fr

Chaux C. et Foury C., 1994. Production secs, Tome 3, légumineuses potagères, légumes, fruits. Techniques et documentation Lavoisier F75384 Paris cedex 08, pp3-15.

Cheeke P.R., Patton N.M., 1980. Carbohydrate overload of the hindgut. A probable cause of enteritis. J. Appl. Rabbit Res., 3, 20-23.

Cheiricto G, M.,1992.Connaissance des carcasses de lapin du marché italien . cuniculture , N°105 ,19(03) : 128-145

Clinquart A., Hornick j.L., Van eenaeme C., Istasse L ., 1998. Influence du caractère culard sur la production et la qualité de la viande des bovins Blanc Bleu Belge. *Prod. Anim.*, **11**, 285-297.

Colin M, 1976. Besoin en acide amines indispensables du lapin en croissance .1stworld : rabbit congres, dijon , 1976.

Colin M ET Lebas F., 1976. Méthodes de la digestibilité des aliments chez lapin.2-périodicité des récoltes .Sci .Techn. Anim. Lab., 1,129-133.

Colin M., binet ., Prigent A.Y., 2007. Influence de l'incorporation d'un concentré fibreux riche en lignine sur la mortalité, la croissance et le rendement a l'abattage du lapin. 12^{ème} JRC. 27 – 28 No. Le Mans, France

Combes S., 2004. Valeur nutritionnelle de la viande de lapin. INRA Prod. Anim ; 17, 373- 383.

Combes s., lebas f., 2003. Les modes de logement du lapin en engraissement : influence sur les qualités des carcasses et des viandes : Journées de la Recherche Cunicole, 19-20 nov. 2003, Paris.

Cortez, S., H. Brandeburger, E. Greuel ., Sundrum A. (1992). Investigations of the relationships between feed and health status on the intestinal flora of rabbits. Tierarztl. Umsch. 47: 544-549.

Crevieu-Gabriel I., 1999. Digestion des protéines vegetales chez les monogastriques. Exemple des protéines de porc. INRA Prod. Anim., 1999. 12 (2), 145- 161.

Daoudi O., Ainbaziz H., Yahia H., Benmouma N., ACHOURI ., 2003. Etude des normes alimentaires du lapin local algérien élevé en milieu contrôlé : effet de la concentration énergétique et protéique des régimes. 10Journées de la Recherche Cunicole, 19-20 nov. 2003, Paris.

De Blas C., Wiseman J. (Eds). CABI publ., Wallingford, UK, 179-199.

De Blas J.C., Mateos G.G. 1998. Feed formulation. In: de Blas J.C., Wiseman J.(Eds). *The Nutrition of the Rabbit.* CABI Publishing. CAB International, Wallingford, Oxon, UK, 241-253.

De Blas, J. C., Pérez E., Fraga M. J., Rodriguez M., G. J.F. 1981. Effect of diet on feed intake and growth of rabbits from weaning to slaughter at different ages and weights. Journal of Animal Science 52(6): 1225-1232.

Djago A. Yaou et kpodekon M, 2007. Méthodes et Techniques d'Élevage du Lapin. Élevage en Milieu trop.le guide pratique de l'éleveur de lapins en afrique de l'ouest. 2^{ème} édition

Djebali, N., 2008 .Etude des mécanismes de résistance de la plante modèle *Medicago truncatula* vis-à-vis de deux agents pathogènes majeurs des légumineuses cultivées : *Phoma medicaginis* et *Aphanomyces euteiches* .Thèse .,Doc.,Toulouse..209 pp.

Dudouet C., 2010. La production des bovins allaitants, conduite, qualité et gestion. Editions France Agricole : Paris, 414 p.

Falcao E Cunha L., Lebas F., 1986. Influence chez le lapin adulte de l'origine et de taux de lignine alimentaire sur la digestibilité de la ration et l'importance de la caecotrophie. 4^{ème} JRC. 10-11 Déc. Communication N° 8, Paris.

Fatmi Z., 1998. Les cultures des légumineuses alimentaires au Maroc. INRA. Domaine expérimental de Douyet. Fès, Marroco.N°148.38p.

Feillet P., 2000-Le grain de blé : composition et utilisation., INRA Editions,pp308.

Fernandez C., Fraga MJ, 1996. The effect of dietary fat inclusion on growth, carcass characteristics. *J. Anim.Sci.*, 74, 2088-2094.

Forsythe, S. J., D. S. Parker 1985. Nitrogen metabolism by the microbial flora of the rabbit caecum. *Journal of Applied Bacteriology* 58(4): 363-369.

Fortun-lamothe L., Gidenne T., 2003. Besoins nutritionnels du lapereau et stratégies d'alimentation autour du sevrage. *INRA Production Animale*, 16, 39-47.

Franch Y., Lebas F.,Leseq P., Bougon M.,Leuillet M,1978. Utilisation du pois protéagineux chez le lapin .2^{ème} journée de recherche cunicole chap 9.AFSC PARIS.

Franck Y., Coulmin J.P., 1978. Utilisation de la paille de blé bryée comme source de cellulose dans les aliments lapin à l'engraissement ; comparaison de deux taux de cellulose. 2^{ème} JRC. 4-5 Avril, Toulouse. Communication N° 10.

Franck Y., Lebas F., Leseq P., Bougon M., Leuillet M., 1978. Utilisation du pois protéagineux chez le lapin. 2^{ème} JRC. *Communication N°9*.

Gallouin F ., 1983. Le comportement de la caecotrophie chez le lapin. *Cni-Science* vol.1, Fasc 2.

Garreau H., Rochambeau H. 2003. La sélection des qualités maternelles pour la croissance du lapereau. 10e Jour. Rech. Cunicole, Paris, France, 61-64.

Gidenne T., 1987a. Influence de la teneur en lignine des aliments sur la composition des digesta et la production des caecotrophes par le lapereau. *Ann. Zootech.* 36, 85-90.

Gidenne T., 1994. Estimation of volatile fatty acids and of their energetic supply in the rabbit caecum: effect of the dietary fibre level. *In: Proc. of the VIème Journées de la Recherche Cunicole,6-7 déc., Paris, INRA-ITAVI publ.*, vol. 2, pp. 293-299.

Gidenne., 1996.Consequences digestives de l'ingestion des fibres et d'amidon chez le lapin en croissance. Vers une meilleure définition des besoins.INRA. *Prod. Anim.*1996, 9(4), 243-254.

- Gidenne T., 1996.** nutritional and antagonique factors affecing rabbit caeco-colic digestive physiology. Porc.6th World Rabbit Congress, Toulouse, 9-12 Juillet 1996 .Vol . 1, 13-28.
- Gidenne T., 2000.** Recent advances and perspectives in rabbit nutrition: Emphasis on fibre requirements. *World Rabbit Sci.*, 8, 23-32.
- Gidenne T., 2003.** Fibre in rabbit feeding for digestive troubles prevention: respective role of low-digested and digestible fibre. *Livest Prod. Cuni-Science*, 81, 105-117.
- Gidenne T., lebas F., 1987.** Estimation quantitatif de la caecotrophie chez le lapin en croissanc : variation de l'âge. *Ann . Zootech.* 36, 225 -236.
- Gidenne T., Perez J.M., 1993a.** Effect of dietary starch origin on digestion in the rabbit. 1. Digestibility measurements from weaning to slaughter. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 42, 237-247.)
- Gidenne T., Perez J.M., 1996.** Apports de cellulose dans l'alimentation du lapin en croissance. I. Conséquences sur la digestion et le transit. *Ann. Zootech.* 45, 289-298.
- Gidenne T., Fortun-Lamothe L., 2004.** GROWTH, health status and digestion of rabbit weaned at 23or 32 days of age . proceedings of the 8th world rabbit congress , puebla (Mexico) sep .2004, WRSA ed , 846-862.
- Gidenne T., Lebas F., 2005.** Le comportement alimentaire du lapin. 11^{ème} JRC. 29-30 Nov. Paris.
- Gidenne T, 2006 in Lebas F, 2006.** Alimentation et santé digestive chez le lapin. Une journée de Formation organisée en juin 2006 par l'ASFC et l'AFTAA par François LEBAS. *CUNICULTURE Magazine*. Volume 33 (année 2006) pages 63 à 70.
- Gidenne T., Garcia-palomares J., 2006.** Nutritional strategies improving the digestive health of the weaned rabbit Recent advances in rabbit sciences in ilvo ed 9090melle Belgique 229 – 238.
- Gidenne T.,Combes S., Carabano R., Bdiola I., Garcia J., 2008.** Ecosystème caecal et nutrition du lapin : interaction vers la santé digestive. *INRA .Prod. Anim.*, 21, 239-250.
- Gidenne T., Bannelier C., Combes S., Fortun-Lamothe L., 2009c.** Interaction entre la stratégie de restriction et la concentration énergétique de l'aliment : impact sur la croissance et la santé du lapin. Premiers resultants. 13^{èmes} Journ. Rech. Cunicoles, 17-18 novembre, Le Mans, France, 63-66.
- Gidenne T., Garcia J., Lebas F., Licois D., 2010.** Nutrition and feeding strategy: interactions with pathology. In: *Nutrition of the rabbit*.
- Gidenne, T., J. Garcia, F. Lebas et D. Licois (2010a).** Nutrition and feeding strategy: interactions with pathology. *Nutrition of the rabbit - 2nd edition*. C. d. B. a. J. Wiseman,
- Gidenne T., Fortun-lamothe L., Combes S., 2012.** Restreindre l'ingestion du jeune lapin : de nouvelles stratégies pour renforcer sa santé digestive et améliorer son efficacité alimentaire. *INRA Prod. Anim.*, 25, 4, 323- 336.
- Gidenne T., Carabaño R ., µ Badiola I., J. Garcia , Licois D. , 2007.** L'écosystème caecal chez le lapin domestique: Impact de la nutrition et de quelques facteurs alimentaires. Conséquences sur la santé digestive du lapereau. 12^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole, 27-28 novembre 2007, Le Mans, France.

- Gidenne T., Jehl N., Perez J.M., Arveux A., Bourdillon A., Mousset J.L., Duperray J., Stephan S., Lamboley B., 2003.** Effect of cereal sources and processing in diets for growing rabbit: II. Effects on performances and mortality by enteropathy. *Anim. Res.* (in press).
- Gidenne T., Combes S., Feugier A., Jehl N., Arveux P., Boisot P., Briens C., Corrent E., Fortune H., Montessuy S., Verdelhan S., 2009a.** Feed restriction strategy in the growing rabbit. 2. Impact on digestive health, growth and carcass characteristics. *Animal*, 3, 509- 515.
- Gidenne T., Murr S., Travel A., Corrent E., Foubert C., Bebin K., Mevel L., Rebours G., Renouf B., 2009b.** Effets du niveau de rationnement et du mode de distribution de l'aliment sur les performances et les troubles digestifs post-sevrages du lapereau. Premiers résultats d'une étude concertée du réseau GEC. *Cuniculture Magazine*, 36, 65-72.
- Gidenne, T., S. Combes, A. Feugier, N. Jehl, P. Arveux, P. Boisot, C. Briens, E. Corrent, H. Fortune, S. Montessuy et S. Verdelhan (2009b).** Feed restriction strategy in the growing rabbit. 2. Impact on digestive health, growth and carcass characteristics. *Animal* 3(4): 509-515.
- Godon B., Masson D.R., Vermeersch G.1996.** Protéines végétales, 2^{ème} édition. 585-591.
- Gómez E.A., Baselga M., Rafel O., Ramon J., 1998a.** Comparison of carcass characteristics in five strains of meat rabbit selected on different traits. *Livest. Prod. Sci.*, 55, 53-64.
- Gómez E.A., Rafel O., Ramon J., 1998b.** Genetic relationships between growth and litter size traits at first parity in a specialized dam line. *Proc. 6th WCGALP, Armidale, Australie, XXV*, 552-555.
- Gondret F., Larzul C., Combes S., Rochambeau H. de, 2005.** Carcass composition, bone mechanical properties, and meat quality traits according to growth rate in rabbits. *J. Anim. Sci.*
- Gouet, P. et G. Fonty 1979.** Changes in the digestive microflora of holoxenic rabbits from birth until adulthood. *Annales de Biologie Animale, Biochimie, Biophysique* 19(3 A): 553-566 .
- Goyoaga C., Burbano C., Cuadrado C., Romero R., Guillamo'N E., Varela A., Pedrosa M.M. et Muzquiz M., 2011.** Content and distribution of protein, sugars and inositol phosphates during the germination and seeding growth of two cultivars of *Vicia faba*. *Journal of food composition and analysis* 24, 391-397.
- Guarner, F. et J. R. Malagelada 2003.** Gut flora in health and disease. *Lancet* 361: 512-519.
- Gueguen J., Baniel A., 1990.** Perspectives d'amélioration de la fraction protéique du pois (*Pisum sativum* L). in : Symposium qualité des céréales, des oléagineux et des protéagineux français pour l'alimentation animale. Toulouse, 6 juillet, ITCF ed., p. 87-92.
- Guerder F., 2001.** Gestion technique : résultats annuels de la GTE RENACEB. *Cuniculture* 28 (N°151), 125-131.
- Hannachi R., 2009.** Etude de la croissance et des paramètres à l'abattage du lapin de l'élevage rationnel en Algérie. Mémoire de magistère en production animale. UMMTO, 115p.

Hassan et al cité par Lebas et Duperray, 2013. Utilisation des matières premières et techniques d'alimentation *Les apports lors du 10ème Congrès Mondial de Cuniculture*. 19 février 2013 - Journée d'étude ASFC «Sharm El-Sheikh - Ombres & Lumières».

Hernandez P., Pala M., Blasco A., 1996. Prediction of carcasse composition in the rabbit . *Meat scia.* , 44, 75-83.

Huisman J., 1989. Cité par Cunha Luisa F., Freire J.P.B., 1993.

INRA 1984. L'alimentation des Animaux Monogastriques: Porc, Lapin, Volailles. *Institute de la Recherche Agronomique, Paris, France*.

INRA Prod. Anim., 1996, *INRA Station de Recherches Cunicoles, BP 27, 31326 Castanet-Tolosan Cedex9 (4), 243-254.*

INRA., 1989. Alimentation des animaux monogastriques : porc, lapin et volailles. INRA 2^{ème} édition, 282p.

INRAA, 2006. Rapport national sur l'état des ressources phylogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture, Deuxième rapport national sur l'état des ressources phylogénétiques Juin 2006.

ITCMI ,2010. Institut Technique Des Cultures Maraichères et Industrielles, Fiches techniques valorisées des cultures maraichères et Industrielles : la culture de fève, Route de Moretti BP 50 Staoueli – ALGER.

Jacques B., 2010. Le soja. www.Sante-vivante.fr.

Jansman A .J.M., Verstegen M .W., Huisman J., 1993. Effects of dietary inclusion of huils of faba beans (*Vicia faba* L) with a low and high content of condensed tannins on digestion and some physiological parameters in piglers. *Anim feed Sci. Sci., Technol.*, 43, 239-257.

Kaysi Y., Melcion J.-P, 1992. Traitements technologiques des protéagineux pour le monogastrique : exemples d'application à la graine de féverole, *INRA Prod.Anim.* 5 (1), 3-17.

Kabalan R., 1998. Consommation en eau et productivité d'une culture de soja à la Bekaa . Mémoire DEA, Institut de recherche Agronomique IRAL, TEL-AMARA.

Lacassagne L., 1988. Alimentation des volailles : substituts au tourteau de soja. 1. Les protéagineux, *INRA Prod.Anim.* 1 (1), 47-57.

Lakabi ,2009 : Production de viande de lapin .essais dans les conditions de production algérienne. Thèse de doctorat en biologie.

Lakabi D., Lounaouci G., Berchiche M., Lebas F., Lamothe L. 2008. The effects of the complete replacement of barley and soybean meal with hard wheat by- products on diet digestibility, growth and slaughter traits of local Algerian rabbit population .*World Rabbit Sci.*, 2008, 16, 99-106.

Lambertini L., Benassi m.C., Zaghini G., 1990. Effetto disessoe pessosulle caratteristiche qualitative della carcassa di coniglio. *Coniglicoltura*, 27, 33-39.

Lanning, D., Zhu X., Zhai S. K.,Knight K. L., 2000. Development of the antibody repertoire in rabbit: gut-associated lymphoid tissue, microbes and selection. *Immunology Review* 175(214-228).

- Larralde J, Martinez J.A 1991.** Nutritional value of faba bean : effects on nutrient utilization, protein turnover and immunity. *Options Méditerranéennes*. N°. 10: 111-117.
- Larzul C., Gondret F., 2005.** Aspects génétiques de la croissance et de la qualité de la viande chez le lapin. *INRA Prod. Anim.*, 18, 119-12
- Laumonier R., 1979 :** culture légumières et maraîchères, Tome III. Ed.J.B. Bailliere, 276p.
- Lebas, 1981.** Valorisation par le lapin en croissance des différentes matières cultivables en France : Cuniculture, 8,290-292.
- Lebas F ,1983.** Bases physiologique du besoin protéique des lapin : analyses critique des recommandation. *Cuni-Science.*, 1,16-27.
- Lebas F., 1988.** Livestock feed resources and feed evaluation *Livest. Prod. Sci.*, 19, 289-298.
- Lebas F., 1989.** Besoins nutritionnels des lapins : revue bibliographique et perspectives. *Cuni-Science*. 5, 1-28, Italie.
- Lebas F, 2000 .**Besoins vitaminiques du Lapin => *Cuniculture 27, 199-209 (Année 2000)* INRA, Station de Recherches Cunicoles, BP 27 31326 Castanet-Tolosan Cedex France.
- Lebas, F. 2000.** Vitamins in rabbit nutrition. *World Rabbit Science* 8(4): 185-194.
- Lebas F., 2002.** Biologie du lapin. www.Cuniculture.info
- Lebas F., 2006.** Alimentation et santé digestive chez le lapin. Une journée de Formation organisée par l'ASFC et l'AFTAA. *Cuniculture*. 33, 63-70p.
- LEBAS F, 2008 :** Physiologie digestive et Alimentation du lapin, *Enseignement Post Universitaire «Cuniculture : génétique – conduite d'élevage – pathologie» Yasmine Hammamet (Tunisie), 16-17 avril 2008*).
- Lebas F., 2009.**Méthodes d'élevage du lapin :fourrages tropicaux utilisables pour les lapins. www.Cuniculture.info. 84p.
- Lebas, 2010.** Utilisation des matières locales pour l'alimentation des lapins en Tunisie. Séminaire Tunis – 9 décembre 2010.
- Lebas F, 2013.**Journée AFZ du 30 janvier 2013 à Paris – Feedipedia,un projet international INRA/CIRAD/AFZ et FAO sur les aliments.
- Lebas F., Colin M., 1976.** Méthodes d'étude de la digestibilité des aliments chez le lapin. Durée des périodes de collecte. *Sci.tech. anim. Labo.*, 1,71-77.
- Lebas. F et Ouhayoun J, 1987.** Incidence du niveau protéique de l'aliment du milieu d'élevage et de la saison sur la croissance et les qualités bouchères du lapin. *Annale Zootechnie*, 36, 421-432.
- Lebas F., Combes S., 2001.** Quel mode d'élevage pour un lapin de qualité ? Colloque annuel, Valicentre, Chambray-les-tours, France, 29-39.

- Lebas F., Djago A.Y., 2001.** Valorisation alimentaire de la paille par le lapin en croissance. 9^{ème} JRC.
- Lebas F., Duperray J., 2013.** Utilisation des matières premières et techniques d'alimentation *Les apports lors du 10ème Congrès Mondial de Cuniculture*. 19 février 2013 - Journée d'étude ASFC «Sharm El-Sheikh - Ombres & Lumières»
- Lebas F., Marionnet D., Henaff R., 1991.** La production du lapin. AFC et technique et documentation. Lavoisier éditeur (3^{ème} édition), 206p.
- Lebas. F., Coudert P ., Rouvier., Derechambeau ,1984.** Le lapin, élevage et pathologie. Edition FAO 1990,
- Lebas F., Coudert P., De Rechambeau H., Thébault R.G., 1996.** Le lapin : Elevage et pathologie, Production et santé animale. FAO Collection N° 19.Paris.
- Liener, I.E. et S. Tomlinson, 1981.** Heat inactivation of soybean line lacking the Kunitz trypsin inhibitor (Inactivation thermique des souches de soja sans inhibiteur de la trypsine Kunitz). *J. Food Sci.* 46:1354-1356.
- Lounaouci G,2002** .Alimentation de lapin de chair dans les condition de production algériennes .Mémoire de Magistère de l'institut d'agronomie de Blida.129p.
- Lounaouci G., Lakabi D., Lebas F., 2008** .Field bean and brewer's grains as protein source fot growing rabbit in algeria :Firsts on growth and carcass quality.9thWorld Rabbit Congress.June 10-13, Verona , Italy,vol . 3,723-727.
- Lounaouci-Ouyed G., Berchiche M., Gidenne T., 2014.** Effects of substitution of soybean meal-alfalfa-maize by a combination of field bean or pea with hard wheat bran on digestion and growth performance in rabbits in algeria .*World Rabbit Sci.* 2014, 22: 137-146
- Maatougui M.E.H., 1996.** Situation de la culture des fèves en Algérie et perspectives de relance, in réhabilitation of *faba bean*. Ed. actes, Rabat (Maroc) 202 p.
- Maitre I., Amand G., Franchet A., Brouet R., 1990.** Intérêt de l'associationdes protéagineux févrole/lupin dans l'alimentation des lapins de chair. 5^{ème} JRC. Paris, Communication N°59.
- Marounek, M.,Vovk X., Skrivanová E., 1995.** Distribution of activity of hydrolytic enzymes in the digestive tract of rabbits. *British Journal of Nutrtrion* 73(3): 463-469.
- Martens L., De Groote., 1987.** Quelques caracteristiques specifique de l'alimentation des lapins. *Revue de l'agriculture* n°5, 40p.1185-1205.
- Martignon M.H., 2010.** Conséquences d'un contrôle de l'ingestion sur la physiopathologie digestive et le comportement alimentaire. PhD thesis, Institut National Polytechnique de Toulouse, France, 194p. <http://ethesis.inp-toulouse.fr/archive/00001486/>
- Martignon M.H., 2010.** Conséquences d'un contrôle de l'ingestion sur la physiopathologie digestive et le comportement alimentaire. PhD Enteropathy syndrom (REE), in the growing rabbit. 10èmes Journ. Rech. Cunicoles, Paris, France, 267-270.
- Marty J., Vernay M., 1984.** Absorption and metabolism of the volatile fatty acids in the hindgut of the rabbit. *Brit. J. Nutr.*, 51, 265-277.

- Nuessly GS, Hentz MG, Beiriger R, Scully BT.,2004.** Insects associated with faba bean, *vicia faba* (Fabales: Fabaceae), in southern Florida entomologist. 87 (2): 204-211.
- Ouhayoun J., 1983.** La croissance et le développement du lapin de chair. *cuni science*, (1) ,1-15.
- Ouhayoun J., 1989.**La composition corporelle du lapin : facteur de variation. INRA. Production animale, 2(3) ,215-226.
- Ouhayoun J., 1990.** Abattage et qualité de la viande du lapin. 5^{ème} journées de la recherche cunicole, paris 12-13 Décembre, Tome 2, communication n°40.
- Ouhayoun J., Poujardieu B ., Delmas D ., 1986.**Influence des conditions d'élevage et du rationnement sur la vitesse de croissance du lapin entre 11 et 20 semaines : composition corporelle.4^{ème} journées de la recherche cunicole .Pris 10-11 Décembre, Communication n°24.
- Ouhayoun, J., B. Poujardieu et D. Delmas 1986.** Influence des conditions d'élevage et du rationnement sur la vitesse de croissance du lapin entre 11 et 20 semaines. 2) Composition corporelle. Proceedings 4^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole, Paris, Fr.
- Ouyed A., Lebas F., Lefrançois M., Rivest J., 2007.**Performances de croissance de lapins de races pures et croisés en élevage assaini au Québec. 12^{èmes} Journ. Rech. Cunicole, INRA-ITAVI. Le Mans 27-28/nov/2007.
- Padilha M.T.S., Licois D., Gidenne T., Carre B., 1999.** Caecal microflora and fermentation pattern in exclusively milk-fed young rabbits. *Repr. Nutr. Develop.*, 39, 223- 230.
- Padilha, M. T. S., D. Licois, T. Gidenne, B. Carré et G. Fonty 1995.** Relationships between microflora and caecal fermentation in rabbits before and after weaning. *Reproduction Nutrition Development* 35(4): 375-386.
- Parigi-bini R., Xicato G., Dallezottz A ., Carazzolo A, 1994.**Effet de différents niveaux de fibres sur l'utilisation digestive et la qualité bouchère chez le lapin , INRA- ITAVI, 6^{ème} journée de recherche cunicol , France,6et7 Décembre 1994,vol 2,347-354.
- Parigi-Bini, R., Chiericato G. M., Lanari D. 1974.** I mangimi grassati nel coniglio in accrescimento. Digeribilità ed utilizzazione energetica. *Rivista de Zootecnia e Veterinaria* 2: 193-202.
- Parker D.S., 1976.** The measurement of production rates of volatile fatty acids in the caecum of the conscious rabbit. *Brit. J. Nutr.*, 36, 61-70.
- Peeters J.E., Maertens L., 1988.** L'alimentation et les entérites post-sevrage. *Cuniculture* 83, 224-229.
- Peinheiro V ., Gidenne T ., 1999,** Conséquences d'une déficience en fibres sur les performances zootechnique du lapin en croissance, le développement caecal et contenu iléal en amidon.8^{ème} Journée de recherche cunicole. Pris. 105-108.
- Perez J.M., Gidenne T., Bouvarel I., Arveux P., Bourdillon A., Briens C., Le Naour J., Messenger B., Mirabito L., 2000.** Replacement of digestible fibre by starch in the diet of the growing rabbit. II. Effects on performances and mortality by diarrhoea. *Annales de Zootechnie* 49, 369-377.

Peron J-Y., 2006. References. Production légumière. 2^{ème} Ed. 613p.

Perrier, G. 1998. Influence de deux niveaux et de deux durées de restriction alimentaire sur l'efficacité productive du lapin et les caractéristiques bouchères de la carcasse. Proceedings 7^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole, Lyon, France.

Perrot C., 1995. Les protéines de pois : de leur fonction dans la graine à leur utilisation en alimentation animale, INRA Prod. Anim., 8 (3), 151-164).

Pertusa M., Roy P., Fontenraud J., Lebas F., 2014. Quelques facteurs d'élevage influençant le rendement à l'abattage du lapin de chair. **Cuniculture Magazine** Vol.41 (2014) Page 27.

Pesson.P.,loveaux.,J.1984- Pollinisation et production végétales édition INRA.,pp 631.

Petracci M., Capozzi F., Cavani C., Cremonini M.A., Minelli G. 1999. Influence of slaughter weight and sex on meat quality of rabbits slaughtered at the same age. Proc. XIII Congresso Nazionale A.S.P.A., Piacenza, Italie, 650-652.

Piles M., Blasco A., Pala M., 2000.The effect of selection for growth rate on carcasse composition and meat characteristics of rabbit . Meat scia. , 54 ,347-355.

Piles M., Blasco A., 2003. Response to selection for growth rate in rabbits estimated by using a control cryopreserved population. World Rabbit Sci., 11, 53-62.

PLA M., 2004. Effects of nutrition and selection on meat quality. *8th World Rabbit congress, Valencia* , 214.

Pla M., Guerrero L., Guardia D., Oliver M.A., Blasco. A., 1998. Carcass characteristics and meat quality of rabbit lines selected for different objectives: I. Between lines comparison. Livest. Prod. Sci., 54, 115-123. pp.51-57..

Proto D., 1980. Cite par Lebas F., 2009. Méthodes d'élevage du lapin :fourrages tropicaux utilisables pour les lapins. www.Cuniculture.info. 84p.

Prud'hon M., Cherubin M., Goussopoulos J., Carles Y., 1975. Evolution au cours de la croissance des caractéristique de la consommation d'aliment solide et liquide du lapin domestique nourri ad libitum. Ann Zootech, 24 (2) : 289-298.

Renand G., Havy A., Turin F. Caractérisation des aptitudes bouchères et qualités de la viande de trois systèmes de production de viande bovine à partir des races rustiques françaises Salers, Aubrac et Gasconne. *Prod. Anim.*, 2002, 15, 171-183.

Renouf B., Offner A. 2007. Effet du niveau énergétique des aliments et de leur période de distribution sur la croissance, la mortalité et le rendement à l'abattage chez le lapin. 12^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole, 27-28 novembre 2007, Le Mans, France 101

Reta Sanchez DG, Santos Serrato CoronaJ, Viramontes RF, Cueto Wong JA, Padilla SB, César JS., 2008. Cultivos alternativos con potencial de uso forrajero en comarca lagunera, primera, Mexico, pp, 41.

Rex Newkirk, Ph. D, 2010, Soja. Guide de l'industrie de l'alimentation animale.1^{er} édition 2010. Institut international du Canada pour le grain.

- Rodriguez, J.M., Sanz, J., Alonso, F., Acosta, A. 1985.** Factores que influyen en la duracion dela gestacion de la coneja. Archivos de Zootecnia, 34,129,183.
- Roiron A., Ouhayoun J., 1994.** Précocité de la croissance des lapins , influence à l'abattage sur la valeur bouchère et la caractéristique de la viande des lapins abattus au même poids vif .6^{ème} journée de recherche Cunicole .France ,1994 . Vol 2 , 385 – 391.
- Salifou C.F.A.1, Youssao a.K.I.1, Ahounou G.S.1, Tougan p.U.1, Farougou S.1,Mensah G.A.2, Clinquart A. 2013.** Critères d'appréciation et facteurs de variation des caractéristiques de la carcasse et de qualité de la viande bovine. *Ann. Méd. Vét.*, 2013, 157, 27-42.
- Salse A., 1983.** Particularités digestives du lapin : conséquence sur sa nutrition. Cni-Science, 1 : 28-45.
- Schiere J.B., 2004 :**Agrodok 20.L'élevage des lapins dans les zones tropicales. Sixième édition.
- Schlolaut, W., K. Lange et H. Schluter 1978.** Der Einfluss der Fütterungintensitat auf die Mastleistung und Schlachtkorper qualitat bein Jungmastkaninchen. Zuchtungskinde 50: 401-411.
- Seroux M., 1984.** Utilisation des proteagineux par le lapin a l'engraissement : pois, lupin, fève,3rdWold Rabbit Congress.,Rom, Avril 1984,Vol.1,376-383.
- Seroux M., 1984b.** Utilisation des protéagineux par le lapin à l'engraissement : pois , lupin, fève. 3rd WRC.Vol . Roma.
- Tabodda E., Mendez J ., Mateos G.G .,Deblas J .C , 1994.** In Carabano R, 1996.Thèse de doctorat .I.N.P deToulouse , 136P thesis, Institut National Polytechnique de Toulouse, France, 194p. <http://ethesis.inp-toulouse.fr/archive/00001486/>
- Trocino B ., Xiccato G ., Queaque P.I ., Sartori A 2000 .**feeding plan at different protein levels : effect on growth performance meat quality and nitorgen excretion in rabbit tropical .2^{ème} éd .Paris : Ministère de la coopération et du développement . 257p
- Wang PX., Uberschar KH., 1990.** The estimation of vicine, convicine and condensed tannins in 22 varieties of fababeans (Vacia faba L). Anim. Feed sci. Technol., 31, 175- 165.
- WUFF DA, 2010:** Pesti G., Thomson E., Leclercq, B., Shan A., Atencio, A., Driver J., Zier C., Azain M., Pavlak M., GIDENNE T., LEBAS F. Formulation d'Aliments pour Lapin – WUFF DA. Formulation d'aliment d'usage facile, sous Windows. Version 1.4 pour alimentation des lapins.
- Xiccato G., Trocino A ., Sartori A ., Queaque P.Q.,2003 .** effet de l'age de sevrage et de l'addition de graisse dans l'aliment sur la croissance et la qualité bouchère chez le lapin .10^{ème} journées de recherche cunicole, 19-20 nov .PARIS .
- Xiccato, G. (1999).** Feeding and meat quality in rabbits: a review. World Rabbit Science 7(2): 75-86.
- Zerrouki N., Bolet G. , Berchiche M., Lebas F. 2004.** Breeding performances of local Kabyle rabbits does in Algeria. In Proc.: 8th World Rabbit Congress, 7-10 September, 2004, Puebla, Mexico, 371-377.

Annexes

HARMONIZATION OF CRITERIA AND TERMINOLOGY IN RABBIT MEAT RESEARCH. REVISED PROPOSAL

BLASCO A.*, OUHAYOUN J.**

* Departamento de Ciencia Animal, Universidad Politécnica de Valencia
P.O. Box 22012, VALENCIA 46071 (Spain)

** Institut National de la Recherche Agronomique, Station de Recherches Cunicoles
BP 27, 31326 CASTANET TOLOSAN CEDEX (France)

ABSTRACT : The harmonization of rabbit carcass criteria is a result of an international work. Its task was to specify the main traits to be considered from the birth of the animal to the carcass analysis, to define these traits with enough accuracy and to propose a common terminology. The work concerns: 1- growth, consumption and breeding measurements,

preslaughter handling and slaughter processing, 2- dressing out percentage analysis, 3- measurements or prediction of chilled and reference carcass composition. The proposal described in this work updates the former proposal published in 1993, and has the status of official document of the WRSA.

RESUME : *Harmonisation des critères et de la terminologie dans les recherches sur la viande de lapin. Version révisée.*

L'harmonisation des critères d'étude de la carcasse du lapin est le résultat d'un travail international. Son objectif est de définir, avec une précision suffisante, les caractères qui décrivent au mieux l'animal, de la naissance à l'analyse de la

carcasse, et de proposer une terminologie commune. Ce travail concerne: 1- les critères de croissance, de consommation et d'élevage, les traitements peri mortem, 2- l'analyse du rendement à l'abattage, 3- les mesures ou les prédictions de la composition des carcasses réfrigérée et de référence. Le présent texte remplace celui qui a été publié en 1993. Il a le statut de document officiel de la WRSA.

INTRODUCTION

A proposal for harmonization of criteria and terminology in rabbit meat research was presented in the 5th Congress of the World Rabbit Scientific Association (WRSA). After discussion, the paper was modified including some proposals of the Congress and published as an official document of the WRSA (BLASCO *et al.*, 1993). A Commission was created by the WRSA to examine the efficiency of the proposed criteria and to modify them according to what the scientific development and the practical experience of their use would recommend. This Commission had a meeting at Kaposvar (Hungary) in 1994 and proposed new modifications. These modifications do not affect the body of the former proposal, but improve the accuracy of some definitions and suggest some new traits to be easily measured.

physiological status. Nevertheless, if no other preference is established by the researcher, 7 days after parturition could still be a common reference point.

- **Commercial Carcass Weight**. It is now named **Chilled Carcass Weight**. Consequently, the definitions of Drip Loss Percentage, Dressing out Percentage and Reference Carcass Weight are modified.

- **Dressing Percentage** is now named **Dressing out Percentage**.

- **Total Muscle Weight**. It is now named **Total Meat Weight**, since meat contains not only muscle but connective tissue, portions of non-dissectible fat and tendons.

- **Lean content**. It is now named **Meat Percentage (MP)**.

- **Hind Leg Weight** of the technological joints is now named **Hind Part Weight (HPW)**, since it is the same cut as in the anatomical division.

MODIFICATIONS TO THE FORMER CRITERIA

- **Reference Body Weight**. The definition of Reference Body Weight included the recommendation of weighing the females 7 days after parturition. Now, it is only recommended to weigh them at the same

NEW DEFINITIONS

- **Dissectible Fat Weight (DFW)**. Weight of the scapular, inguinal and perirenal deposits.

- **Inguinal Fat Weight (IFW)**. Weight of the fat deposits located in the inguinal area and at the bottom of the external abdominal wall.

- **Total Bone Weight (TBW).** Weight of the Reference Carcass minus Dissectible Fat and Dissectible Meat. Total Bone Weight includes cartilage and small portions of meat between vertebrae, ribs, kneecaps and other parts not easily removable by dissection. Analogous definition holds for bone in retail cuts.

- **Total Meat Weight (TMW).** Weight of the Reference Carcass minus Dissectible Fat Weight and Bone Weight. Total Meat Weight includes intermuscular fat and tendons. Analogous definition holds for meat in retail cuts.

HARMONIZATION OF CRITERIA AND TERMINOLOGY

Although the proposal concerns carcass traits, some recommendations for growth, consumption and breeding measurements or definition are given in the first part.

Generally, *it is recommended* to use abbreviations ending by a **W** for ponderable traits, by a **P** for percentage traits and by a **L** for length traits.

1. Breeding conditions and standard measurements on live animals

Age at weaning.

The birth of rabbits, even in a planned experiment, takes place within a 2 to 3 day period. However, rabbits are usually weaned on a fixed day of the week. *It is recommended* to specify the number of days between the average day of birth and the day of weaning.

Type of weaning.

It is recommended to explain how weaning is carried out: taking the mother away, putting the litter in another cage, mixing litters in a cage with a fixed number of rabbits, or otherwise.

Growing period.

If the growing period is time-fixed, *it is recommended* to give the number of days from weaning to slaughter.

Rabbit density.

It is recommended to specify the number of rabbits per square metre at the beginning of the fattening period.

Criteria of elimination.

It is recommended to describe the criteria used to consider an animal as a runt at birth, weaning or during

the fattening period and then to exclude it from the experiment.

Type of feeding.

In many experiments it is important to know whether the animals are fed *ad libitum* or restricted, and in the latter case what kind of restriction. It can also be important to determine whether the food is commercial, standard, or home prepared. In both cases *it is recommended* to indicate the diet formulation. It is essential in experiments about nutrition research.

Liveweight (LW) (i.e. LW70 = liveweight at 70 days)

** Standardized Liveweight.*

Liveweight of rabbits at the end of the experimental period. If this period ends at fixed weight, the weight interval has to be given. *It is recommended* to measure standardized liveweight before fasting or other treatments. Digestive tract content and urinary bladder have to be included, even in studies on body composition (BUTTERFIELD, 1988).

** Other Liveweights.*

If another weight is used as "liveweight" (i.e. slaughter weight after fasting, empty body weight,...), *it is recommended* to describe it clearly.

Fasting.

Fasting can be from solids, liquids or both. *It is recommended* to specify the type of fasting and its duration.

Transport to the slaughter house.

Slaughter yield and meat quality can be affected by stress or weariness due to transport. *It is thus recommended* to indicate the duration of the transport from the farm to the slaughter house and, eventually, the resting period before slaughter.

Type of slaughter shock.

In many countries there are legal norms about slaughter shock to prevent animals from suffering. *It is recommended* to describe the type of shock: electrical (voltage and duration), neck hit or others.

Reference Body Weight (RBW).

It is not easy to determine the adult weight. The following points have to be specified: 1- the genetic origin of the animals; 2- the sex (sexual dimorphism can occur at the adult age); 3- the type of feeding (*ad libitum* or restricted, type of food, ...); 4- the season of the experiment; 5- the physiological status of the does (lactation, pregnancy, ...); 6- other factors (special diets, hormonal treatments, ...). TAYLOR (1985) gives a complete definition of mature body weight: "... weight of a normally grown, skeletally mature, normally active adult animal maintained in a state of body

weight equilibrium on a standard diet, in a thermoneutral, disease-free environment with, or adjusted to, a chemical body fat of 20 %". As a reasonable approximation, it is recommended to measure liveweight several times (at least four times) at fixed time intervals (i.e. 30 days). If the four measurements do not show any increase, the average can be considered as a "reference body weight", similar to the adult weight in many cases. During the reproductive life of females, it is recommended to weigh females at the same physiological status. This status should be clearly determined. If no other preference is established by the researcher, 7 days after parturition could be a common reference, as recommended by COUDERT and LEBAS (1985).

2. Standard measurements on rabbit meat and carcasses

2.1 Slaughtering data

Commercial Skin Weight (CSkW).

The skin is separated from the head and the body by cutting at the level of the third caudal vertebra and of the distal epiphyses of *radius-ulna* and tibia bones. The skin weight includes the weight of the ears, of the distal part of the tail, but excludes the distal part of fore and hind legs. It also includes the weight of some hypodermic fat but excludes scapular fat deposits.

Full Gastrointestinal Tract Weight (FGTW).

The full tract weight includes the stomach, caecum and intestinal contents, and the urogenital tract with empty urinary bladder.

Empty Gastrointestinal Tract Weight (EGTW).

Weight of the clean and dripped tract.

Hot Carcass Weight (HCW).

Weight of the carcass 15-30 min after slaughter. The carcass does not include blood, skin, distal parts of the tail, fore and hind legs, gastrointestinal and urogenital tracts. It includes head, liver, kidneys and the organs located in the thorax and neck (lungs, oesophagus, trachea, thymus and heart). Hind leg section in the middle of the tarsus has the advantage to permit the carcass to be hung by the hind legs for further processing. However, it is recommended to cut the hind leg between the distal epiphyse of the *tibia* and *tarsus-calcaneus*.

Chilled Carcass Weight (CCW).

Weight of the above carcass after chilling for 24 hours in a ventilated cold room (0-4°C) about one hour after slaughter. Washing carcass (i.e. with water) is to avoid. It is recommended to hang the carcass during chilling with sufficient air around it.

Drip Loss Percentage (DLP).

Difference between Hot Carcass Weight and Chilled Carcass Weight divided by Hot Carcass Weight ($\times 100$).

Dressing out Percentage (DoP).

Chilled Carcass Weight divided by Liveweight ($\times 100$). If hot carcass weight or other carcass weights are used, it is recommended to describe the Dressing out Percentage used clearly. The elimination of the head, for example, has to be made as described further.

2.2. Prediction of carcass composition

Total meat weight.

Chilled Carcass Weight gives a good prediction for the total meat carcass weight, the determination coefficient of the prediction equation (R^2) being near 0.9 (BLASCO *et al.*, 1984).

Meat percentage.

Meat content is the most important criterion of carcass classification in pig, cattle or sheep. This criterion is not as important in rabbit because this animal is very lean compared with the other farm animals (less than 5 % of fat in the carcass). As a consequence, the variability of rabbit meat content is much lower than in other species. Carcass weight, length measurements, length ratios, retail cut weights or hind leg meat are bad predictors of the meat percentage of the carcass. Some combinations of these measurements in regression equations are, nevertheless, fairly good predictors (Blasco *et al.*, 1984).

Meat to bone ratio of the carcass.

The meat to bone ratio of the hind leg gives a fairly good prediction of the meat to bone ratio of the carcass ($R^2 = 0.6$) (VAREWYCK and BOUQUET, 1982 ; BLASCO *et al.*, 1984). Other carcass measurements give poor predictions of this ratio. The meat to bone ratio of the hind leg can be predicted by the same ratio of the cooked hind leg ($R^2 = 0.7$) when cooking conditions are standardized (under vacuum, 80°C, 2 hr 30) (OUHAYOUN *et al.*, 1986).

Total dissectible fat.

The percentage of perirenal fat is a reasonable predictor of the percentage of dissectible fat in the whole carcass ($R^2 = 0.8$) (VAREWYCK and BOUQUET, 1982).

2.3. Chilled carcass composition

Liver Weight (LvW).

Weight of the liver, excluding gall bladder.

Figure 1 : Linear measurements

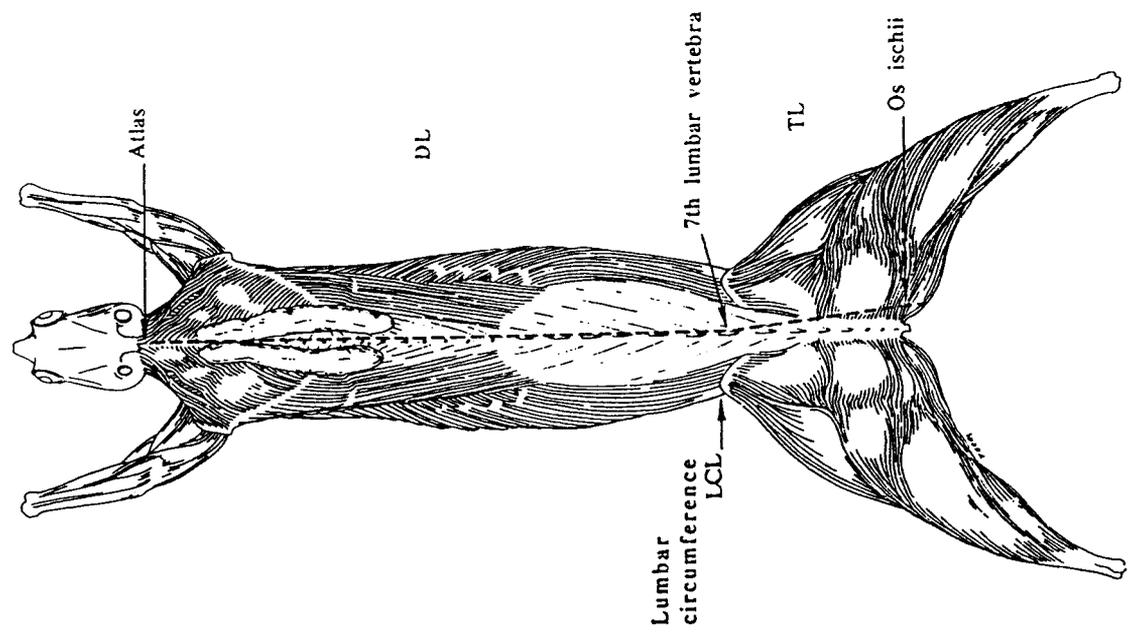


Figure 2 : Carcass division
 Anatomical division : cutpoints 2 and 3
 Technological division : cutpoints 1, 3 and 4

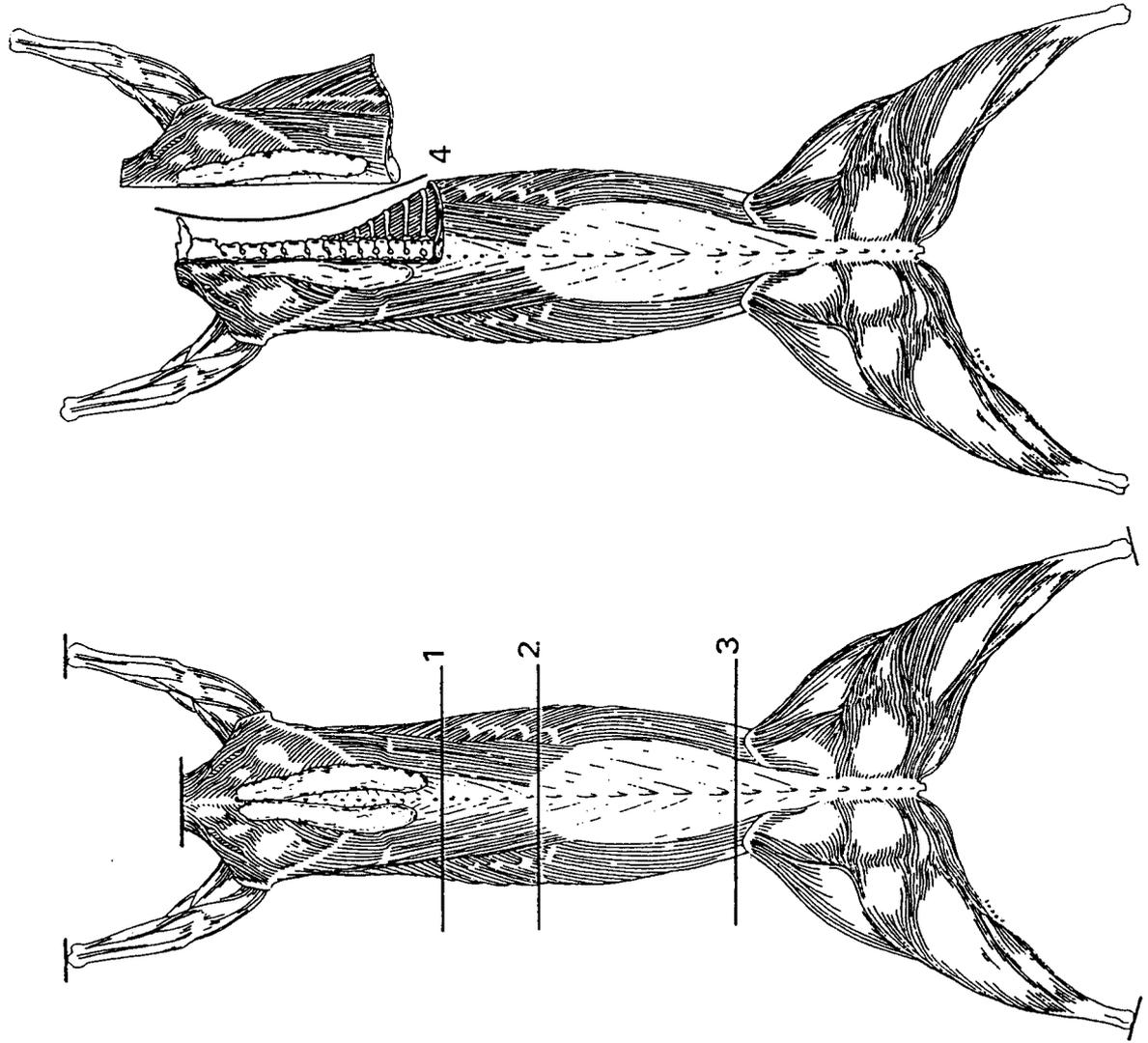
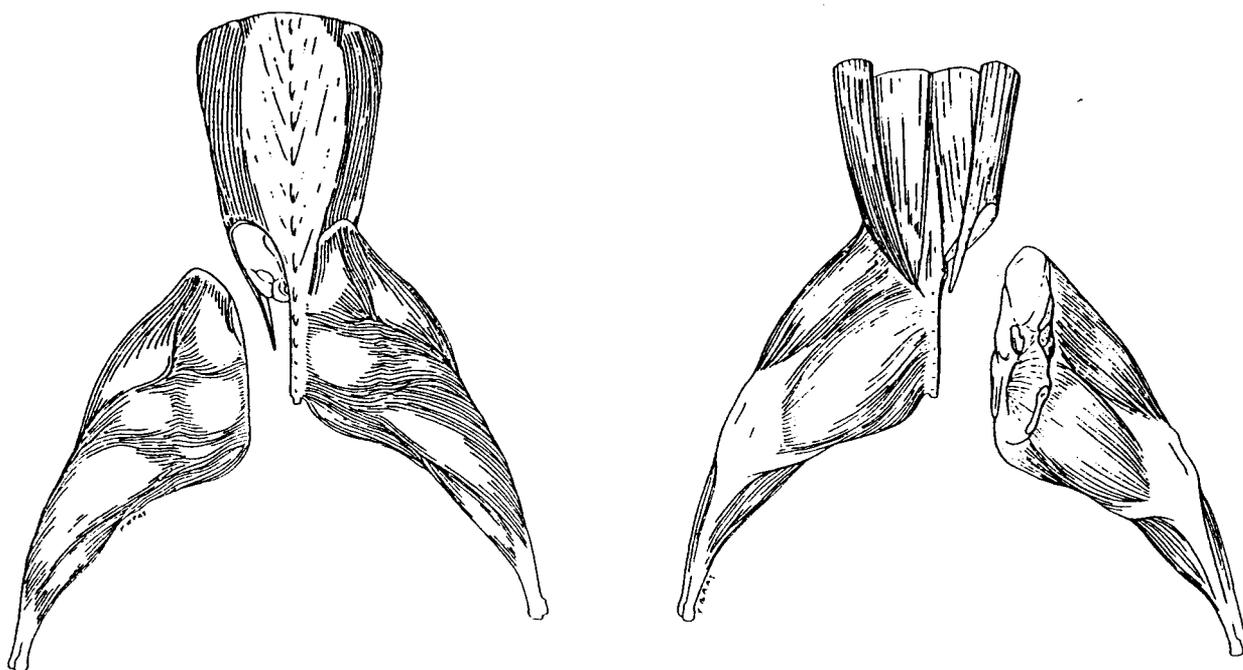


Figure 3 : Hindleg separation (cutpoint 5)

Dorsal view

Ventral view



Kidney Weight (KiW).

Weight of both kidneys without perirenal fat deposits.

Thymus, Trachea, Oesophagus, Lung and Heart Weight (LHW).

Weight of these organs.

Reference Carcass Weight (RCW).

Weight of the Chilled Carcass minus the head and the above mentioned organs (liver, kidney, organs of chest and neck).

2.4. Reference carcass characteristics

Perirenal Fat Weight (PFaW).

Weight of perirenal fat deposits located between carcass cutpoints 1 and 3 (see further).

Scapular Fat Weight (SFaW).

Weight of both scapular fat deposits.

Inguinal Fat Weight (IFaW).

Weight of the fat located in the inguinal area and at the bottom of the external abdominal wall.

Dissectible Fat Weight (DFaW).

Weight of the scapular, inguinal and perirenal fat deposits.

Total Bone Weight (BW).

Weight of the reference carcass minus Dissectible Fat Weight and Dissectible Meat Weight. Total Bone Weight includes cartilage and small portions of meat between vertebrae, ribs, kneecaps and other parts not easily removable by dissection. Analogous definition holds for bone in retail cuts.

Total Meat Weight (MW).

Weight of the reference carcass minus Dissectible Fat Weight and Total Bone Weight. Total Meat Weight includes intermuscular fat and tendons. Analogous definition holds for meat in retail cuts.

Linear measurements (figure 1)

* Dorsal Length (DL). Interval between the atlas vertebra and the 7th lumbar vertebra.

* Thigh Length (TL). Interval between the 7th lumbar vertebra and the distal part of os ischii.

* Lumbar Circumference (LCL). Carcass circumference at the level of the 7th lumbar vertebra.

Carcass Division (figures 2 and 3)

From a commercial point of view, the carcass has to be divided into joints intended to be sold for cooking. However, in many scientific papers dealing with relative growth of carcass components and in other carcass studies, a kind of "anatomical" carcass division has been used until now. Both points of view

being somewhat complementary, *it is recommended* to cut the carcass in the following order:

* elimination of the head: section between *occiput* and *atlas vertebra*,

* cutpoint 1: section between the 7th and 8th thoracic vertebra, following the prolongation of the ribs when cutting the thoracic wall,

* cutpoint 2: section between the last thoracic and the first lumbar vertebra, following the prolongation of the 12th rib when cutting the thoracic wall,

* cutpoint 3: section between the 6th and 7th lumbar vertebra, cutting the abdominal wall transversally to the vertebral column,

* cutpoint 4: separation of fore legs, including insertion and thoracic muscles,

* cutpoint 5 : separation of hind legs, including *os coxae* and posterior part of *m. iliopsoas* : *m. psoas major* and *m. iliacus (pars lateralis and pars medialis)*.

These cuts allow to define head, anatomical and technological joints:

Head Weight (HW)

Anatomical joints (cutpoints 2 and 3)

* Fore Part Weight (FPW),

* Intermediate Part Weight (IPW),

* Hind Part Weight (HPW).

Technological joints (cutpoints 1, 3 and 4)

* Fore Leg Weight (FLW),

* Thoracic cage Weight (TW) (without the insertion muscles of fore legs),

* Loin Weight (LW)

* Hind Part Weight (HPW)

The joints can be classified in first retail cuts (hind legs, loin and fore legs) and second retail cuts (limited to thoracic cage).

CONCLUSION

The list of traits given in this paper is not exhaustive, because it is not possible to enumerate the different types of possible experiments. It is not either

realistic, to determine a fixed number of compulsory norms which would limit the scope of research studies. However, if a scientist prefers to use different traits or routines, it would be advisable to specify them as specified here. Even though some traits are not used in some countries, their adoption could favour international exchanges and communication. Some indications constitute general recommendations, some are interesting only in certain experiments or in certain countries, and some of them are highly recommended for all experiments. This list will have to be modified in the future, not only after checking how it works, but also because new developments will take place in the scientific and commercial world.

Acknowledgements : The Commission is grateful to Dr. Szendrő by his kind hospitality and the facilities provided for its last meeting in Kaposvar. The collaboration of scientists who are not members of the Commission has been useful and their suggestions have been considered.

REFERENCES

- BLASCO A., ESTANY J., BASELGA M., 1984. Prediction of rabbit meat and bone weight using carcass measurements and sample cuts. *Ann. Zootech.*, **33**, 161-170.
- BLASCO A., OUHAYOUN J., MASOERO G., 1993. Harmonization of Criteria and Terminology in Rabbit Meat Research. *World Rabbit Sci.* **1**, 3-10.
- BUTTERFIELD R., 1988. New concepts of sheep growth. *Griffin Press, Australia*.
- COUDERT P., LEBAS F., 1985. Production et morbidité des lapines reproductrices. 1- Effets du traitement alimentaire avant et pendant la première gestation. *Ann. Zootech.*, **34**, 31-48.
- OUHAYOUN J., POUJARDIEU B., DELMAS D., 1986. Growth and body composition study in rabbits after the age of 11 weeks. 2- Body composition. *4èmes Journées de la Recherche cunicole, Paris, comm. n° 24*.
- TAYLOR ST C., 1985. Use of genetic size-scaling in evaluation of animal growth. *J. Anim. Sci.*, **61** (suppl. 2), 118-143.
- VAREWYCK H., BOUQUET Y., 1982. Relationship between tissue composition of meat rabbit carcasses and that of their principal portions. *Ann. Zootech.*, **31**, 257-268.

LEXICON (English, Spanish, French, Italian)

A

Age at weaning / edal al destete / âge au sevrage / età allo svezzamento
Anatomical retail cut / descomposició anatòmica de la canal / découpe anatomique de la carcasse / dissezione anatomica della carcassa

B

Birth / nacimiento / naissance / nascita
Bladder / vejiga / vessie / vescica
Blood / sangre / sang / sangue
Breed / raza / race / razza
Breeding / crianza / élevage / allevamento

C

Cage / jaula / cage / gabbia
Carcass / canal / carcasse / carcassa
Carcass composition / composició de la canal / composition de la carcasse / composizione della carcassa
Carcass length / longitud de la canal / longueur de la carcasse / lunghezza carcassa
Carcass weight / peso de la canal / poids de la carcasse / peso carcassa
Criteria of elimination / criterios de eliminació / critères d'élimination / Criteri di riforma

D

Dissection / disección / dissection / dissezione
Doe / coneja / lapine / fattrice
Dressing out percentage / rendimiento a la canal / rendement en carcasse / resa alla macellazione
Drip loss / pérdidas de escurrido / perte au ressuage / perdita di raffreddamento

E

Empty body weight / peso vivo vacío / poids vif vide / peso vivo vuoto

F

Fasting / ayuno / jeûne / digiuno
Fat percentage / porcentaje de grasa / pourcentage de gras / percentuale di grasso
Fattening / engorde / engraissement / ingrasso
Feed / pienso / aliment / alimento
Feeding (ad libitum, restricted) / alimentación (ad libitum, restringida) / alimentation (ad libitum, restreinte) / alimentazione (ad libitum, razione)
Fore part of the carcass / parte anterior de la canal / avant de la carcasse / anteriore
Forelegs / patas delanteras / membres antérieurs / arti anteriori

G

Gall bladder / vesícula biliar / vésicule biliaire / vescicola biliare
Gastrointestinal tract (full, empty) / tracto digestivo (lleno, vacío) / tractus digestif (plein, vide) / visceri (pieni, vuote)
Growing period / periodo de crecimiento / période de croissance / periodo d'accrescimento
Growth rate / velocidad de crecimiento / vitesse de croissance / velocità d'accrescimento

H

Head / cabeza / tête / testa
Hind part of the carcass / parte posterior de la canal / arrière de la carcasse / posteriori
Hindlegs / patas traseras / membres postérieurs / arti posteriori
Hot carcass / canal caliente / carcasse chaude / carcassa calda

I

Inguinal fat / grasa inguinal / gras inguinal / grasso inguinale
Interiliac circumference / circunferencia interiliaca / circonférence interiliaque / circonferenza lombare
Intermediate part of the carcass / lomo / râble de la carcasse / lombata

K

Kidneys / riñones / reins / reni

L

Lactation / lactación / lactation / lattazione
Meat percentage / porcentaje de carne / pourcentage de viande / percentuale di carne
Liver / hígado / foie / fegato
Liveweight / peso vivo / poids vif / peso vivo

M

Meat / carne / viande / carne

Meat to bone ratio / relación músculo-hueso / rapport muscle-os / rapporto carne-osso

N

Neck / cuello / cou / collo

P

Perirenal fat / grasa perirenal / gras périrénal / grasso perirenale
Pregnancy / gestación / gestation / gestazione

R

Rabbit / conejo / lapin / coniglio
Rabbit density (per cage, m²) / densidad de conejos (por jaula, m²) / densité (lapins par cage, m²) / densità (conigli per gabbia, m²)
Reference body weight / peso de referencia / poids de référence / peso di riferimento
Reference carcass / canal de referencia / carcasse de référence / carcassa di riferimento
Retail cuts (of the carcass) / troceado (de la canal) / morceaux de découpe (de carcasse) / tagli commerciali

S

Scapular fat / grasa interescapular / gras scapulaire / grasso scapolare
Skin / piel / peau / pelle
Slaughter liveweight / peso vivo al sacrificio / poids vif à l'abattage / peso vivo di macellazione
Slaughter weight / peso al sacrificio / poids à l'abattage / peso di macellazione
Slaughtering / sacrificio / abattage / macellazione
Standardized liveweight / peso vivo estándar / poids vif standard / peso vivo standard
Stunning / aturdir / étourdissement / stordimento

T

Technological retail cut / troceado tecnológico de la canal / découpe technologique de la carcasse / tagli commerciali
Total dissectible fat / grasa total disecable / gras dissécable total / totale grasso separabile
Trachea + Thymus + Heart + Lungs / tráquea + timo + corazón + pulmón / trachée + thymus + coeur + poumons / trachea + timo + cuore + polmoni

W

Weaning / destete / sevrage / svezzamento
Whole carcass / canal completa / carcasse entière / carcassa intera

Résumé

Le but de cet essai est l'incorporation de la graine de fève (*vicia faba major*) comme source de protéines alternative au tourteau de soja dans l'alimentation du lapin et évaluer par conséquent les performances de croissance et le rendement à l'abattage.

Deux aliments granulés différents par leur source principale de protéines, l'un est composé de 15% de fève et l'autre est composé de 15% de tourteau de soja, distribués *ad libitum* à 68 lapins de population blanche, répartis en 2 lots et élevés en cages collectives entièrement métalliques durant leurs période d'engraissement (6 semaines). Les aliments expérimentaux sont composés : 14,72 et 14,9 de CB, et de 17,44 et 14,71 de PB, et une teneur en AAS de 0,54 et 0,43 et 0,85 et 0,68 de lysine, respectivement pour l'aliment soja et fève. Dans chaque lot et durant toute l'expérimentation, des pesées hebdomadaires des lapins ont été réalisées, la quantité d'aliment consommée est refusée ainsi que l'IC et la mortalité ont été calculés. Une comparaison des performances de croissance des 2 lots des lapins ont été effectués. Les performances de croissance permises par les 2 aliments sont : poids vif à l'abattage (g) : 2137 vs 2160g ; vitesse de croissance (g/j) : 30,71 vs 30 ; consommation alimentaire (g/j) : 93,32 vs 97,71 ; indice de consommation : 3,38 vs 3,54 ; avec un rendement de carcasse froide : 1318,5 vs 1343,5, respectivement pour l'aliment soja et fève.

Globalement, la fève disponible durant toute l'année s'avère une source alternative au remplacement du tourteau de soja dans l'aliment du lapin en croissance. Le choix de cette option contribuerait à l'autonomie alimentaire en cuniculture algérienne et réduirait l'importation des matières premières ainsi que le coût de l'aliment industrielle.

Mots clés : Lapin, croissance, fève, alimentation, protéine, abattage.

SUMMARY

The objective of this test is the incorporation of broad bean seed (*vicia faba major*) like alternative source of proteins to the soya bean in the feed of the rabbit and evaluates the performances of growth and slaughter. Two diets different by their principal source from proteins, one is composed of 15% of broad bean and the other is composed of 15% of soya bean, distributed to 68 rabbits of local population divided into 2 batches and raised out of entirely metal collective cages during their period of fattening (6 weeks). The experimental food is composed : 14,72 et 14,9 of CC, 17,44 and 14,71 from CP, and a content of SAA of 0,54 and 0,43 and 0,85 and 0,68 of lysin, respectively for the food soya and broad bean. In each batch and during all the experimentation, the weekly weighings of rabbits were realized, the quantity of food consumed, refused, the IC and mortality were calculated. A comparison of the performances of growth of the 2 batches of rabbits was carried out. Performances of growth permitted by the 2 food are : Slaughter weight (g) : 2137 vs 2160g; Daily weight gain (g/d) : 30,71 vs 30 ; Daily feed intake (g/d): 93,32 vs 97,71 ; Feed conversion rate (g/g): 3,38 vs 3,54; with an output of carcass cold : 1318,5 vs 1343,5, respectively for the food soya and broad bean. The broad bean available during all the year proves to be an alternative source with the replacement of the soya bean in food of rabbit. The choice of this option would contribute to food autonomy in Algerian rabbit breeding and would reduce the importation of the raw materials as well as the cost of factory

Feedstuff Keyword: Rabbit, growth, broad bean, food, protein, Slaughter.