



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET
POPULAIRE



MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE
LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE SÂAD DAHLAB BLIDA1 FACULTE DES
SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DEPARTEMENT DE BIOTECHNOLOGIE ET
AGRO-ECOLOGIE

Projet de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Master

Spécialité : Production et Nutrition Animale

THEME

**Valeur nutritive de quelques matières premières
introduites dans l'alimentation du lapin**

Présenté par :

KHALFAOUI Hanane

GOURI Amina

Devant le jury :

Dr. BOUBEKEUR S.	MCB	USDB1	Président de jury
Dr. MEFTI KORTEBY H.	Professeur	USDB 1	Promotrice
Dr. BABA ALI A.	MAA	USDB 1	Examinatrice

2020-2021

Remerciements

Avant tout, nous remercions **ALLAH** de nous avoir donné la foi, le courage et la volonté afin d'arriver à finaliser ce modeste travail.

Nous remercions très chaleureusement, notre promotrice **Mme MEFTI-KORTEBY H**, qui était toujours à l'écoute tout au long de la réalisation de ce mémoire, qu'elle trouve ici nos vives reconnaissances pour sa gentillesse, ses orientations, ces conseils précieux, sa confiance et sa disponibilité.

Nous exprimons nos profonds remerciements et nos vives reconnaissances à **Mme BOUBKEUR. S**, d'avoir acceptée d'assurer la présidence du jury de notre mémoire de master.

Nous tenons à exprimer nos hautes considérations et nos vives reconnaissances à **Mme BABA ALI .A**, pour avoir acceptée de juger ce travail.

Nous remercions aussi **Mr. BENCHERCHALI** et tous nos enseignants en cycle Master Production et Nutrition Animale.

qu'ils trouvent ici les sentiments de gratitude et de considération.

Dédicaces

A ceux qui m'ont donné sans rien en retour,

A ceux qui m'ont encouragé dans mes moments les

Plus difficiles,

Et ceux à qui je dois tant

A mes chers parents pour leur amour et leur soutien continu,

Je vous dois tous mes succès, tout mon bonheur et toutes

Mes joies.

A ma très chère sœur : Zohra

A tous mes frères : Okba , Boudjemza , Aïssa , Bouelem, Salim

A toute ma famille : Gourí et Tahraoui

et surtout mon Oncle Aïssa

A mon cousines : Alya Farah, Fahima

Et ma très chère cousine : Soumia

A tous mes enseignants du primaire, du secondaire et du

Supérieur surtout madame Djamila

*A mes meilleurs amies : Ahlem , Meriem , Bouchra , Youssra , Siham ,
Soumia ,*

*Houda , Yasmine , Wissal , Fatima Al Zahra , Damia, Sabrina , Abir ,
Wafia , Amel et Hanane.*

A tous mes amis de promotion

Amina

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

Mes chers parents, aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices qu'ils avaient consenti pour mon instruction et mon bien-être .je les remercie pour tout pour leur soutien inconditionnel, leur présence discrète dans ma vie, je vous assure que si je suis arrivée là, c'est grâce à vous !

A ma promotrice Mme MEFTI-KORTÉBY Hakima

À mon cher mari Mohamed, vous avez le plus grand respect et appréciation pour votre soutien et vos encouragements à mon égard.

A ma cher Belle-famille Hadj Abdelkader

A mon frère : Mohamed et sa femme Oumaïma.

A mes sœur : Fatima Zohra, Imane.

A mes meilleurs amie : Mounia, Oumaïma, Maroua, Hamida,

Chaïma, Khadija, Karima, Imane et Amina.

A toute la famille Khalfaoui

Merci pour toutes les personnes qui de près ou de loin ont participé pour la réalisation de ce travail

Hanane

Résumé :

L'objectif de notre travail est de connaître la valeur nutritionnelle de certaines matières premières et sources de fibres disponibles localement, le choix porte sur des sources potentiellement capables à remplacer la luzerne déshydratée dans l'alimentation des lapins.

Le Sulla et deux types de feuilles de frêne sont les sources alternatives proposées. La valeur nutritionnelle du Sulla est de (225g/kg MS de PB et de 490g/kg MS de NDF), et donc ces feuilles sont apparues intéressantes comme une source de protéines et de fibres, car leur valeur est meilleure à celle de la luzerne déshydratée, qui a une valeur de 170g/kg MS PB et 464g/kgMS NDF. Quant aux feuilles fraîches de frênes de type (*Fraxinus angustifolia*), qui ont été fournies directement comme source de nourriture pour les lapins au stade de croissance leur valeur nutritive est de 146,7g/ kg MS PB et 394g/kg MS NDF. Quant au deuxième type (*Fraxinus excelsior*), sa valeur nutritive a été estimé à 131g/kg MS de PB et 420g/kg MS NDF. Les feuilles de frênes des deux espèces différentes sont apparues comme une source de protéines assez intéressantes et de fibres pouvant répondre aux besoins du lapin.

Delà, le sulla (plus nutritif que la luzerne) et les feuilles de frêne peuvent être considérés comme des sources équilibrées en énergie, en protéines et en fibres, pouvant répondre au besoin du lapin et remplacer la luzerne déshydratée. Ils méritent donc d'être utilisés à grande échelle et d'une manière industrielle dans l'alimentation des lapins.

Mots clés : Valeur nutritive, lapin en croissance, Sulla (*Hedysarum flexuosum*), feuille de frêne (*Fraxinus angustifolia*), (*Fraxinus excelsior*).

Nutritional value of some raw materials introduced in the rabbit diet

Abstract

The objective of our work is to know the nutritional value of certain raw materials and sources of fiber available locally in order to test their capacity to replace dehydrated alfalfa in the diet of rabbits.

Sulla and two types of ash leaves are one of the most important alternative sources. The nutritional value of Sulla is (225g / kg Ms of PB and 490g / kg MS of NDF), and therefore these leaves appeared as a source of protein and fiber, because their value is close to dehydrated alfalfa, which has a value of (170g / kg MS PB and 464g / kgMS NDF). As for the leaves of the type ash trees (*Fraxinus angustifolia*), which were supplied directly as a food source for rabbits at the growth stage of (146.7g / kgMS PB and 394g / kg MS NDF), and with that, these leaves are appeared as a source of energy, for proteins and fibers, As for the second type (*Fraxinus excelsior*), it was estimated at (131g / kg MS of PB and 420g / kg MS NDF, therefore these leaves also appeared as a source of energy, protein and fiber.

Hence, sulla and ash leaves can be considered a balanced source of energy, protein and fiber at the growth stage, and it can replace dehydrated alfalfa, and therefore deserves to be used on a large scale. and in an industrial way in feeding rabbits.

Keywords: Nutritional value, growing rabbit, sulla (*Hedysarum flexuosum*), ash leaf (*Fraxinus angustifolia*), (*Fraxinus excelsior*).

القيمة الغذائية لبعض المواد الاولية المدخلة في علف الارانب

ملخص

الهدف من عملنا هو معرفة القيمة الغذائية لبعض المواد الخام ومصادر الألياف المتاحة محليًا لاختبار قدرتها على استبدال البرسيم المجفف في غذاء الأرانب.

تعتبر سولا ونوعين من أوراق الرماد من أهم المصادر البديلة.

القيمة الغذائية لـ *Sulla* هي (225 جم / كجم مس من PB و 490 جم / كجم MS من NDF) ، وبالتالي ظهرت هذه الأوراق كمصدر للبروتين والألياف ، لأن قيمتها قريبة من البرسيم المجفف ، الذي يحتوي على قيمة (170 جم / كجم MS PB و 464 جم / كجم MS NDF). أما بالنسبة لأوراق أشجار الرماد من نوع (*Fraxinus angustifolia*) ، والتي تم توريدها مباشرة كمصدر غذائي للأرانب في مرحلة النمو (146.7 جم / كجم من PB و 394 جم / كجم MS NDF) ، وبذلك تكون هذه الأوراق هي ظهر كمصدر للطاقة ، للبروتينات والألياف ، أما النوع الثاني (*Fraxinus excelsior*) فقد قدر بـ (131 جم / كجم MS من PB و 420 جم / كجم MS NDF) ، لذلك ظهرت هذه الأوراق أيضًا كمصدر للطاقة والبروتين والألياف.

ومن ثم يمكن اعتبار أوراق السولا والرماد مصدرًا متوازنًا للطاقة والبروتين والألياف في مرحلة النمو ، ويمكن أن تحل محل البرسيم المجفف ، وبالتالي تستحق استخدامها على نطاق واسع وبطريقة صناعية في تغذية الأرانب.

الكلمات المفتاحية: القيمة الغذائية ، نمو الأرانب ، السولا ، أوراق الرماد

SOMMAIRE

Introduction	1
--------------------	---

Partie bibliographique

Chapitre 1 : Besoins et performance du lapin.....	5
Chapitre 2 : Aliment lapin classique.....	16
Chapitre 3 : Matières premières introduites dans l'aliment lapin.....	28

Partie expérimentale

Chapitre 1 : Matériels et méthodes.....	49
Chapitre 2 : Résultats et discussion.....	56
Conclusion.....	64

Références bibliographiques

Liste des tableaux

Tableau 1 : Recommandations pour l'alimentation des aliments complets pour lapin.....	6
Tableau 2 : Influence de la teneur énergétique de l'aliment sur la consommation alimentaire du lapin en croissance.....	8
Tableau 3 : Performance de croissance des lapins de différents types génétiques.....	13
Tableau 4 : Valeur nutritive du maïs.....	22
Tableau 5 : Composition chimique de la luzerne étrangère (en % du produit brut).....	23
Tableau 6 : Composition chimique selon les stades phonologiques de la luzerne.....	24
Tableau 7 : Valeur énergétique de la luzerne.....	25
Tableau 8 : Composition et digestibilité du Sulla (<i>Hedysarum Flexuosum</i>) pour des lapin en croissance.....	31
Tableau 9 : Valeur nutritive de la caroube.....	34
Tableau 10 : Composition chimique du pois fourrager.....	34
Tableau 11 : Composition chimique de graines de fenugrec.....	36
Tableau 12 : Composition chimique des sous-produits destinés au lapin comme source des fibres (en % du produit brut).....	37
Tableau 13 : Composition chimique de différents types de grignons (en %MS).....	39
Tableau 14 : Composition chimique du son de blé dur.....	41
Tableau 15 : Composition chimique de la pulpe de betterave.....	42
Tableau 16 : Composition chimique des drêches de brasserie	44
Tableau 17 : Valeur nutritive des drêches de brasserie pour le lapin.....	45
Tableau 18 : Description de l'expérimentation.....	53

Tableau 19 : Composition chimique des feuilles fraîches de Sulla et de Frêne comparées à la luzerne.....	56
Tableau 20 : Valeur nutritive des feuilles fraîches et la valeur nutritive du Sulla in [1], ceux de <i>Fraxinus angustifolia</i> in [2] et <i>excelsiorin</i> [3].....	58
Tableau 21 : Performances de croissance des lapins alimentés uniquement par des feuilles de Sulla fraîches.....	61
Tableau 22 : Nutriments ingérés uniquement des feuilles fraîches de Sulla par des lapins en croissance durant la période de 35 à 63.....	62

Liste des figures

Figure 1 : La croissance du lapin (Gidenne, 2006).....	11
Figure 2 : Le tourteau de soja.....	20
Figure 3 : Le Maïs.....	22
Figure 4 : La Luzerne (<i>Medicago sativa</i>).....	23

Liste des abréviations

ADF: Acid detergent fiber

ADL: Acid detergent lignin

NDF: Neutral detergent fiber

MAD: Matières azotées digestibles

MAT : Matières azotés totales

MG : Matière grasse

MS : Matière sèche

CB : Cellulose brute

MM : Matière minérale

DP : Digestibilité des protéines brutes

INRA : Institut national de la recherche agronomique de France

DE: Digestible de l'énergie

Qi : Quantité ingérée

dMAT : Digestibilité apparente fécale des matières azotées (en %)

ED : Energie digestible en kcal par kg de produit brut

PD : Protéine digestible en kcal par kg de produit brut.

ED : Energie digestible en kcal par kg de produit brut.

EM : Energie métabolisable en kcal par kg de produit brut

INTRODUCTION

Introduction

L'alimentation est considérée comme un poste clé en élevage. Elle permet l'expression des performances et maintient les animaux en bon état sanitaire (Coutelet, 2014; 2015a et 2015b).

Sur le plan économique, le coût alimentaire correspondant à 60% des charges de la production. En grande partie les matières premières qui composent le granulé lapin sont importées et reviennent excessivement chères, c'est le cas de luzerne déshydratée, du tourteau de soja et du maïs.

L'alimentation en Algérie connaît plusieurs contraintes, Berchiche et al (2000) ont signalé que l'un des principaux facteurs limitant du développement de la cuniculture reste l'absence d'aliment granulé équilibré disponible et à son prix élevé. La cherté des matières premières importées contribue indirectement au déséquilibre des aliments proposés sur le marché. Des analyses nutritives réalisées sur l'aliment lapin mixte sur plusieurs années montrent un déficit chronique en matière azotées et en cellulose brute (Mefti Korteby, 2012). C'est dans ce sens que des efforts doivent être fournis pour produire des aliments granulés équilibrés composés de matières premières locales ou sous-produits de l'agriculture ceci afin de limiter la concurrence entre animaux vis-à-vis de la luzerne et offrir un aliment de moindre coût que celui produit actuellement.

L'objectif principal de travail est de contribuer à la connaissance de quelques matières premières, principalement des sources de fibres disponibles localement et susceptibles d'être incorporées dans les aliments granulés pour le lapin en croissance, en remplacement à la luzerne déshydratée.

Dans le sens de substituer totalement la luzerne déshydratée par des matières premières locales se propose ce travail dans son objectif est de déterminer la valeur nutritive de deux produit agricoles qui sont : le Sulla (Kadi, 2012) et le Frêne (Djellal, 2018).

Introduction

Pour répondre à cet objectif le présent travail se divise en deux parties et sont les suivantes :

- La partie bibliographique qui est constituée de trois chapitres. Dans le premier chapitre nous présentons les besoins et les performances du lapin, le second chapitre concerne l'aliment classique et le troisième chapitre traite les matières premières introduites dans l'alimentation du lapin.
- La partie expérimentale qui se base sur le développement des articles d'auteurs. Les articles sont présentés soit dans des thèses de doctorat et sont en processing ou sont publiés.

PARTIE : BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE 1 : BESOINS ET PERFORMANCES DU LAPIN

Chapitre 1 : Besoins et performances du lapin

1.1 Les besoins alimentaires

Après le sevrage le lapin continue sa croissance et ses besoins alimentaires augmentent en quantité et en qualité. L'alimentation correcte des lapins recommande une haute teneur en fibres, un faible apport d'amidon et un niveau modéré en protéine et en calcium. Cette stratégie aide à maintenir l'équilibre des populations microbiennes intestinales et fonctionne avec le potentiel des pays en développement en matière de ressource alimentaire (Irelbeck, 2001).

Le lapin a besoin dans sa nourriture d'un certain nombre d'éléments. Ces besoins varient avec le stade physiologique. En plus la population microbienne du cœcum et la cœcotrophie permettent au lapin de tirer un apport supplémentaire d'acides aminés et vitamines (Guemour, 2011).

Il est de ce fait nécessaire de mettre à sa disposition un aliment complet équilibré et présenté en granulé, cet aliment est formulé pour couvrir les besoins nutritionnels de ces animaux et leur permet d'exprimer leur potentiel de production avec un indice de consommation le plus bas possible (Kadi., 2012) (Tableau 1).

1.1.1 Les besoins en eau

Le lapin consomme de l'eau quotidiennement soit 1,5 à 2 fois supérieure à la quantité de matière sèche (Lebas, 2002). Selon Lebas et al., (1977), la lapine allaitante boit 2 à 2,5 fois plus d'eau qu'elle ne mange d'aliment. Selon Lebas et al.,(1991), l'eau participe activement dans la fermentation de la cellulose; elle doit d'une bonne qualité bactériologique (Fournier, 2005). Dans la zone de neutralité thermique (15-18°C), et dans le cas d'une alimentation essentiellement sèche, les besoins quotidiens en eau sont de l'ordre de 200g par animal pour les lapins en engraissement (Drogoul et al., 2004).

Tableau 1 : Recommandations pour l'alimentation des aliments complets pour lapin

Composants d'un aliment A 89% de MS		Unités	Jeune en croissance (4 à 12 semaines)	Aliment mixte (maternité, engraissement)
Energie digestible		(kcal/kg)	2400	2400
Protéines brutes		%	16	16
Protéines digestibles		%	12	12.5
Lipides		%	2.5	3
Fibres	Cellulose brute (Méthode de Wende)	%	15	14
	Ligno-cellulose (ADF) mini	%	19	16
	Lignine (ADL) mini	%	5	5
	Amidon (max)	%	14	16
Acides aminés principaux	Lysine	%	0.75	0.8
	Acides aminés (méthionine +cystine)	%	0.55	0.6
	Thréonine	%	0.55	0.6
	Tryptophane	%	0.13	0.14
	Arginine	%	0.8	0.8
Minéraux	Calcium	%	0.7	1.1
	Phosphore	%	0.4	0.5
	Potassium	%	0.7	1
	Sodium	%	0.22	0.22
	Chlore	%	0.28	0.3
	Magnésium	%	0.3	0.3

Source : (Lebas et al., 1996 ;Lebas., 2004).

1.1.2 Les besoins en protéines

Les protéines participent dans le métabolisme de construction ou de reconstruction de l'organisme. Les protéines (matières organiques azotées) 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 l'entretien et pour la production (croissance, viande, lait, embryons, lapereaux).

Lorsque les protéines alimentaires apportent les acides aminés indispensables, la ration peut ne contenir que 15 à 16% de protéines brutes pour les lapins à l'engraissement.

Chez la lapine reproductrice, le taux optimal de protéines brutes est d'environ 17 à 18%. Mais lorsque la température moyenne est supérieure à 25 ou 27°C, il est souhaitable d'accroître de 1 point environ la teneur en protéines des aliments (18 à 19 % pour les lapines allaitantes) (Lebas, 2007). Les besoins azotés sont évalués à partir de la richesse en lysine, arginine, méthionine, cystéine, tryptophane et thréonine. Pour les acides aminés soufrés il existe une marge assez faible entre la couverture du besoin et le niveau d'apports, entraînant par excès une détérioration des performances. Le respect des recommandations pour la fourniture de méthionine et cystéine est donc de première importance (Lebas, 2007).

Il faut veiller à ce que le rapport protéines digestibles / ED (énergie digestible) se maintient autour de 44 g/ 1000 kcal d'ED pour l'engraissement et 51 g/ 1000 kcal d'ED pour les femelles reproductrices. L'augmentation de ce rapport est synonyme d'un développement important de la flore digestive protéolytique, ce qui engendrera une production excessive d'ammoniac dans le caecum et par conséquent des troubles digestifs (Drogoul et al., 2004).

1.1.3 Les besoins en énergie

L'énergie est indispensable à la thermorégulation des animaux et aux dépenses de fonctionnement de l'organisme. Les besoins des lapins sont exprimés en énergie digestible (ED). L'énergie apportée par la ration est en général fournie par les glucides (essentiellement l'amidon), les fibres (les substances pectiques et les hémicelluloses) et peu de lipides (Drogoul et al., 2004).

Le lapin à l'engraissement ajuste sa consommation de matière sèche de telle sorte que l'ingéré énergétique se maintient à un niveau global sensiblement constant (Maertens, 1996). Compte tenu de cette régulation de l'ingéré énergétique, il faudrait que la concentration de la ration en tous les autres éléments nutritifs soit adaptée, afin de couvrir au mieux l'ensemble des besoins nutritionnels (Dorgoul et al., 2004). Les besoins en ces éléments chez le lapin sont exprimés pour une teneur donnée en énergie digestible de la ration, elle est estimée à 2400cal/ kg d'aliment, le plus souvent de 2200 à 2700 kcal ED/kg MS (Lebas, 2002 ; Lebas 2004). Une élévation de la teneur en énergie va de paire avec une ingestion décroissante (Tableau 2). un ingéré de l'énergie digestible plus élevé, entraîne une faible croissance et une augmentation de la teneur en graisse de la carcasse des lapins (Maertens et al., 1989). Alors qu'une carence en énergie digestible d'une ration inférieure à 9 MJ/Kg entraîne une augmentation de l'indice de consommation et une diminution du gain moyen quotidien (Maertens, 1992).

Renouf et Offner (2007) affirment que l'utilisation d'un aliment riche en énergie améliore l'efficacité alimentaire, mais augmente la mortalité sans avoir d'effet positif sur la croissance et le poids à la vente. Les mêmes auteurs notent qu'un aliment riche en énergie, distribué entre 49 et 71 jours, permet d'améliorer le rendement en carcasse.

Tableau 2 : Influence de la teneur énergétique de l'aliment sur la consommation alimentaire du lapin en croissance

Energie digestible (kcal/kg)	2138	2552	2888	3072
Matière sèche ingérée (g/j)	161	157	147	132
Energie digestible ingérée (kcal/j)	373	434	436	441

Source : (Lebas, 1975).

1.1.4 Les besoins en fibres

Les constituants membranaires tiennent une place très importante dans l'alimentation du lapin, en fournissant le lest qui est l'encombrement nécessaire pour un bon fonctionnement du tube digestif. Ce dernier a besoin de lest pour bien fonctionner et celui-ci est fourni par les parois des végétaux. De plus, grâce aux micro-organismes de son caecum, le lapin est capable de digérer en partie ces éléments fibreux. Ses besoins sont donc plus importants que d'autres espèces monogastriques d'élevage.

Selon Gidenne (2003), un aliment équilibré pour le lapin en engraissement doit couvrir non seulement ses besoins en nutriments pour la croissance mais aussi ses besoins en termes de prévention des troubles digestifs par l'apport en fibre. Un apport alimentaire minimum de fibres est indispensable pour assurer le bon fonctionnement du tube digestif, notamment en régulant le transit digestif qui réduit de la fréquence des troubles digestif. Ces derniers sont à l'origine de mortalité et de morbidité. D'après Lebas (1989), les aliments riches en lest entraînent une réduction de la digestibilité des nutriments fournissant de l'énergie sans influencer la digestibilité des protéines. Une réduction du taux de fibres augmente le taux de séjour des aliments et diminue ainsi la vitesse du transit digestif (Gidenne, 1996). Quand le taux de fibre est faible avec un surplus en protéine, ceci favorise l'excès de la flore digestive protéolytique génératrice d' NH_3 et conduit à un accroissement de la mortalité des lapins par accidents digestifs (Lebas, 1989).

Un aliment contenant 12 à 13% de cellulose brute satisfait les besoins des reproductrices. Un apport de 13 à 14 % de cellulose brute, dont 9 à 10 % indigestible, est nécessaire dans la ration (Lebas, 2004 ; Lebas, 2007).

1.1.5 Les besoins en lipides

Les matières premières qui composent normalement l'aliment du lapin contiennent suffisamment de matières grasses naturelles de 2.5 à 3%, un léger apport additionnel de 0.5 à 1.5 peut servir à accroître la concentration énergétique de certains aliment (Lebas et al., 1991). La supplémentation en lipides améliore la digestibilité des fibres (Fekete et al., 1989).

Corrent et al (2007) affirment qu'un accroissement de la concentration en lipides dans l'aliment, sans modifier celle des fibres, ne provoque pas de réduction de la l'ingéré alimentaire et par conséquent celui de l'ingéré de l'énergie digestible est supérieur, conduisant ainsi à une amélioration de la vitesse de croissance et celle de l'efficacité alimentaire.

1.1.6 Les besoins en minéraux et en vitamine

Les éléments minéraux sont indispensables au fonctionnement et à la constitution de l'organisme du lapin. Ils participent dans la constitution des os, du lait et dans le fonctionnement des équilibres intra et extra cellulaires (Lebas, 2002). Selon Lebas et al (1996), le lapin tolère des apports assez élevés en calcium et phosphore.

Par ailleurs, un déséquilibre dans la fourniture de sodium, de potassium et de clore peut entraîner des néphrites. Ces besoins en vitamines sont en celles hydrosolubles que des liposolubles (Lebas, 1996). L'équilibre des vitamines dans la ration est nécessaire. Lebas (2000), indique qu'un excès en Vitamine D entraîne une calcification des muscles mous et des mortalités, par contre une carence en Vitamine E entraîne une dystrophie musculaire.

1.2 Performances de croissance

La croissance du point de vue général est un phénomène physiologique essentiel qui est souvent apprécié par l'évolution du poids de l'individu en fonction de temps (Prud'hon, 1970).

1.2.1 Croissance sous la mère

La lapine est un mammifère qui allaite une fois par jour sa portée (Broekhuizen et al .,1986). et (Coureaud et al., 2008). Grace à leur système olfactif les lapereaux localisent la tétine maternelle (Fortun-Lamothe et Gidenne ,2008). Les jeunes changent progressivement leur alimentation qui en premier temps lactée dépendante vers une alimentation progressivement solide et autonome. L'appréhension du solide commence vers le 18^{ème} jour (Fortun-Lamothe et Gidenne , 2003) . La croissance instantanée naissance sevrage est forte est proportionnelle à l'âge, connaissant une dépression

entre la 2^{ème} et la 3^{ème} semaine en relation avec une réduction de la production laitière.

Chez les races de format petit, une croissance ralentie est observée précocement entre le 10^{ème} et le 21^{ème} jour due à l'insuffisance de la production laitière chez la mère (Camacho et Baselga , 1990). . Chez le lapereau la prise individuelle de lait est de 5-10 g/j à la naissance et atteint environ 30g/j à 20 jours et 25 jours.

La croissance du lapereau en pré sevrage dépend du format de la mère, son aptitude laitière et de la taille de la portée. Quant au sevrage ; il est réalisé entre le 28^{ème} et le 35^{ème} jour.

Le poids des lapereaux à la naissance est très hétérogène. La croissance des petits dépend de la quantité de lait ingérée (Maertens et al ., 2006).

1.2.2 Croissance poste sevrage

L'engraissement s'établir en 2 a 3 mois en fonction de la race , la qualité de l'aliment et le poids final recherché (Djago et al ., 2007) , la croissance du lapin est maximale l'âge de 5^{ème} et la 7^{ème} semaine de la vie post-natale puis elle se ralentit progressivement (figure 1) , les mâles et les femelles ont une croissance semblable jusqu'à un âge compris entre 10 et 20 semaines au-delà la les femelles devienne ment plus lourdes (De la Fuente et Rossell, 2012) , le poids des lapins a l'abattage varie de 2,2 a 2,4 kg (De Rochambeau, 1989 ; Fortun – Lamothe et Gidenne , 2003) . Le poids à 11 semaines âge standard d'abattage oscille entre 2300g et 2770 g (Gidenne , 2005).

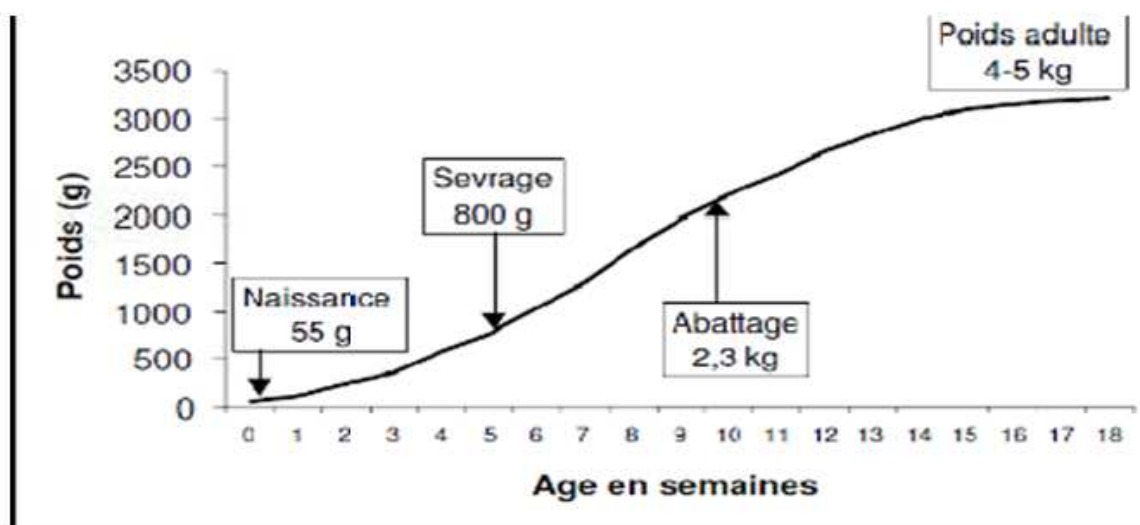


Figure1. Croissance générale (présevrage et engraissement) du lapin (Gidenne,2006).

1.2.2. Principaux facteurs influençant la croissance chez le lapin

1.2.2.1. Type génétique

Beaucoup de références concernent la croissance du lapin local comparé aux lapins méditerranéens ou aux souches améliorés (tableau 3). Le lapin local à robe hétérogène est classé en format petit qui peut tendre vers le moyen par sélection ou croisement (Mefti Korteby, 2012). Différentes races sont représentées par quelques formats, connues pour des vitesses de croissance et des poids à l'âge adulte particuliers. L'utilisation des races géantes dans l'une des voies de croisement améliore les performances de croissance, c'est ce qui a été remarqué par l'utilisation du géant blanc (Larzul C., Gondret F., 2005) et (Ouyed A., 2007a).

En plus de l'effet souche ou race, la taille de la portée ainsi que le numéro d'ordre de parité affectent les performances de croissance (Mefti Korteby, 2012).

Tableau 3 : Performance de croissance des lapins de différents types génétiques.

Type génétique	Poids initial (g)	vif Poids final (g)	vif GMQ (g /j)	Alimentation	Auteurs
Population locale Algérienne	653 (35 jours)	2035 (91 jours)	24,68	A base de Grignon d'olive	Kadi et al. 2004
Population locale Algérienne	503 (28 jours)	1878 (77 jours)	27,98	Aliment commercial	Lakabi-loualitène et al. 2008
Population locale Algérienne	564 (35 jours)	2111 (84 jours)	32,05	A base de Farine de soja	Lounaouci-Ouyed et al.2008
Population blanche	615 (28 jours)	2146 (77 jours)	31,2	Aliment commercial	Lounaouci-Ouyed et al.2014
Baladi Rouge	499 (32 jours)	1310 (74 jours)	-	Aliment commercial	Abdel Azeem et al. 2007
Souche 2006	ITELV 414 (31 jours)	1716 (79 jours)	26,1	Aliment commercial	Lebas et al. 2012
Néo-Zélandais	1028 (35 jours)	2186 (63 jours)	41 ,4	Aliment commercial	Ouyed et al. 2007
Lignée AGP59	833 (31 jours)	3261 (70 jours)	61	Aliment commercial	Garreau et al.'2013

1.2.2.2 Effet alimentation

Les performances de croissance sont affectées par la teneur de l'aliment en fibres. (Gidenne et al.,2001), rapportent qu'une ingestion quotidienne de 6 g de lignine est nécessaire pour assurer de bonnes performances de croissance.

L'incorporation de 2 % de d'huile de lin par substitution au grain de colza et son retrait en aliment finition a entraîné une diminution des mortalités par incidence positive sur le taux de diarrhées.

1.2.2.3 Effet saison et température

Selon Ouyed et al (2007b), rapportent que les meilleures performances de croissance sont obtenues du printemps à l'été pour diminuer relativement en hiver, rappelant que ces expériences sont réalisées dans des conditions d'élevage Québécoise.

Dans les conditions méditerranéennes, le poids au sevrage et à différents âges et la vitesse de croissance sont affectés négativement par les températures estivales (Orengo et al., 2004) et (Lazzaroni; Luzi F.M.G, 2005). Les températures fortes de l'ordre de 30°C retentissent négativement sur la croissance sans interférence sur le rendement à l'abattage (Pla et al ., 1984). Selon Finzi (1990), le lapin souffre d'hyperthermie à une température au dessus de 30°C. Dans nos conditions locales en absence d'ambiance contrôlée ce seuil es souvent atteint même dépassé. L'European food and safety authority 2005, cité par (Fernandes et al., 2011). a souligné la nécessité d'études supplémentaires pour enquêter sur les conditions environnementales adéquates pour des lapins sevrés, jugeant insuffisantes les connaissances en terme de milieu neutre.

CHAPITRE 2 :
ALIMENTS LAPIN CLASSIQUE

Chapitre 2 : Aliments lapin classique

2.1 L'alimentation du lapin

L'alimentation est l'un des principaux facteurs explicatifs des performances d'élevage et le premier poste des coûts de production (Kadi, 2012). Le lapin est un animale qui valorise plusieurs sources alimentaires, mais son problème réside dans le rationnement car il est sensible à des carences et même à des excès de nutriments contenus dans sa ration (Berchiche, 1985). Après le sevrage, les besoins alimentaires du lapin augmentent en quantité et en qualité pendant sa croissance, donc il est nécessaire de mettre à sa disposition un aliment complet équilibré présenté en granulé. Il doit être formulé pour couvrir les besoins nutritionnels et extérioriser le potentiel de croissance avec un indice de consommation le plus bas possible (Kadi, 2012).

2.1.1 Les différents types d'aliments

2.1.1.1 Alimentation du lapin à base de fourrages

Le lapin peut ingérer de grandes quantités de fourrage pourvu qu'il soit appétissant. Le lapin est un herbivore il préfère les feuilles plutôt que les tiges d'une plante (Gidenne, 2015).

2.1.1.2 Alimentation du lapin à base d'un aliment granulé

Le lapin est sensible à la présence de poussière dans son alimentation qui favorisera les troubles respiratoires. Le lapin est capable de choisir et de trier ses aliments, il est avantageux de lui proposer un aliment unique sous forme d'un mélange d'ingrédients secs et agglomérés (Gidenne, 2015). L'aliment granulé est composé d'un ensemble des matières premières, il doit être équilibré nutritionnellement et garantir que l'animal ingère la quantité de nutriment prévue pour couvrir ses besoins, et la granulation permet une meilleure efficacité alimentaire selon le même auteur.

2.2 Composition de la ration

2.2.1 La présentation de la ration

2.2.1.1 La forme de l'aliment

Dans les élevages rationnels, l'aliment utilisé est un mélange de matières premières agglomérées en un granulé dit "complet".

La présentation de l'aliment sous forme de granulés améliore nettement les performances zootechniques: le gain moyen quotidien, le rendement en carcasse et l'indice de consommation. La présentation de l'aliment sous cette forme améliore sa valeur nutritive de 5 à 7 %. Elle supprime aussi le phénomène de tri et facilite le stockage de l'aliment et sa manutention. A l'opposé, la présentation sous forme de farine entraîne, une diminution importante des quantités ingérées donc une sous nutrition énergétique et azotée expliquant la détérioration de l'indice de consommation. De plus, cette forme de présentation engendre un tri des matières premières, une rupture de l'équilibre digestif (diarrhée, constipation... etc.) et une apparition de troubles pulmonaires (Lebas et al., 1981).

2.2.1.2 Les dimensions du granulé

La taille de granulés a une grande importance dans l'alimentation des lapins, la taille optimale des particules alimentaire est de 5 à 10 mm pour la longueur du granulé et de 3.5 à 4 mm pour le diamètre (Drogoul et al., 2004). Alors que Lebas et al.,(1981) propose des dimensions du granulé de 3 à 4 mm de diamètre et 8 à 10 mm de longueur. Selon le même auteur les résultats de la croissance des lapins montrent toujours une tendance favorable avec un diamètre croissant qui ne dépasse pas les normes. La taille des particules qui constituent le granulé doit être prise en compte. En effet un broyage grossier nuit à la tenue du granulé, une mouture très fine entraîne des perturbations digestives en relation avec un ralentissement du transit. Un délitement trop important des granulés peut provoquer la formation de poussières et pouvant être à l'origine des troubles respiratoires, l'addition de mélasse favorise l'agglomération des granulés (Drogoul et al., 2004).

2.2.1.3 La dureté du granulé

La dureté du granulé ne semble pas avoir beaucoup d'impact sur les résultats zootechniques. L'aliment doit être dur, non friable afin d'éviter le gaspillage. La tenue du granulé est améliorée par des matières premières liantes. La plus courante est la mélasse de betterave ou de canne à sucre, intéressante comme liant et comme élément appétant, son taux d'incorporation est de 3 à 6% (Lebas et al., 1981).

2.2.2 Couverture des besoins et valorisation de l'aliment

La couverture des différents besoins en élément nutritifs nécessite la conjugaison de plusieurs matières premières et/ou de sous-produit agro-alimentaires, de façon à concevoir un aliment performant permettant ainsi à l'animal d'exprimer ses capacités de production.

2.3 Types d'alimentation

2.3.1 Aliment classique

Dans les élevages rationnels, l'aliment utilisé est formulé à partir de matières premières conventionnelles de façon à obtenir un aliment complet, répondant aux besoins des lapins (Kadi, 2012 ; Djellal, 2018). Les matières premières, les plus utilisées dans l'alimentation du lapin, sont la luzerne, les céréales que le maïs, les tourteaux, le son de blé et d'autres sous produits de meunerie. L'usage des protéagineux est possible et peuvent remplacer les tourteaux pour les aliments d'engraissement et se substituer en partie aux céréales car leur teneur en acides aminés soufrés est insuffisante (Drogoul et al., 2004).

2.3.1.1 Les oléagineux

Les oléagineux appartiennent à des familles botaniques extrêmement différentes. Le colza est un crucifère, le tournesol et le carthame des composées, le soja et l'arachide des légumineuses, le lin une linacée et l'olivier est une oléacée(Medjedel R et Sattafi H ,2017).

Actuellement, les formes d'utilisation des oléagineux sont multiples, on peut citer essentiellement :

- Les gaines oléagineuses et leurs coproduits (tourteaux), qui sont considérés comme d'excellentes sources protéiques et largement utilisée dans l'alimentation animale.
- Les graisses et l'huile végétale extraites des graines oléagineuses (soja, colza,...), qui sont utilisées principalement comme huiles de table et de friture.
- Les huiles industrielles, parmi elle on trouve l'huile de lin riche en acide gras insaturés.

➤ Le tourteau de soja

Le soja est une excellente source de protéine de bonne qualité, est une matière première très utilisé en alimentation animale. (Benabdeljelil, 1999).

Les tourteaux de soja est une source d'acides aminés par excellence et surtout en lysine, ils représentent 50% de la production mondiale (johan, 2005).

Il s'agit du sous-produit de l'extraction de l'huile des graines oléagineuses du soja. C'est une matière première pauvre en matières grasses. Le tourteau de soja est la principale matière protéique, utilisée en alimentation des animaux (E.N.V.L., 2008). Le tourteau de soja est inclus dans les rations en pourcentages qui peuvent parfois dépasser 25%, sinon le pourcentage normatif ne dépasse pas les 20% (Fernandez et Ruiz Matas, 2003). Un excès de tourteau de soja dans la ration peut provoquer des fèces humides. La valeur d'énergie métabolisable des graines de soja crues est de 2800 kcal/kg, soit une valeur très éloignée de celle de 3500 kcal utilisée par l'industrie

pour les graines traitées. Le contenu énergétique est un inférieur à celui des céréales, leur valeur énergétique est 25 à 30% inférieure à celle du maïs. Ceci est dû à son faible pourcentage en amidon (moins de 15%) , en graisse et à son contenu en fibre relativement haut (5 à 10%). Le tourteau de soja est la seule matière première à présenter un taux élevé en lysine. Cette richesse est intéressante dans le sens de réduire les rejets azotés (de l'ordre de 15%). Par contre les protéagineux sont déficients en acides aminés soufrés et en tryptophane (Medjedel R et Sattafi H, 2017)

Par rapport d'autres sources des protéines végétales, le tourteau de soja contient peu de fibres et beaucoup d'énergies. Ainsi, lorsqu'il est correctement traité, ne contient aucune toxine ni aucun facteur antinutritionnel (Darwin et Britzman, 1994).



Figure 2: Le tourteau de soja (Feedipedia).

➤ Les produits de soja

Selon Nopa (1997), les différents produits de soja sont obtenus par séparation ou extraction des différents composants de soja, on distingue :

1. Le soja graine entière.
2. Les graines de soja broyées.
3. Le tourteau de soja extrait mécaniquement.
4. Le tourteau de soja kibbled .
5. Le tourteau de soja décortiqué extrait par solvant.
6. L'huile de soja.

2.3.1.2 Sources d'énergie

Les céréales et leurs coproduits représentent la principale source d'énergie des aliments composés, et par conséquent, l'aliment principal des monogastriques. Elles constituent un complément énergétique pour les ruminants. Le grain des céréales est un caryopse nu ou vêtu de ses glumelles. L'albumen est le constituant principal du grain des céréales. Les grains nus possédant les meilleures valeurs énergétiques, ils ont une proportion faible d'enveloppes et possédant une forte proportion d'albumen (Merck, 2003).

➤ Maïs (*Zea mays*)

L'espèce « *Zea mays* » est une graminée céréalière, vigoureuse, annuelle et à cycle court, (E.N.L.V.,2008). La constitution du caryopse du Maïs est comme suit :

- Une couche tégumentaire (enveloppe), représentant 7 à 10% du caryopse, formé principalement de cellulose, pauvre en protéines (10% de protéine brute) et de matière grasse.
- Une couche d'aleurone, représentant 8 à 10%, riche en protéine (20 à 25%).
- L'albumen : représente 70 à 75% du caryopse, riche en amidon (90%) et en protéine (10%) donc susceptible de former la plus grande partie de la farine.
- Germe ou embryon : représente 10 à 12% du caryopse, c'est la partie la plus riche en graisse (35 à 40%), en protéine (19 à 20%) et en vitamines, surtout en vitamine E et en vitamine du groupe B . Suivant la couleur de la graine on distingue des variétés à endosperme jaune, constituant une importante source en vitamine A (Drogoul et al., 2004).

Tableau 4 : Valeur nutritive du maïs.

Matière sèche%	Protéines brutes%	Cellulose brute %	Ca (gr/kg)	P (gr/kg)	Energie métabolisable (kal/kg)
86.42	9.57	2.46	0.05	0.3	3726

Source : (Drogoul et al., 2004).

**Figure 3** : le Maïs (Feedipedia).

2.3.1.3 Sources de cellulose

➤ La Luzerne (*Medicago sativa*)

C'est le fourrage le plus largement utilisé dans l'alimentation chez le lapin, sous formes déshydratée ou séchée (foin). D'après Perez et al.,(1994), la quasi-totalité des aliments destinés à ce dernier renferme de la luzerne déshydratée. Le foin de luzerne est incorporé à des nouveaux élevés sans effet de détérioration. Avec un taux moyen d'incorporation de 30%, elle apporte environ, deux tiers des constituants pariétaux, un tiers de l'apport d'énergie et de protéine. Le taux minimum recommandé de luzerne dans la ration est de 15% (Perez et al., 1998 ; Gidenne et al.,2004). Selon Perez (1998), la digestibilité de la luzerne et sa teneur en énergie digestible est de 1380 kcal/kg MS.

La consommation de luzerne peut conduire à la réduction de prise volontaire d'aliments par les animaux, à cause des « saponines » qu'elle contient. En effet, les saponines sont considérées comme des substances qui, bien que naturellement présentes dans les plantes, peuvent en diminuer la qualité nutritionnelle. Elles ont un effet majeur sur le goût des aliments, donc sur les quantités ingérées qui, dans des rations riches en saponines, provoquent chez les monogastriques des réductions

sensibles de croissance (Thiebeaut et al, 2003).



Figure 4 : La Luzerne (*Medicago sativa*) (Feedipedia).

Tableau 5 : Composition chimique de la luzerne étrangère (en % du produit brut)

	MS	MM	MAT	MG	CB	NDF	ADF	ADL	PD	ED	EM	PD/ED
Foin de luzerne	90	9.0	12.6	2.3	29.7	47.5	37.1	8.3	70.5	1610	1520	43.8
Luzerne Désydr.17	90	9.9	15.3	3.2	26.1	41.8	32.6	7.3	88.7	1770	1660	50.1
Luzerne Désydr.20	90	9.9	18.0	3.6	21.6	34.6	27	6.0	111.1	1890	1840	56.1

Source : (INRA., 2004).

MS : Matière sèche. MM : Matière minérale. MAT : Matières azotées totales. MG : Matière grasse. CB : Cellulose Brute. NDF : Neutral Detergent Fiber. ADF : Acide Détergent Fibre. ADL : Acide Détergent Lignine. PD : Protéine digestible en kcal par kg de produit brut. ED : énergie digestible en kcal par kg de produit brut. EM : énergie métabolisable en kcal par kg de produit brut

Tableau 6 : Composition chimique selon les stades phénologiques de la luzerne

Aliment.	MS%	MAT%	CB%	MM%	NDF%	ADF%
Luzerne cycle1 végétatif	15.8	25.2	30	10.8	52.2	25.8
Luzerne bourgeonnement	20.30	23.3	25.6	10.4	55.2	28.3
Luzerne début floraison	24.5	20.6	28.6	8	58.6	31.2
Luzerne gousses.	30.3	15.4	34.8	9.8	65.7	37.1
Luzerne cycle2 début floraison.	23.8	21.6	29.1	9	59.2	31.6
Luzerne floraison.	26.2	17.8	31.5	9.5	61.9	33.9
Luzerne fin floraison.	32.2	15.7	36.2	8.5	67.2	38.3
Luzerne cycle3 bourgeonnement	25.4	23.3	25.2	8.8	57.9	27.9
Luzerne début floraison	29.6	21.4	29.6	9.2	59.5	32.1
Luzerne floraison.	33.5	16.7	33.5	8.5	64.2	35.8
Luzerne cycle4 végétatif.	18.8	25.2	26.5	10.3	56.2	29.2
Luzerne bourgeonnement.	22.7	23.8	29.6	8	59.7	32.1
Luzerne début floraison.	25.1	21.2	30.3	8.6	60.5	32.8
Luzerne cycle5 végétatif	16.4	25	25.3	10.3	54.7	27.9
Luzerne foin.	88.5	16.8	33.6	10.7	64.3	35.9
Luzerne déshydratée.	91.2	20.7	25.5	10.5	55.1	28.2

Source : (Chibani et al., 2010).

Tableau 7 : Valeur énergétique de la luzerne.

Aliment.	EB (kcal/kgMs)	ED %	EM (kcal/kgMs)
Luzerne cycle1 végétatif	4797	73.6	2820
Luzerne bourgeonnement	4773	66	2518
Luzerne début floraison	4739	59.3	2251
Luzerne gousses.	4673	55.4	2086
Luzerne cycle2 début floraison.	4751	62.1	2360
Luzerne floraison.	4703	58.3	2205
Luzerne fin floraison.	4677	56.4	2119
Luzerne cycle3 bourgeonnement	4785	64	2447
Luzerne début floraison	4749	60.2	2286
Luzerne floraison.	4689	55.4	2091
Luzerne cycle4 végétatif.	4797	66.4	2535
Luzerne bourgeonnement.	4779	62.1	2362
Luzerne début floraison.	4746	58.3	2212

Luzerne cycle5 végétatif	4794	67.4	2575
Luzerne foin.	4691	58.8	2217
Luzerne déshydratée0.	4740	53.8	2051

Source : (Chibani et al., 2010).

2.4 Utilisation de l'aliment par le lapin

Pour permettre une meilleure expression des capacités zootechniques des lapins, la composition de la ration alimentaire doit satisfaire la totalité de leurs besoins en énergie, protéines équilibrées, cellulose et en minéraux et vitamines. a forme de présentation de l'aliment, les dimensions et la dureté du granulé sont aussi à prendre en considération pour permettre de meilleures performances (Lebas et al ., 1981).

CHAPITRE 3 :
MATIERES PREMIERES
INTRODUITES DANS L'ALIMENT DU
LAPIN

Chapitre 3 : Matières premières introduites dans l'aliment du lapin

3-1. Les matières premières utilisées en alimentation du lapin

L'alimentation peut représenter jusqu'à 60% des coûts de production (Gidenne et al., 2013). Ce coût tend à augmenter du fait de la hausse des prix des matières premières (Braine et Coutelet, 2012). Plusieurs recherches sont en quête de découvrir des matières ou des sous-produits pouvant être substitués aux matières premières conventionnelles. Gidenne (2015) mentionne que le lapin peut consommer une grande variété d'aliments, des graines aux plantes herbacées voire ligneuses et peut s'adapter à des environnements alimentaires très divers, du désert aux climats tempérés ou froids. Des travaux montrent la contribution de cette espèce à valoriser des ressources alimentaires locales n'entrant pas en concurrence avec l'alimentation humaine (Lebas, 1983; Lukefahr et Cheeke, 1991 ; Lukefahr, 2007; Oseni et Lukefahr, 2014) cités par Guermah, 2016) et pouvant être de moindre coût.

3.1.1. Les matières premières utilisées en alimentation conventionnelle du lapin

Dans les élevages rationnels, l'aliment granulé complet est utilisé exclusivement avec un réel impact économique. L'alimentation classique du lapin en élevage rationnel est basée principalement sur 3 sources complémentaires, le tourteau de soja pour leur apport en protéines, le maïs pour l'énergie et la luzerne pour son apport en fibres. Les fibres occupent une place très importante dans les formules d'aliments pour lapins. La luzerne déshydratée est la source de fibres la plus communément utilisée. Selon Maertens(2009), les fourrages peuvent être incorporés de 30% à 50 % dans l'aliment granulé pour lapins. Il est connu que les fourrages ont une influence sur les caractéristiques organoleptiques de la viande (Combes et Cauquil, 2006) ainsi que sur la santé et le bien-être du lapin (Liu et al. 2010). Le modèle standardisé basé sur l'utilisation des matières premières conventionnelles que sont le maïs et le tourteau de soja et la luzerne a été remis en

cause dès l'embargo américain sur le soja de 1973 sur l'Europe. Beaucoup de pays tentent dès lors d'assurer leur autonomie alimentaire par des décisions politiques (subventions, programmes de développement et de promotion de ressources locales..etc.) ou des programmes de recherche adaptés. Ce modèle commençait alors à être modifié selon la disponibilité de nouvelles sources d'où l'apparition du concept de sources alternatives afin de remplacer ces matières classiques. Les pays ayant l'ambition de développer la cuniculture sans produire ces trois matières et dont le prix pèse sur leur économie se sont orientés vers la valorisation de sources locales.

3.1.2. Sources alternatives aux matières premières conventionnelles

La recherche en alimentation cunicole vise à réduire la dépendance vis à vis de la luzerne, du maïs et du tourteau de soja par l'incorporation de matières premières alternatives et coproduits. Ces matières alternatives de préférence seraient locales et de moindre coût pour l'autonomie de la filière et sa rentabilité. Leur intégration nécessite la connaissance de leur valeur nutritive, de leur appétibilité, de leur innocuité, du taux optimal de leur incorporation et des performances zootechniques permises en croissance ou en maternité.

Une synthèse exhaustive de (1973-2003) a classé les matières premières utilisées en alimentation du lapin par catégories (Lebas, 2004 cité par Guermah, 2016) :

- Pas moins de 80 fourrages
- Les Céréales et leurs coproduits ont été mentionnés avec leur différents taux d'incorporation.
- D'autres coproduits non céréaliers utilisés comme sources d'énergie ont été classés en mentionnant les taux d'incorporation et les précautions inhérentes à leur utilisation.
- Des coproduits spécifiques à des régions ou des pays donnés ainsi que leur composition.
- L'incorporation de matières grasses et de graines d'oléagineux en vue d'élever la teneur en énergie digestible des aliments.
- 15 types de tourteaux dont le taux d'incorporation varie de 15 à 20 % ou plus,

fournissant jusqu'à 60% des protéines de l'aliment.

- Des coproduits agro-industriels utilisés principalement comme sources de fibres. Leur taux d'incorporation qui est parfois de 30%, leur disponibilité à moindre coût leur confèrent un grand intérêt en formulation d'aliments pour lapins.

3.2. Fourrages, gousses ou graines substitutifs à la luzerne

3.2.1 Les fourrages

3.2.1.1 Sulla

Sulla (*Hedysarum coronarium* et *Hedysarum Flexuosum*) sont une source de protéines et principalement de fibres avec un potentiel d'utilisation comparable à celui de la luzerne ou du bersim (Heuzé *et al.*, 2013). Kadi *et al.*, (2012) ont montré que l'utilisation du Sulla comme fourrage seul en alimentation du lapin peut couvrir les besoins d'entretiens et un taux important de croissance.

En Algérie notamment en Kabylie, *Hedysarum Flexuosum* en vert et sous forme de foin est largement utilisé en alimentation du gros bétail surtout le bovin laitier mais aussi dans les élevages traditionnels cynicoles (Kadi *et al.*, 2015).

La composition chimique d'un fourrage est plus influencée par le stade végétatif à la récolte que par son espèce botanique (Kadi *et al.*, 2012).

Selon Ben Emna (1991), le Sulla a une composition chimique voisine de celle du trèfle violet (*Trifolium pratense. L*) à l'exception de sa teneur en protéine brute qui est inférieure au stade floraison ; 13.3% contre 16,2%. A ce même stade, le Sulla est aussi plus pauvre en Ca (9.2%), Mg (2.4%) et en phosphore (2.9%) que la luzerne (*Medicago Sativa*) (Maymone *et al.*, 1951).

D'après Ben Jeddi (2005), le vieillissement du Sulla entraîne une diminution des teneurs en : protéines brutes, de matières grasses, et de substances minérales ; ainsi que la lignification des tiges. Picconi(1965) ; Ben Jeddi (2005) mentionnent que la teneur en cellulose brute du Sulla est inférieure à celle de la luzerne (*Medicago Sativa L.*) exploitée au même stade végétatif. En effet Ben Jeddi(2005) trouve des valeurs 15,5 vs 19,3 % en MAT% MS et 27.9 vs 30,5 CB %MS. Le foin sulla présente un niveau relativement élevé en cendres (12,5%) comme indiqué par Arab et

al.,(2009).

Le foin de Sulla est parmi les sources de cellulose, sa composition est proche de celle de la luzerne. Carbano et *al.*, (1992) a noté, quand il est substitué à la luzerne de 30%, un léger accroissement des performances est obtenu.

Tableau 8 : Composition et digestibilité du Sulla (*Hedysarum Flexuosum*) pour des lapin en croissance.

	Composition (% MS)		Digestibilité (%)
	Frais	Foin	
Matière sèche	57,9	88,5	52.3
Matières organiques	84,3	87,5	52.0
Minéraux	15,7	12,5	-
Protéines brutes	22,5	14,7	64.4
NDF	49,0	43,8	35.5
ADF	34,3	33,7	28.0
ADL	10,8	8,00	19.4
Energie (MJ/kg MS)	17,80	15,07	51.6
Protéines digestibles (g/kgMS)	-	-	145
Energie digestible (MJ/kgMS)	-	-	9.16

Source : Arab et al. , 2009 (Foin de Sulla)

Le coefficient de digestibilité apparente de l'énergie de Sulla était de 51,6 %, dans les normes généralement enregistrées avec les fourrages et qui varient de 45 à 65 % (Villamide et al., 2010a). Cette digestibilité énergétique correspond à 9,2 MJ/kg MS avec une erreur standard de 0,15 calculée par l'équation proposée par Villamide

(1996) pour l'estimation des valeurs énergétiques des ingrédients alimentaires par méthode directe. La valeur énergétique obtenue dans cet essai est légèrement supérieure à celle rapportée pour le même fourrage mais à un stade de maturité avancé et déterminée par la méthode de régression par Kadi et al., (2011) (9,2 vs 8,9 MJ/kg de MS). En plus de la différence de stade de récolte, la différence peut s'expliquer par la méthode de détermination et les niveaux élevés de fibres solubles. Selon Villamide et al., (2003), les estimations de la méthode de régression multiple sous-évaluent les valeurs de DE et de DCP alimentaires. De plus, le séchage et la granulation peuvent altérer la valeur nutritive (Lebas et al., 1975). De plus, la digestibilité du NDF et de l'ADF était élevée (35,5 et 28 % respectivement), ce qui suggère, comme le soupçonnent Kadi et al. (2011), que Sylla devrait contenir des fractions de fibres hautement digestibles pour le lapin, telles les pectines (Gidenne et al., 2010). Ainsi, le Sulla contient des polysaccharides de la paroi cellulaire qui pourraient être précieux pour le lapin.

3.2.2 Gousses ou graines

3.2.2.1 La Caroube (*Ceratonia siliqua*)

La caroube (*Ceratonia siliqua* L.) pousse naturellement dans toute la région méditerranéenne et produit des fruits sous forme de gousse. Il a été utilisé dans l'alimentation humaine et animale pendant des siècles. Il est principalement exploité pour la fabrication de la gomme de caroube (additif alimentaire E-410) (Rosil et al., 2002).

La farine de gousses de caroube a un goût et un arôme attrayants qui améliorent l'appétence des régimes pour lapins (Cheeke, 1987 ; Morton, 1987). Il est fréquemment inclus dans 2 à 3% du régime alimentaire lorsqu'il est principalement utilisé comme stimulant d'appétence (Oriani et al., 1997 ; Chrastinova et al., 2007). Il est un ingrédient riche en protéines (50% MS) avec une meilleure qualité protéique (lysine > 5% de protéines) que la farine de gousses. Il contient plus de matières grasses (> 5%) mais beaucoup moins de fibres (<5% de fibres brutes) que les gousses.

Les cosses de caroube ont une teneur élevée en fibres (33% NDF, 31% ADF DM). La teneur en lignine est particulièrement importante (8-25% MS) (Milad et al.,

2010). Les cabosses de caroube entières sont très utilisées en Algérie comme ingrédient, dans les petites unités familiales de lapins, en plus du son de blé, en particulier en été et en hiver (Berchiche et *al.*, 1994). La farine de caroube (gousses et graines) peut participer comme sources alternatives de fibre pour maïs et de tourteau de soja un niveau de 30% (Guenauoui, 2019).

Le principal intérêt nutritionnel des cabosses de caroube pour les lapins est leur forte teneur en sucre, qui fournit un contenu énergétique digestible relativement élevé inhabituel pour un produit contenant une grande quantité de lignine (Villamide et *al.*, 2010). Cette teneur élevée en lignine est également bénéfique pour l'équilibre des fibres nécessaire à la santé du tube digestif du lapin (Gidenne et *al.*, 2010). D'autre part, les cabosses de caroube ont une faible teneur en protéines de mauvaise qualité, étant clairement déficientes en lysine et en acides aminés soufrés par rapport aux besoins des lapins (Lebas 2004). De plus, les estimations de la digestibilité des protéines varient largement, de 20% (Villamide et *al.*, 2010) à 69% (Gasmi-Boubaker et *al.*, 2008).

La pulpe et les graines sont les deux principaux constituants de la gousse du caroubier et représentent respectivement 90% et 10% de son poids total. Selon plusieurs auteurs, la composition chimique de la pulpe dépend en général, du cultivar, de l'origine et parfois de la période de récolte (Albanell et *al.*, 1991). Selon les travaux d'Avallone et *al.*,(1997) et de Bengoechea et *al.*, (2008), la gousse de caroube est riche en hydrates de carbone et en fibres, elle contient une faible quantité de minéraux et des teneurs négligeables en lipides et en minéraux. Ces remarques corroborent aux résultats obtenus par Hamzaoui 2018, qui trouvent des teneurs en protéines de 24,54% de la MS et une teneur minérale de 2.4% de la MS%, une teneur en cellulose brute de 8,18 et la teneur en matières grasses de 7,61% de la MS. Par contre la composition chimique de la graine a été évaluée par Bouzouita et *al.*,(2007), qui a démontré que la graine était pauvre en minéraux, en fibres et en protéines, par contre elle contient une quantité appréciable de lipides. La teneur en tains est de 23,5 g/kg (Rosil et *al.*, 2002).

Tableau 9 : Valeur nutritive de la caroube.

MS (%)	PB	Flavonoides (mg/g)	(tanin)	Cendres (%)	Lipides(%)	EM(kgcal/kg)
90,40	30	0,44		2,83	6,6	3764,26
89,65	24,53	-		2,4	7,6	3529,15

Source :(Ozcan et la .,2007 ; Dakia et al .,2008, Hamzaoui, 2018).

3.2.2.2 Les pois fourrager

Les graines de pois chiches sont une source de protéines précieuse pour la nutrition animale (19-25% MS) ainsi que d'énergie, car elles contiennent de grandes quantités d'amidon. Leur teneur élevée en protéines est intermédiaire entre les céréales et les tourteaux (Castell et *al.*,1996 ; Feedipedia, 2011). Leur profil en acides aminés est bien équilibré en lysine (6-7% de la protéine) (Duranti et *al.*, 1997), mais déficients en acides aminés soufrés et la thréonine.

Les pois de grande culture pourraient être introduits sans problème jusqu'à 30% dans les aliments granulés pour lapins en croissance (Colin et *al.*, 1976 ; Franck et *al.*, 1978 ; Seroux, 1984).

Tableau 10 : Composition chimiques du pois fourrager.

Composant	MS	MM	PB	EE	FB	NDF	ADF	ADL	Ca	P
	88	3.4	22.0	1.2	5.7	13.0	7.0	0.4	0.10	0.40

Source : (Maertens et *al.*, 2001).

Les graines de pois chiches peuvent être utilisées en toute sécurité comme source de protéines pour la croissance et la reproduction des lapins (Alicata et *al.*, 1992 ; Roy et *al.*, 2002). En raison de leur faible niveau de fibres (tableau 10), les pois chiches ont une énergie digestible qui dépasse les besoins énergétiques des lapins, ce qui en fait une source d'énergie acceptable pour l'alimentation des lapins (Lebas, 1988 ; Nizza et *al.*, 1993).

3.2.2.3 Le fenugrec (*Trigonella foenum graecum*)

Le fenugrec, *Trigonella foenum graecum*, est une plante médicinale utilisée pour ses graines. Son usage est en petite quantité en alimentation animale. Sa teneur en protéines est très intéressante (tableau 11).

Abdel-Rahman *et al.*, (2016) ont étudié l'effet de trois préparations de fenugrec sur les performances (production de lait et sa composition ainsi que la croissance des lapereaux) de la lapine. La distribution du fenugrec a commencé 2 jours avant la parturition et a duré 15 jours en deux lactations successives. Le fenugrec a été donné sous formes de poudre mélangé avec la mélasse (1,5 g /jour), fenugrec germé mélangé avec la mélasse ou d'huile de fenugrec mélangé avec la mélasse.

La production laitière en début et milieu de lactation n'a pas été affectée par les traitements et celle en fin de lactation a été améliorée par le fenugrec germé et l'huile. Les lapines recevant le fenugrec en poudre et l'huile avaient leurs laits les plus riches en graisse, protéine, lactose, matières solides aussi bien en 1ère qu'en 2èmes lactation.

Le principe actif le diosgénine du fenugrec a été trouvée responsable de l'augmentation de la production d'estrogène, de la progestérone et de la prolactine chez le rat (Sulaiman *et al.*, 2008). L'amélioration de croissance des lapereaux a été aussi rapportée par Rashwan (1998) a rapporté que l'incorporation de fenugrec (12g /kg d'aliment) a amélioré la production laitière et le gain de poids des lapereaux au sevrage et a diminué leur mortalité avant sevrage. Par contre Eiben *et al.*, (2004), ont rapporté que la complémentation avec 6 g de fenugrec + 6 g d'anis /kg d'aliment n'a pas affecté la taille et le poids de la portée.

Tableau 11 : Composition chimique de graines de fenugrec.

Référence	1	2	3	4	5	6
Matière Sèche (%)	88,2	94,1	91,0	96,7	-	97,0
Cendres totales	3,3	4,6	4,2	3,9	2,9	-
Protéines brutes	25,8	28,6	26,0	22,0	25,9	25,6
Extrait Ethéré	6,5	6,2	5,0	11,5	6,9	4,8
Cellulose brute	6,3	14,0	-	7,8	6,9	
NDF	2,3	-	-	-	-	30,6
ADF	2,3	-	-	-	-	12,2
Lignine	0,4	-	-	-	-	-
Extractif non azoté	-	40,7	-	54,8	-	-
Carbohydate totaux	58,1	-	-	-	43,7	-
Source soluble	8,8	-	-	-	4,0	-
Source non réducteur	8,00	-	-	-	3,8	-
Source réducteur	0,8	-	-	-	0,3	-
Amidon	20,8	-	-	-		2,6

1-Kochhar et al (2006) ; 2-Elmnan et al.(2012) ; 3-Alamer et Basiouni,(2005) ; 4-Abo El-Nor et al.(2007) ;5-Hooda et Jood(2003) ;6-Abdouli et al.(2014).

3.3 Coproduits

Plusieurs sous-produits peuvent remplacer la luzerne en couvrant la totalité des besoins en fibres des lapins. Selon Perez et al., (1994), les sous-produits peuvent être discernés en deux classes, ceux à teneur élevées en fibre et des sous-produits à teneur moyennes (Tableau 12).

Tableau 12 : Composition chimique des sous-produits destinés au lapin comme source des fibres (en % du produit brut).

	MS	MM	MAT	MG	CB	NDF	ADF	ADL	dMAT	ED
Sous-produit :										
Sous-produit teneur élevée en fibre :										
Paille de blé	90	6,1	3,6	1,2	39,5	75	47,4	8	20	650
Coque de tournesol	90	3,4	5,4	4	46,8	69,3	56,2	20,2	15	1030
Marc de raisin	90	8,1	11,7	5,4	28	56	48	30	15	1070
Marc de pomme		6,7	9,3	5,9	22,1		30,7	12,7	-	-
Peau/ grain de tomate		3,6	25	21,6	37,2	51	-	6,7	-	-
Coque de soja	90	4,6	12,2	2	35,5	58,8	42,6	2,1	50	1720
Farine d'herbe	90	12,6	14,4	3,6	22,5	46	25	5	55	1940
Paille du blé traitée	90	7,3	3,2	0,8	36,5	69,4	44,4	7,5	25	880
T. Pépins de raisin	90	3,6	9,9	1,4	44,1	73	65	55	10	670
Sous-produit teneurs moyenne en fibres :										
Le son de blé	88	5,3	15,8	4,4	10,2	42,8	12,8	3,5	73	2410
pulpes d'agrumes	90	6,7	5,9	2,7	13,3	22	15,5	1,6	60	2700
pulpes betterave	90	7,2	9	1	18	42,8	21,2	1,8	50	2480
Coque de cacao	90	8	16,4	5	18,3	39	30	14	50	1980

Source :Perez et al., (1994).

3.3.1 Les sous -produits à teneurs élevées en fibres

3.3.1.1 La paille de blé

C'est un composant fréquemment utilisé dans l'aliment du lapin. Elle fournit une proportion élevée en CB de faible digestibilité (dADF= 15%) alors que sa teneur en ED est faible (665 kcal ED/kg MS) (De blas et *al.*, 1989).

Afin d'améliorer sa valeur nutritive, la paille peut être traitée avec la soude (Partridge et *al.*, 1984 ; Payne et *al.*, 1984) sans risque majeur sur la santé des lapins. Villamide(1989), a obtenu une valeur énergétique de la paille traitée avec NaOH de 1030 kcal ED/kg de MS.

Selon Lebas et *al.*,(2001) l'incorporation de la paille de blé à raison de 10 ou 20% en substitution à un aliment de base contenant 16% de PB et 17% d'ADF, permet d'obtenir des vitesses de croissance élevées, supérieures à 45g/j.

D'après Carabano et Fraga, (1992), les aspects technologiques de la manufacture des aliments autorisent un niveau d'incorporation de la paille de 10 à 15%.

3.3.1.2 Les sous-produits des industries oléicoles (Les grignons d'olive)

C'est le sous-produit qui résulte de l'extraction de l'huile des olives entières et broyées. Le grignon brut est constitué de pulpes pressées et de noyaux. Le grignon brut

dénoyauté est obtenu après séparation du noyau de la pulpe, par tamisage ou ventilation. Selon Martinez et Fernadez (1980), la valeur énergétique de ce sous-produit pour le lapin est de 1000 kcal ED/kg de MS.

La composition chimique du grignon d'olive varie dans de très larges limites. Elle dépend des facteurs intrinsèques du fruit (variété, stade de maturité), du procédé d'extraction de l'huile et aussi de l'épuisement par solvant (Nefzaoui, 1985).

Tableau 13 : Composition chimique de différents types de grignons (en % par rapport à la matière sèche).

Type de grainions	Brut	Epuisé non tamisé	Tamisé gras	Epuisé tamisé
MS (%)	69,8 – 95,0	86,0 – 95,0	89 ,0 – 94.08	88,2 – 90,5
MM (%)	3,4 – 14,7	5,8 – 9,3	10,3 – 25,3	11,0 – 22,3
MAT (%)	5,0 – 10,3	12,4 – 16,2	6,8 – 9,0	2,0 – 6,5
MG (%)	3 – 12,6	1,1 – 7,4	6,9 – 15,0	2,0 – 6,5
Cellulose	32,0 – 47,5	32,6-53,3 12	12,0 – 33,5	14,5 – 23,3

Source :(Nefzaoui, 1985).

Carabano et Fraga (1992), rapportent que le niveau maximum d'incorporation des grignons est de 5-8%. Cependant un taux plus élevé de 23% n'a eu aucun effet négatif sur les performances de croissance du lapin (Ben rayana et al., 1994).

3.3.1.3 La peau de tomate et le marc

Les sous-produits de la tomate sont riches en lysine, sont bien équilibrée en acides aminés soufrés et pauvres en thréonine (Gippert et *al.*, 1988). Les peaux de tomates séchées obtenues dans les conserveries ont été incluses dans l'alimentation des lapins en croissance jusqu'à 20% (Battaglini et *al.*, 1978).

L'incorporation des peaux de tomates à des niveaux de 4,8 et 12 % ne semble pas avoir d'influence négative sur le coefficient de digestibilité des parois cellulaires, mais baisse la digestibilité des protéines (Falcaoet *al.*, 1986).

D'apprêt Battaglini et Constantine (1978) ; ont observé que la valeur énergétique des peaux de tomates est plus faible que celle des grains et peaux de tomates. Ceci serait dû à sa faible teneur en extrait éthéré (MG) et à sa teneur élevée en fibres.

Le marc de tomate séché est un ingrédient précieux pour nourrir les lapins. C'est

l'un des rares produits à être simultanément riches en énergie digestible (Gippert et *al.*, 1988), principalement en raison de la forte teneur en lipides, riche en protéines digestibles (71-74% de digestibilité (Battaglini et *al.*, 1978 ; Gippert et *al.*, 1988) et également riche en fibres, en particulier en lignine. Cette dernière prévient les maladies digestives chez le lapin (Gidenne et *al.*, 2010).

Sellon Gippert et *al.*, (1988), pour les lapins en croissance, le marc de tomate séchée peut être introduit dans l'alimentation jusqu'à 20%. Il peut remplacer la luzerne (Alicata et *al.*, 1988) ou le maïs en grains (El-Razik, 1996).

3.3.1.4 Marc de pomme

Schurc et *al.*, (1980) obtiennent une baisse de GMQ quand le marc de pomme est incorporé à des niveaux supérieurs à 10%. En dépit de ses teneurs en lignine (12,7%) relativement élevées, Gippert et *al.*, (1988), ont montré une valeur énergétique des marcs de pomme de 2600 kcal/kg de MS. Cependant, INRA(1984) propose une valeur de 1822 kcal/kg de MS.

3.3.1.5 Le marc de raisin

Le marc de raisin est un aliment de valeur nutritionnelle modérée à faible. Sa teneur en protéines est d'environ 14% de MS (11-16%) et sa teneur en fibres est généralement élevée (ADF de 55% MS allant de 43 à 66%) avec des niveaux exceptionnels de lignine (33% de MS, variant de 19 à 46%) (Bekhit et *al.*, 2016). Le marc de raisin contient 4 à 8% de MS sous forme de lipides, en raison de la présence de ses graines riches en huile (Zheng Yi et *al.*, 2012).

3.3.2 Sous-produit teneurs moyenne en fibres

3.3.2.1 Le Son de blé

C'est un sous-produit largement utilisé dans les aliments de lapin pour son appétibilité. A faible densité, il améliore la quantité du granulé (Carabano et Fraga, 1992). Son taux d'incorporation est contredit entre auteurs. En effet Carabano et Fraga, 1992, proposent un niveau d'incorporation de 25 à 30%. Alors que de Blas et *al.*, 2010, indiquent un intervalle

plus large entre 15 et 35 %. Cependant, Berchiche et *al.*, (2000) rapportent la possibilité de son incorporation jusqu'à 55%. Le son de blé est plus riche en ces nutriments que le grain entier. Fekete et Gippert, 1986, lui attribuent une valeur énergétique de 3132 kcal/kg de MS. Le son de blé est relativement riche en protéines (14-19% MS, parfois plus) et en minéraux (4-7% MS), notamment en calcium (0,07-0,2% MS) et en phosphore (0,9-1,3% MS). Il devrait également contenir environ 15 à 30% de MS d'amidon (Feedipedia, 2011). Selon Boudouma et *al.*, (2000), sa teneur en CB varie de 9,38 à 13,87% .

La digestibilité des PB est élevées (76%) mais les teneurs en lysine et tryptophane sont faibles (Carabano et Fraga, 1992).

Dans le contexte algérien le son de blé dur constitue une source alimentaire locale et économique qui peut être un substitut partiel au maïs, ainsi qu'aux tourteaux et à luzerne (Lounaouci et *al.*, 2011). Selon le même auteur, l'incorporation de taux élevés (50 à 60%) de son du blé dur n'affecte pas la viabilité des lapins, ni l'ingestion, ni leur croissance. Elle a cependant eu un effet dépressif sur la digestibilité de la matière sèche et de l'énergie (Lounaouci et *al.*, 2011).

Tableau 14 : Composition chimique du son de blé dur.

Composition chimique (%du brut)	MS	MM	MAT	NDF	ADF	ADL	ED (MJ/kg)
Son du blé dur	89,1	51	15,8	39,7	11,9	3,6	16,2

Source : (Lounaouci et *al.*, 2011).

3.3.2.2 La pulpe de betterave

La pulpe de betterave déshydratée est une source de fibres digestibles les plus couramment incorporée dans l'alimentation du lapin pourrait remplacer la luzerne déshydratée (Carabano et *al.*, 1997). La concentration en énergie digestible "ED" de la pulpe de betterave est estimée à 2750 kcal/kg brut. Sa teneur en protéines digestibles est de 57 g/kg brut (Gidenne et *al.*, 2007). La digestibilité moyenne des protéines brutes de la pulpe est estimée à 74,4%. Ses protéines sont déficientes en acides aminés soufrés et relativement riches en lysine (Lebas, 2013).

L'incorporation en quantité modérée de pulpe de betterave semble avoir un effet synergétique sur la digestibilité des fibres de la luzerne.

Selon Franck et Seroux (1980) , le niveau maximum d'incorporation de la pulpe de betterave est de 15-20

Tableau 15 : Composition chimique de la pulpe de betterave.

Critères, g/kg brut (/kg Sec)	PB	NDF	ADF	ADL	MM	EB kcal/kg brut
Analyses	77 (89)	440(509)	196(227)	19 (22)	83 (96)	3563(4124)
Valeurs des tables INRA	81 (86)	405(455)	206(231)	9 (21)	68 (76)	3620(4062)

Source :(Gidenne et *al.*, 2007).

3.3.2.3 La pulpe d'agrumes

La pulpe d'agrumes séchée peut également remplacer totalement la farine de luzerne en tant que source de fibres dans l'alimentation des lapins et améliorer les gains de poids vif (Coloni *et al.*, 2009). Sa teneur est élevée en fibres (environ 20% de NDF dans la MS) et faible en lignine. Sa teneur en protéines est faible environ 5-10% MS.

Sa teneur en protéines est élevée soit en moyenne 30% de MS (Carabano et Fraga , 1992).

Ainsi, Martinez et Fernandez (1980), estiment la teneur en ED à 3800 kcal ED/kg de MS, lorsque la pulpe d'agrumes est offerte comme seul ingrédient. Cependant, les résultats obtenus par De blas et Villamide (1989), signalent que cette teneur dépend des niveaux de fibres de l'aliment de base (3130 et 2700 kcal ED/ Kg de MS).

Selon Martinez et Fernandez(1980), indique que le niveau maximum de pulpes d'agrumes recommandé dans les aliments pratiques sont de 10 à 15%.

3.4 Autres coproduits

3.4.1 Les drêches de brasserie

Les drêches de brasserie sont définies, comme étant les résidus séchés de malt d'orge, seuls ou mélangés avec d'autres céréales, résultant de la fabrication du moût ou de la bière et pouvant contenir du houblon séché pulvérisé en quantité n'excédant pas 3% (Westendorf et Whort, 2002).

Les drêches, sont utilisables sous trois formes (humides, ensilées ou déshydratées), leurs richesse en protéines (20-33%%) et en fibre (ADF 17-26%) en fait d'elles une source intéressante de bonne valeur alimentaire (Quemere *et al.*, 1983) (tableau 16). Cependant, leur composition chimique est variable en fonction de la variété d'orge, du moment de la récolte, du maltage et du broyage, ainsi que de la qualité et du type d'adjuvants ajoutés dans le processus de brassage (Huige, 1994 ; Santos *et al.*, 2003 et Westendorf et Wohlt, 2014).

Tableau 16 : Composition chimique des drêches de brasserie confrontée à celles obtenues par d'autres auteurs.

	MS (%)	MM (%)	PB (%)	EB MJ/Kg	NDF (%)	ADF (%)	ADL (%)
Présent étude	89.2	11.12	20.0	18.2	60.4	21.1	4.7
Maertens et al ., (2002)	91.9	3.9	24.1	-	52.8	20.4	5.4
Maertens.,Salifou (1997)	93.3	6.3	23.6	22.4	62.4	19.7	-
Guermah et al., (2016)	92.3	-	20.6	19.9	49.1	19.2	37
Lima et al .,(2018)	90.4	5.3	37.9	20.1	51.7	22.1	-
Harouz-Cherifi et al (2018a)	90.1	5.4	20.4	19.9	60.2	21.3	4.3

Cherifi (2018), rapporte des 5.4 taux d'incorporation allant de 20 à 30%. Néanmoins, incorporées à 40% dans un essai réalisé par Harouz-Cherifi *et al.* (2018a), elles n'ont pas affecté les performances de croissance des lapins, ni l'indice de consommation, de plus elles ont permet de réduire le coût de l'aliment.

Les drêches de brasserie sont de hautes valeurs nutritives(Tableau17) (Westendorf et Wohlt, 2002).

Tableau 17 : Valeur nutritive des drêches de brasserie pour le lapin.

	Fernandez Carmona et al. (1996).	Salifou et Maretens (1997	Guermah et al. (2016)	Lima et al. (2017)
ED MJ/kg MS	13.8	10.6	11.66	11.2
PD %	-	15.3	15.7	15.6

3.5 Méthodes de détermination de la valeur nutritive de matières premières utilisées chez le lapin

D'importants progrès ont été réalisés dans l'estimation des valeurs nutritives des matières premières utilisées dans les aliments pour lapins. Plusieurs méthodes sont utilisées (Maertens et Lebas, 1989; Villamide, 1996; Villamide et al., 2001, 2003, 2010 et 2016 cités par Guermah, 2016). Elles sont basées sur les mesures de digestibilité fécale, dont la méthode a été standardisée en 1995 par le groupe EGRAN (Perez et al., 1995). On cite la méthode directe ou les indirectes ou les méthodes de prédiction.

La méthode directe est basée sur l'utilisation de la matière première à tester comme seul aliment lorsqu'elle n'est pas inappétente et que sa composition est proche à celle d'un aliment pour lapins (Maertens et De Groote, 1981).

Les méthodes indirectes déterminent la valeur nutritive des matières premières et coproduits en alimentation du lapin en croissance. Parmi celles-ci, la méthode de substitution ou par différence (Villamide et al., 2001). Elle est basée sur l'utilisation d'un taux d'incorporation unique. Elle consiste en une substitution d'une certaine quantité de l'aliment de base par la matière première à étudier. Une mesure de digestibilité des deux aliments est effectuée. La valeur nutritive (ED et PD) de la matière étudiée sera alors estimée après calcul par différence de sa digestibilité par rapport au régime de base. (Maertens et Lebas, 1989). Des équations de prédiction de la valeur nutritive ont été développées, (Maertens et al., 1988; 1990).

D'autres techniques peuvent aussi être utilisées dans l'estimation de la valeur nutritive des matières premières destinées aux lapins. L'estimation de la digestibilité par la méthode *in vitro* n'est pas très largement utilisée chez le lapin (Ramos et al., 1992; Villamide et al., 2009). Villamide et al., (2016), ont étudié la prédiction de la digestibilité iléale et fécale de l'azote et des acides aminés par la méthode *in vitro* de quelques matières premières communément utilisées en alimentation du lapin.

Une autre méthode, instrumentale aux multiples avantages mais peu utilisée, c'est la Spectrométrie proche infrarouge ou NIRS (Near-Infrared reflectance Spectroscopy), (Given et al.,1997; Xiccato et al.,1999; 2003; Pérez-Marín et al., 2012).

Des équations de prédiction de la valeur nutritive ont été développées, (Maertens et al.,1988; 1990). Lorsque seule la composition chimique et/ou la valeur nutritive correspondante pour d'autres espèces tels que les ruminants sont disponibles, ces équations de prédiction peuvent être utilisées pour des sources alimentaires locales ou nouvelles (Lebas, 2016).

PARTIE :
EXPERIMENTALE

CHAPITRE 1 :
MATERIELS ET METHODES

Chapitre 1 : Matériels et méthodes

Objectifs

Le principal problème en alimentation du lapin en Algérie réside dans la composition de son granulé formulé à partir de matières premières importées. La luzerne déshydratée est l'une des matières premières dont la part est très importante en formulation. Elle est pourvoyeuse de la teneur en fibre nécessaire à la bonne digestion du lapin. L'objectif de cette recherche est de trouver des sources végétales locales et à moindre coût pouvant remplacer la luzerne déshydratée.

1.1. Les Articles traités publiés ou in thèses de doctorat.

Numéro	Titre	Auteurs	Références
1	Nutritive value of fresh sulla (<i>Hedysarum flexuosum</i>) as sole feed for growing rabbits.	Kadi S.A.	Thèse de doctorat : Alimentation du lapin de chair : valorisation de sources de fibres disponibles en Algérie 2012, Univ. Mouloud Mammeri Tizi Ouzou
2	Nutritive value of ash leaves (<i>Fraxinus angustifolia</i>) for growing rabbits	Djellal F., Kadi S.A., Madani T., Abbas K., Bannelier C., Gidenne T.	Journal of animal and food Research, 2017, Vol. 7, issue 4, 72-78.
3	Digestibilité et valeur nutritive des feuilles de frêne commun (<i>Fraxinus excelsior</i>) fraîches récoltées en automne pour les lapins en croissance	Djellal F., Kadi S.A., Madani T., Abbas K., Gidenne T.	Thèse de doctorat : Valeur nutritive pour le lapin en croissance des feuilles de deux espèces de frêne (<i>Fraxinus angustifolia</i> et <i>Fraxinus excelsior</i>). 2018. Univ. Ferhat Abass. Sétif.

1.2. Présentation des premières pages d'articles

Article 1

NUTRITIVE VALUE OF FRESH SULLA (*HEDYSARUM FLEXUOSUM*) AS SOLE FEED FOR GROWING RABBITS

Article in préparation

I. ABSTRACT

For determining the nutritive value of Sulla (*Hedysarum flexuosum*), containing organic matter (OM) 84.3; crude protein (CP) 22.5; neutral detergent fibre (NDF) 49.0; acid detergent fibre (ADF) 34.3; acid detergent lignin (ADL) 10.8 % on dry matter (DM) basis, sixteen rabbits of Algerian white local population (individually caged) weaned at 35d old (mean body weight: 541 ± 29 g) were fed *ad libitum* fresh green Sulla as a sole feed during five weeks. The faecal digestibility of the Sulla was measured between 49 and 53 days of age on 12 rabbits. The digestibility of DM, OM, CP, NDF and ADF was 52.3; 52; 64.4; 35.5 and 28%, respectively. The average DM intake reached 114.2 g/d ($125.6 \text{ g/kg LW}^{0.75}$), while the digestible CP intake was 17.7g/d ($19.5 \text{ g/kg LW}^{0.75}$ d) and that of digestible energy (DE) was 1.05 MJ/d ($1.15 \text{ MJ/kg LW}^{0.75}$). These digestible nutrients intake allowed to meet not only the maintenance requirement, but also to support a growth rate of 18.9 g/d. The digestible energy concentration of the fresh Sulla was calculated as $9.2 \pm 0.15 \text{ MJ/kg DM}$, while the digestibility of crude protein was estimated to 64.4%, corresponding to a digestible crude protein concentration of $145 \pm 1.8 \text{ g DCP/kg DM}$. Harvested at young stage of growth, Sulla could thus be considered as a good and balanced fibre source for the growing rabbit and comparable to other good quality forages such as alfalfa and ryegrass.

Key words: growing rabbit, digestibility, fresh Sulla (*Hedysarum flexuosum*), growth

Article 2

2017 Scientific Publication

Online Journal of Animal and Feed Research

Volume 7, Issue 4, 72-78, July 26, 2017



NUTRITIVE VALUE OF ASH LEAVES (*Fraxinus angustifolia*) FOR GROWING RABBITS

Farid DJELLAL^{1,2}, Si Ammar KADI², Toufik MADANI³, Khaled ABBAS³, Carole BANNELIER⁴ and Thierry GIDENNE⁴¹Département d'Agronomie, FSNV, Université Ferhat Abbas, UN1901, Sétif, Algérie²Département des Sciences Agronomiques, Université M. MAMMERI, UN1501, Tizi-Ouzou, Algérie³INRAA, Antenne de Sétif, 19000, Algérie⁴GenPhySE, Université de Toulouse, INRA, INPT, INP, ENVT, Castanet Tolosan, France

*Email: fariddjellal@yahoo.fr

ABSTRACT: The digestibility and nutritive value of ash (*Fraxinus angustifolia*) leaves, harvested in autumn was determined (direct method), using ten rabbits (individually caged) weaned at 35d old (mean body weight: 911g) fed *ad libitum* only fresh ash leaves during 16 days. Ash leaves composition was organic matter (OM) 89.3%, crude protein (CP) 14.6%, neutral detergent fibre (NDF) 39.4, acid detergent fibre (ADF) 28.3, acid detergent lignin (ADL) 16.1% on dry matter (DM) basis. The faecal digestibility of the ash leaves was measured between 48 and 52 days old. The digestibility of OM, CP, NDF and ADF were 74, 67, 59 and 59%, respectively. The concentration of digestible energy and digestible protein of the ash leaves was estimated to 13.6 ± 0.90 MJ/kg DM and 98 ± 10.43 g/kg DM, respectively. In general, ash leaves harvested in autumn could be considered as a good source of fibre and energy for the growing rabbit. Therefore, incorporating ash leaves moderately in a pelleted and balanced diet with a sufficient level of ingestion should be considered in ration formulation of growing rabbits.

Keywords: Ash leaves, *Fraxinus angustifolia*, nutritive value, autumn, digestibility, growing Rabbits

Article 3

Digestibilité et valeur nutritive des feuilles de frêne commun (*Fraxinus excelsior*) fraîches récoltées en automne pour les lapins en croissanceDjellal F.^{1*}, Kadi S.A.², Madani T.¹, Abbas K.³, Gidenne T.⁴¹Département d'agronomie, FSNV, Université Ferhat Abbas-UFAS-1- 19000, Sétif, Algérie²Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques, Université M. MAMMERI, UN1501, Tizi-Ouzou, Algérie³INRAA, Antenne de Sétif, 19000, Algérie⁴GeoprogSE, Université de Toulouse, INRA, INPT, INP-ENVT, Castanet-Tolosan, France

*Corresponding author: fariddjellal@yahoo.fr

ABSTRACT: Ten local Algerian white rabbits, weaned at 44d old (mean body weight: 881 ± 54 g) individually caged, were used to determine the nutritive value, by direct method, of fresh Ash leaves (*Fraxinus excelsior*) harvested in autumn season. Fresh green Ash leaves containing organic matter (MO) 87.9, crude proteins (CP) 13.1, NDF 42.0, ADF 25.9 and ADL 12.0 % on dry matter (DM) basis, were harvested daily and distributed *ad libitum* as sole ration for the rabbits during 16 days for digestibility assay ; 12 days for the adaptation period and 04 days for collection period. The faecal digestibility of the Ash leaves was measured between 48 and 51 day sold. All nutrients had a high coefficient of digestibility. The digestibility of OM, CP, NDF and ADF were 65, 61, 50 and 44% respectively. The estimated concentration of digestible energy (DE) and digestible crude protein (DCP) of the Ash leaves was 11.86 ± 0.50 MJ and 79.72 ± 3.96 g/kg DM respectively. The individual daily DM intake was 118.58 g, 145 g per kg body weight and 152 g per kg metabolic weight. With an average daily ingestion of 1.41 ± 0.16 MJ of DE and 9.46 ± 1.06 g of DCP, the rabbits covered well their maintenance requirements, with even positive daily body weight gain during the trial period. Therefore, the Ash leaves (*Fraxinus excelsior*) harvested in autumn can be considered as an energy and fibre source for growing rabbits.

Key words: rabbit, autumn, fresh Ash leaves (*Fraxinus excelsior*), nutritive value, digestibility

1.3. Matériels et méthodes

Le tableau 18 décrit les protocoles expérimentaux appliqués dans les articles.

Tableau 18 : Description de l'expérimentation

Numéro	Animaux	Age (j) et poids au sevrage(g)	Feuilles utilisées seules <i>ad libitum</i>	Essai
1	Lapins de population blanche	Age 35 Poids moyen 541	Sulla (<i>Hedysarum flexuosum</i>) 24 après récolte	- Digestibilité : 14 jours d'adaptation 4j essai - test de croissance : 35-70 j
2		Age 35 Poids moyen 911	Frêne / feuilles fraîches (<i>Fraxinus angustifolia</i>)	- Digestibilité 12 j d'adaptation 4j d'essai
3		Age 44 Poids moyen 881	Frêne / feuilles fraîches (<i>Fraxinus excelsior</i>)	- Digestibilité 12 j d'adaptation 4j d'essai

1.4. Méthodes analytiques

Les analyses chimiques sur les fourrages de Sulla et fèces (12 échantillons) ont été réalisées au laboratoire INRA (UMR 1289 TANDEM) en France, selon les méthodes ISO et compte tenu des recommandations proposées par le groupe EGRAN (EGRAN, 2001) : matière sèche (ISO6496:1999), cendres brutes (ISO5984:2002), protéines brutes (N×6.25, Dumasmethod, ISO16634-2:2009), énergie (ISO9831:1998) et fibres (NDF, ADF et acide détergent lignine).

Les analyses chimiques sur les feuilles de frêne (*Fraxinus angustifolia*) et (*Fraxinus excelsior*) ont été réalisées à l'INRA de Toulouse (UMR 1388 GenPhySe, France). La matière sèche, les cendres brutes, les protéines brutes (N x 6,25), l'énergie (calorimètre adiabatique Parr), les fibres de Van Soest (NDF, ADF et ADL) ont été mesurées sur les feuilles de frêne et les fèces selon les procédures harmonisées EGRAN (EGRAN, 2001).

1.5. Essai de croissance Sulla [1]

L'expérience s'est déroulée entre avril et mai, à des températures comprises entre 15 et 23 °C. Au cours des 5 semaines de l'expérience, les lapins ont été nourris à volonté.

L'offre et le refus de Sulla ont été pesés au préalable afin de déterminer la ration de la veille.

CHAPITRE 2 :

RESULTATS ET DISCUSSION

Chapitre 2 : Résultats et discussion

2 Résultats et discussion

2.1. Valeur alimentaires des feuilles fraîches de Sulla et de Frêne des articles [1], [2] et [3]

Le tableau 19 présente la composition chimique des feuilles fraîches, les coefficients apparents de digestibilité du Sulla in [1], ceux de frêne *angustifolia* in [2] et *excelsior* in [3] comparées à la luzerne.

Tableau 19 : Composition chimique des feuilles fraîches de Sulla et de Frêne comparées à la luzerne.

Composants	Composition chimique						
	Sulla (<i>Hedysarum flexuosum</i>)		Frêne [2] et [3]				Luzerne* (<i>Medicago sativa</i>)
	g/kg MF	g/kg MS	(<i>Fraxinus angustifolia</i>)		(<i>Fraxinus excelsior</i>)		
g/kg MF			g/kg MS	g/kg MF	g/kg MS	g/kg MS	
Matière sèche (MS)	579		410	-	461	-	-
Matière organique (MO)	488	843	366	893	405	879	890
Cendres	90	157	44	107	56	121	110
Protéine brute	130	225	60	146.7	60	131	170
NDF	284	490	162	394	194	420	464
ADF	199	343	108	283	120	259	362
ADL	62	108	62	161	55	120	81
Énergie (MJ/kg MS)	10.27	17.75	7.65	19.39	8.84	19.18	-

Kadi et al 2012 Sulla (*Hedysarum flexuosum*), Djalal et al 2017 Frêne (*Fraxinus angustifolia*), Djalal et al 2018 Frêne (*Fraxinus excelsior*), Maertens et al. (2002)* Luzerne (*Medicago sativa*)

L'analyse chimique a montré une teneur en protéines brutes très intéressante (225 g/kg MS) et est supérieure à celle rapportée pour un fourrage de luzerne déshydraté de 170g/kg MS (Maertens et al., 2002) et 200 g/kg MS (Villamide et al., 2010). Les valeurs obtenues par Kadi et al., (2011) pour la même plante à des stades de maturité différents en floraison et en foin (séché au soleil) sont de (225 vs 166 g/kg MS).

La teneur en protéines brutes du *Fraxinus angustifolia* et *excelsior* sont respectivement de 146.7 et de 131 g/ kg MS. Le frêne indépendamment de l'espèce présente des teneurs en protéines brutes assez intéressantes. Comparativement entre Sulla et les deux espèces de frêne, le Sulla est de loin le plus riche en protéines brutes. Ce dernier appartient aux familles des légumineuses réputées pour leur richesse en cet élément cité, alors que le frêne fait partie des Oléacées non réputée pour cette qualité. La concentration en énergie brute (EB) de Sulla est de 10,27 MJ/kg de feuilles fraîches et 17,75 MJ/kg de MS. Cette valeur est proche de celle obtenu sur Sulla séché au soleil récolté en fin de croissance soit 17, 1 MJ/kg de MS (Kadi et al., 2011). Elle est proche de la valeur donnée par Perez et al., (1998) pour la luzerne (17,9 MJ/kg MS). Les feuilles de frêne présentent des teneurs en énergie brute de 7,76 vs 8,84 MJ/kg de feuilles fraîches et de 19,39 vs 19,18 MJ/ kg MS *Angustifolia* vs *Excelsior*.

La teneur du Sulla en NDF est importante (490 g/kg MS) et supérieure à la valeur rapportée pour la luzerne (464 g/kg MS) Maertens, 2002. Tel que rapporté par Kadi et al., (2011), *H. flexuosum* pourrait être considéré comme une source de fibres équilibrée pour le lapin. La teneur obtenue sur Sulla est supérieure à celles des frênes 394 et 464 g / kg MS respectivement l'*Angustifolia* et l'*excelsior*.

La teneur en d'ADF de Sulla est de 343 g/kg MS inférieure à celle de la luzerne soit 360 g/ kg MS trouvée par Maertens et al.,(2002), mais supérieure à la valeur rapportée par Villamide et al., (2010) pour la luzerne soit (300 g/kg MS). La teneur du *Fraxinus excelsior* en ADF est de 362g / kg MS, elle excède celle du Sulla et celle du *Fraxinus angustifolia* dont la teneur est de 283g / kg MS.

La teneur du Sulla en ADL est de 108g/kg MS. Les feuilles de frênes sont riches en ADL, 161g / kg MS pour l'*angustifolia* et 81 g / kg MS pour l'*excelsior*. Ces deux genres sont riches en lignines, alors que la plupart des jeunes fourrages contiennent moins de 50 g de lignine/kg (Gidenne et al., 2010).

Le tableau présente digestibilité des feuilles fraîches et la valeur nutritive du *Sulla* in [1], ceux de *Fraxinus angustifolia* in [2] et *excelsior* in [3] comparées à la luzerne.

Tableau 20 : Valeur nutritive du *Sulla* in [1] et Valeur nutritive des feuilles fraîches de *Fraxinus angustifolia* in [2] et *excelsiorin* [3].

	Digestibilité		
	Sulla (<i>Hedysarum flexuosum</i>)	Frêne	
		<i>Fraxinus angustifolia</i>	<i>Fraxinus excelsior</i>
Matière sèche (MS)	52.3	75	67.1
Matière organique (MO)	52.0	74	65.2
Protéine brute	64.4	67	60.9
(NDF)	35.5	-	50.1
(ADF)	28.0	59	43.9
(ADL)	19.4	-	-
Énergie	51.6	59	61.9
Valeur nutritive			
DP (g)	145	98.08	79.72
DE (MJ/ kg MS)	9.16	13.53	11.86

2.2. Valeur nutritive de *Sulla* [1] et des feuilles fraîches de Frêne des articles [2] et [3]

La digestibilité de la matière sèche est de loin meilleure chez les feuilles de frêne de 75 % pour *F. angustifolia* et de 67 % pour *F. excelsior* comparativement au *Sulla* qui présente que digestibilité de la MS de 52%.

La teneur en protéines brutes digestibles de 145 g/kg MS. Le coefficient de digestibilité apparent de la protéine de *Sulla* est de 64,4%. Il est comparable à celui d'un foin de luzerne soit 64% rapportée par Fernandez-Carmona et al., (1998). La digestibilité des feuilles de frênes est proche à celle du *Sulla* elle est de 67% pour l'*angustifolia* et de 61% pour l'*excelsior*, alors que leurs teneurs en protéines digestibles sont respectivement de 98,08 et 79,72 g / kg MS. Selon Villamide et al., (2010), la digestion des protéines chez les jeunes lapins est limitée pour l'ensemble des fourrages.

Le coefficient de digestibilité apparente de l'énergie de *Sulla* est de 51,6 %, . Selon Villamide et al.,(2010), les normes enregistrées avec les fourrages varient entre 45 à 65 % . Cette digestibilité énergétique correspond à 9,2 MJ/kg MS. La valeur énergétique obtenue dans cet essai est légèrement supérieure à celle rapportée pour le même fourrage mais à un stade de maturité avancé et déterminée par la méthode de régression par Kadi et al., (2011) (9,2 vs 8,9 MJ/kg MS). Le coefficient de digestibilité de l'énergie du Frêne est de 59% pour l'*angustifolia* et de 62% pour l'*excelsior* il correspond respectivement à 13,53 et 11,86 MJ / kg MS.

La digestibilité des parois NDF, l'ADF et ADL sont respectivement de 35,5% ; 28% et 19,4% pour le *Sulla*. Le Frêne présente des fractions plus digestes comparativement au *Sulla*. La digestibilité de NDF est de 50% pour le *F. excelsior*, 59 % celle de l'ADF pour cette même espèce, et elle est de 44% pour *F. Excelsior*. Le *Sulla* et le frêne devraient contenir des fractions de fibres hautement digestibles pour le lapin, telles les pectines (Gidenne et al., 2010). Ces deux genres peuvent contenir des polysaccharides de la paroi cellulaire qui pourraient être intéressants pour le lapin.

2.3. Croissance des lapins nourris par des feuilles fraîches de *Sulla* de l'article [1]

Les paramètres de croissance de lapins nourris avec du *Sulla* vert seul sont présentés dans le tableau 21. Le poids vif individuel au sevrage est de 541g. A 49j les lapins ont accusés un poids moyen individuel de 874g et atteignent un poids de 1039g à 63j.

La période de croissance de 35 à 49j est caractérisée par un gain de poids moyen quotidien 22,4 avec un extrême de 30g/j. La quantité ingérée est de 214,3g/j en MF et de 124g en MS/j, durant cette période l'indice de consommation est de 5,2 avec un écart très faible entre les extrêmes.

Durant la période de 49 à 63j le gain de poids moyen est de 14,2, les quantités ingérées en frais et en sec sont respectivement de 185,9 et 107,7 g/j, on remarque une diminution des quantités ingérées qui s'est répercutée négativement sur le gain de poids, alors que l'indice de consommation est de 6,9 avec un extrême supérieur de 9,1. Ce qui caractérise toute la période d'engraissement par les feuilles de *Sulla* fraîches et distribuées comme seul aliment, soit de 35j à 63j un GMQ moyen de 19,9, une quantité ingérée de 197,3 en frais et 114.2g/j en sec et un indice de consommation de 6,5.

Selon Kadi(2012), au cours de la dernière semaine, la quasi-totalité (81 %) des lapins ont perdu du poids ($-8,4 \pm 2,4$ g/j).

En raison de leur physiologie digestive particulière, les lapins sont capables d'obtenir de bonnes performances de croissance avec des régimes riches en fibres (Cheeke, 1986). Mais au-dessus du niveau de fibres de 180-210 ADF g kg⁻¹, les lapins à l'engraissement ne sont pas en mesure de maintenir l'apport en ED, et les régimes riches en fibres (plus de 350 g ADF kg⁻¹ MS) diminuent le gain quotidien moyen et le taux de conversion alimentaire de 30 % et 50 %, respectivement (De Blas et Mateos, 2010). Aussi, cette altération pourrait s'expliquer par les niveaux de fibres les plus élevés dans le *Sulla* à ce stade de maturité (floraison) notamment l'ADF qui atteint 381 g/kg MS et entraîne une augmentation des risques sanitaires. Selon Feugier et al.,(2006), une teneur trop élevée en ADF augmente le risque de mortalité et de morbidité.

Table 21: Performances de croissance des lapins alimentés uniquement par des feuilles de Sulla fraîches.

	Moyenne ± SEM	Extrêmes
Nombre de lapins.	16	-
Poids vif (35d), g	541 ± 29	404 – 746
Période 35 – 49 j		
Poids vif à 49 j, g	874 ± 43	508 – 1137
GMQ g/j	22.4 ± 2.0	8.9 – 30.1
Qi, g/j, MF	214.3 ± 12	197.3 – 231.2
Qi, g/j, MS	124.1 ± 7	114.2 – 134
IC, g/g MS	5.2 ± 0.2	5.1 – 5.3
Période 49 – 63 j		
Poids vif à 63 j, g	1039 ± 53	671 – 1134
GMQ, g/j	14.2 ± 1.2	5.9 – 19.8
Qi, g/Jmf	185.9 ± 6	186.1 – 197.3
Qi, g/j, base MS	107.7 ± 5.7	101.1 – 114.2
IC, g/g; Base MS	6.9 ± 1	5.3 – 9.1
Période 35 – 63 j		
Gain de poids, g/j	18.9 ± 3.3	6.2 - 36.9
Qi, g/j, MF	197.3 ± 11	174 – 231
Qi, g/j, MS	114.2 ± 7.1	69.5 – 133.9
IC, g/g, MS	6.5 ± 1	5.1 - 9.1

GMQ, Gain moyen quotidien

Qi : quantité ingerée

IC: indice de consommation

Le Sulla avait une appétence élevée pour les lapins, comme l'indique l'apport volontaire élevé de matière sèche (tableau22). En effet, les lapins ont montré une adaptation rapide au Sulla frais puisque leur taux de croissance a atteint 22,4 g/j pendant la période post-sevrage (35 – 49j) pour une ration alimentaire journalière

de 124 g MS correspondant à 214 g MF. Pour toute la période (35 – 63 j), l'apport journalier a atteint $114 \pm 7,1$ g de MS et 197 ± 11 g de matière fraîche. Perez et al., (1998), ont également signalé une consommation plus élevée de MS de luzerne comme aliment unique (137 g/j) déshydratée ou en granulée. Selon De Blas et al., (1986), les régimes riches en fibres agrandissent le tube digestif des lapins ce qui permet d'augmenter les quantités ingérées. De plus, Fraga et al., (1991), ont rapporté que les fourrages frais stimulent la croissance de l'estomac, ce qui explique une capacité de prise alimentaire plus élevée. De plus, Lebas (1983), a noté que bien que les lapins ne soient pas capables d'obtenir autant d'énergie de la fibre que les ruminants, ils peuvent consommer une grande quantité d'aliments suffisante pour couvrir leurs besoins énergétiques. La valeur du taux de conversion alimentaire (IC) dépassait en moyenne 6 et allait de 5,1 à 9,1. Il se dégrade linéairement avec le stade de maturité. L'apport plus élevé de MS a entraîné un apport plus élevé d'autres nutriments tels que les protéines brutes. Les apports journaliers moyens en protéines brutes digestibles (DPB) ($17,7 \pm 1,1$ g/j) et en énergie digestible ($1045,3 \pm 65$ kJ/j) ont permis une croissance de 18,9 g/j pour toute la période de l'essai.

Tableau 22 : Nutriments ingérés uniquement des feuilles fraîches de Sulla par des lapins en croissance durant la période de 35 à 63.

	Moyenne \pm écart type	Extrême
Nombre de lapins	16	
Apport en matière sèche (MSI) (g/ j)	114.2 ± 7.1	69.5 – 133.9
MSI/kg P^{0,75} (g/j)	125.6 ± 15.4	98 – 169
Apport en Protéines Brutes (IPB) (g/j)	25.7 ± 1.6	22.7 - 30.2
PB digestible (g/j)	17.7 ± 1.1	15.7 - 20.7
PB digestible (g/kg P^{0,75}).	19.5 ± 2.4	15 - 26
Apport d'ED (kJ/ j)	1045.3 ± 65	925 - 1225
Consommation d'ED (kJ/kg P^{0,75}/j)	1149 ± 141.2	898 - 1542

CONCLUSION

Conclusion

Parmi les solutions proposées pour diminuer le prix de l'aliment lapin, est de substituer certaines matières premières importées par des matières premières locales. La luzerne est une source de protéines et de fibres de haute valeur nutritive. Cette étude a montré qu'elle peut être remplacée dignement par le Sulla et de moindre degré par le Frêne avec ses deux espèces l' *angustifolia* et l'*excelsior*.

Le Sulla est de loin la plante la plus riche en protéines brutes et en NDF respectivement (225g/kg MS de PB et de 490g/kg MS de NDF).

La valeur nutritive des feuilles fraîches de Sulla distribuées comme seul aliment a été estimée à 9,96MJ pour l'énergie digestible et à 145g pour les protéines digestibles avec des apports en fibres 490g/kg MS respectivement. La valeur nutritive des feuilles de frêne *F. angustifolia* et *F. excelsior* frêne commun a été estimée respectivement à: 13,63 et 11,86 MJ pour l'énergie digestible et à 98,08g et 79,72g pour les protéines digestibles avec des apports en fibres de 394 et 420 g NDF/kg MS respectivement.

Les résultats obtenus montrent que les valeurs nutritives de Sulla et des feuilles de frêne sont intéressantes. Ces plantes pourraient être considérées comme une bonne source d'énergie, de protéines et de fibres pour les lapins en croissance. La valeur nutritive du Sulla est meilleure que celle du Frêne et celle de la luzerne.

Les feuilles de Sulla distribuées seules à des lapins en croissance leur ont permis d'accuser des gains moyens quotidiens, d'où son intérêt.

En recommandations, on suggère :

- D'introduire ces feuilles dans les formules alimentaires des lapins en croissance notamment dans les régions du pays qui accusent une production élevée.
- D'analyser les métabolites secondaires, leur teneur en tanin est déterminante pour les classer comme fourrage de grand intérêt.

LES REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Les références bibliographiques

- **Abdel-Azeem A.S., Abdel-Azim A.M., Darwish A.A., Omar E.M., 2007.** Body weight and carcass traits in four pure breeds of rabbits and their crosses under Egyptian environmental conditions. The 5th Inter.Con.on Rabbit Prod. in Hot Clim., Hurghada, Egypt, 67- 80.
- **Abdel-Rahman H., Said Ibrahim F., Mohamed E.A., Shima R.M., Abeer A.n., 2016.** Physiological Studies On The Effect Of Fenugreek On Productive Performance Of White New-Zealand Rabbit Does. Food And Nutrition Science. 2016. 7. 1276-1289.
- **Abdoui H., H. Missaoui, S. Jellali, L. Tayachi et K.B. Saikat. 2014a.** Chemical composition, in vitro nitrogen digestibility and gas production of sweet and bitter fenugreek seed genotypes. Journal of New Sciences, 9, 26-33.
- **Abo El-Nor S.A.H., Khattab H.M., Al-Alamy H.A., Salem FA., And Abdou M.M., 2007.** Effect Of Some Medicinal Plants Seeds In The Rations On The Productive Performance Of Lactating Buffaloes. International Journal Of Dairy Science. 2(4):348-355.
- **Alamer M., Basiouni G., 2005.** Feeding effects of Fenugreek Seeds (*Trigonella Foenum-Graecum* L.) On Lactation Performance, Some Plasma Constituents and Growth Hormone Level in Goats, Pakistanian Journal of Biology Science. 25:28-46.
- **Albanell E., Caja G. and Plaixats J. (1991),** Characterization of Spanish carob pod and nutritive value of carob kibbles, Options Méditerranéennes N°16, pp. 135- 136.
- **Alicata, M. L., Bonanno, A., Alabiso, M. ; Portolano, B., Stimolo, M. C., 1992.** Further trials on the use of chick-peas in growing rabbit feeding. J. Appl. Rabbit Res., 15 (B): 1025-1932, 5th World Rabbit Congress, Oregon .
- **Arab H., Haddi M.L., Mehennaoui S. 2009.** Evaluation de la valeur nutritive par la composition chimique des principaux fourrages des zones arides et semi-arides en Algérie. Sciences & Technologie C, -30:50-58.
- **Avallone R, Plessi M., Baraldi M. and Monzani A. (1997),** Determination of Chemical Composition of Carob (*Ceratonia siliqua*): Protein, Fat, Carbohydrates, and Tannins, Journal of food composition and analysis, Vol.10, pp.166–172

- **Battaglini, M ., Constantin, F., 1978.** Sous-produits de l'industrie de la tomate dans l'alimentation des lapins en croissance Conglicultura, 15 (10) : 19-22.
- **Bekhit, A. E. A. ; Cheng, V. J. ; Harrison, R. ; Ye ZhiJing ; Bekhit, A. A. ; Ng, T. B. ; Kong LingMing, 2016.** Technological aspects of by-product utilization. In: Bordiga, M. (Ed.), 2016. Valorization of wine making by-products. CRC Press, 117-198.
- **Benabdeljelil.K, 1999.** L'incorporation du soja , graines entières extrudées dans l'alimentation du poulet de chaire, Effet sur les performances de croissance Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II , Maroc
- **Ben Emna, M., 1991.** Analyse du système fourrager de l'agrocombinat El Alem et perspectives d'amélioration. Mémoire de fin d'études du cycle de spécialisation de l'I.N.A Tunisie. 136p.
- **Ben Jeddi, F., 2005.** Hedysarum coronarium L. : variation génétique, créationvariétale et utilisation dans les rotations tunisienne. Thèse du doctorat, Hammamet,Tunisie.
- **Bengoechea B, A. Romero, A. Villanueva, G. Moreno, M. Alaiz, F. Millán, A. Guerrero and M.C. Puppo, (2008),** Composition and structure of carob (*Ceratonia siliqua* L.) germ proteins Food Chemistry, Vol. 107, N°2, pp. 675-683.
- **Ben Rayana A., Bergaoui R., Ben Hammouda M., Kayouli C., 1994.**Incorporation du grignon d'olive dans l'alimentation des lapereaux. World Rabbit Science. 2(3), 127-134.
- **Berchiche M., 1985.** Valorisation des protéines de la fèverole par le lapin en croissance, Thèse de doctorat de l'institut national polytechnique de Toulouse.
- **Berchiche M., Lebas F., 1994.** Rabbit rearing in Algeria: family farming the Tizi-ouzou area. First international conference on rabbit production in hot climates, 8 September 1994, Cairo, Egypt. Cahiers Option Mediterranean, vol.8- CIHEAM-IAMZ 1994.
- **Berchiche M., Lounaouci G., Lebas F., Lamboley B. 1999.** Utilisation of 3 diets based on different protein sources by Algerian local growing rabbits. Cahiers Options Méditerranéennes., 4: 51-55.
- **Berchiche M., Kadi S.A etLebas F., (2000):** Valorization of weath by products by growing rabbits of locale Algerian population. Proceedings of the

7th World Rabbit Congress

- **Boudouma D et Berchiche M., (2000)** : composition chimique de son de blé dur Algériens. 3èmes Journées de la recherche sur les productions Animales 13-14-15 Nov, Tizi-Ouzou ; p 249-252.
- **Bouzouita N., A. Khaldi, S. Zgoulli, L. Chebil, R. Chekki, M.M. Chaabouni an P. Thonart, (2007)**, The analysis of crude and purified locust bean gum: A comparison of samples from different carob tree populations in Tunisia Food Chemistry Vol. 101, N°4, pp. 1508-1515.
- **Braine A., Coutelet G., 2012.** Economie de la filière cunicole française. Situation à l'automne 2012. Cuniculture Magazine, 39, 67-74.
- **Broekhuizen S., Bouman E., Went W., 1986.** Variations in timing of nursing in the brown hair (*Lepus europaeus*) and the european rabbit (*Oryctolagus cuniculus*). Mamm. Rev., 16, 139-144
- **Camacho J., Baselga M. 1990.** Estimation des corrélations génétiques entre caractères de reproduction et de croissance à travers la réponse à la sélection. 5ème Journ. Rech. Cunicole ; Paris, France, Communication 66.
- **Carabaño, R.; Fraga, M. J., 1992.** The use of local feeds for rabbits. Options Méditerranéennes - Série Séminaires, 17: 141-158.
- **Castell, A. G. ; Guenter, W. ; Igbasan, F. A., 1996.** Nutritive value of peas for nonruminant diets. Anim. Feed Sci. Technol., 60: 209-227.
- **Cerrent E. Launay., Gtroislouehea. Viard F., Davoust C. Leroux C. 2007.** Impact, d'une substance d'amidon par des lipides Sur PIC du lapin en fin d'engraissement INZO BP19,
 -
- **Chander H et Kumar G. 2017.** A Study on the Potential of *Azolla pinnata* as Livestock Feed Supplement for Climate Change Adaptation and Mitigation. Climate resilient agriculture in Himalayas Characterization and comparisons of five N₂-fixing *Azolla*-*Anabaena* associations. I.
- **Cheeke P. R. 1986.** Potentials of Rabbit Production in Tropical and Subtropical Agricultural Systems. J Anim Sci 1986. 63:1581-1586.
- **Cheeke P. R., 1987.** Rabbit Feeding and Nutrition. New York Academic Press, 1987.
- **Chibani C. ; Chabaca R. ; Boulberhane D., 2010.** Fourrages algériens : 1.

Composition chimique et modèles de prédiction de la valeur énergétique et azotée. *Livestock Research for Rural Development*, 22 (8).

- **Colin, M. ; Lebas, F., 1976.** Emploi du tourteau de colza, de la féverole et du pois dans l'alimentation du Lapin en croissance. 1er Congrès International Cunicole, Dijon, 31 mars-2 avril 1976, communication n° 24.
- **Coloni, R. D. ; Lui, J. F. ; Malheiros, E. B., 2009.** Citrus pulp use of the feeding of growth in rabbits. *PUBVET*, 3 (14): 353.
- **Combes S., Cauquil L., 2006.** Viande de lapin et oméga 3 : Une alimentation riche en luzerne permet d'enrichir la viande des lapins en oméga 3. *Viande et Produits Carnés*, 25 (2) 31-35
- **Coureaud G., Fortun-Lamothe L., Rodel H.G., Monclus R., Schaal B. 2008.** Le lapereau en développement : données comportementales, alimentaires et sensorielles sur la période naissance sevrage. *INRA Prod.Anim.*, 21(3). 231-238.
- **Coutelet G., 2015a.** Gestion technico-économique des éleveurs de lapins de chair, programme Renaceb et Renalap, Résultats 2014, 64p.
- **Coutelet G., 2015b.** Réseau de fermes de références cunicoles. Programme Cunimieux, Résultats de la campagne 2013-2014, 50p.
- **Coutelet G., 2014.** Centralisation des GTE des éleveurs de lapins de chair : Programmes RENACEB et RENALAP (résultats 2013). Comité de pilotage octobre 2014, Paris.
- **Cucchiara, R., 1989.** Sulla in the nutrition of meat rabbits. *Rivista di Coniglicoltura*, 26:39-42.
- **Dakia. P.-A, Blecker. CH, Robert. CH, Wathelet. B, and Paquot. M, 2008.** Composition and physicochemical properties of locust bean gum extracted from whole seeds by acid or water dehulling pre-treatment. *Food Hydrocol.* 22, 807-818.
- **Darwin.G et Britzman, 1994.** Nutrient Requirements of poultry, neuvième édition révisée, 1994.
- **De Blas J.C., Santoma G., Carabano R., Fraga M.J., 1986.** Fibre and starch levels in fattening rabbit diets. *J. Anim. Sci.* 63, 1897–1904.

- **De blas J.C., Villamide M., JetCarabano R., (1989):** Nutritive value of cereal by-products for rabbits. 1. Wheat straw. J. App. Rabbit Rest.12.
- **De Blas C., Mateos, G.G. 2010.** Feed formulation. In: De Blas, C., Wiseman, J. (Eds.), Nutrition of the rabbit, CABI, 222-232.
- **Djellal F , 2018.** Valeur nutritive pour le lapin en croissance des feuilles de deux espèces de frêne (*Fraxinus angustifolia* et *Fraxinus excelsior*). Sétif: université Ferhat Abbas Sétif 1. p72-78.
- **De la Fuente L.F., and. Rosell J.M., 2012.** Body weight and body condition of breeding rabbits in commercial units. J. Anim Sci 2012, 90, 3252-3258.
- **De Rechambeau H. 1989.** Génétique du lapin domestique pour la production de viande. INRA. Prod. Anim., (4), 287-295.
- **Djago A. Yaou. Kpodekon M. révision par F. Lebas (2007).** Méthodes et Techniques d'Élevage du Lapin Élevage en Milieu tropical, Editeur : Association "Cuniculture" 31450 Corronsac – France <http://www.cuniculture.info/Docs/Elevage/Tropic-01.htm>. pp 71.
- **Drogoul C., Qadaud R., Joseph M.M., Jussiaur., Lisberney M.J., Maugeol B., Maantmeas L., Tarrita, 2004,** Nutrition et alimentation des animaux d'élevages. Tomes 2.61p
- **Duranti, M. ; Gius, C., 1997.** Legume seeds: protein content and nutritional value. Field Crops Res., 53 (1/3): 31-45.
- **Eiben C., Rashwan, A., Kustos, K., Katalin G_Dor-Surmann And Szendr, Zs., 2004.** Effects Of Anise And Fenugreek Supplementation On Performance Of Rabbit Does, Proc, 8th World Rabbit Congress, Puebla, Mexico, 7-10 Sept.
- **EGRAN 2001.** Technical note: Attempts to harmonise chemical analyses of feeds and faeces, for rabbit feed evaluation. World Rabbit Sci., 9: 57-64.
- **El-Razik, W. A., 1996.** Effect of substitution of tomato pomace for corn in growing rabbit diets on growth performance and carcass traits. Egyptian J. Rabbit Sci., 6 (1): 79- 86.
- **E.N.V.L., 2008.** Utilisation des tourteaux.
- **Elmnan A., Balgees A., and Mangara J.L., 2012.** Effect Of Fenugreek (*Trigonella Foenm Greacum*) Seed Dietary Levels On Lipid Profile And Body Weight Gain Of Rats. Pakistan Journal Of Nutrition.11 (11): 1004-1008.
- Falacaoet E. Cunha et Lebas, (1986) : Influence chez les lapins adulte de l'origine et du taux de lignine alimentaire sur la digestibilité de la ration et l'importance de la caecotrophie .4eme journée de la recherche cunicole.

- **Feedipedia:** An on-line encyclopedia of animal feeds, Animal Feed Resources Information System - INRA CIRAD AFZ and FAO, 2012-2015.
- **FeketsS et Gippert J., (1986):** Digestibility and nutritive value of nineteen important feedstuffs for rabbits. *J. appl. Rabbit Res.* 9, 103-10
- **FeketeS.,Hullar I., Febel H. 1989.** Rabbit digestion and blood composition after fat or oil addition to the feed. *J.Appl. Rabbit Res.*, 9,103-108.
- **Fernandez-Carmona, J.; Cervera, C.; Blas, E., 1996.** Prediction of the energy value of rabbit feeds varying widely in fibre content. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 64 (1): 61-75.
- **Fernandez-Carmona J., Bernat F., Cervera C., Pascual J.J., 1998.** High lucerne diets for growing rabbits. *World Rabbit Sci.*, 6: 237-240.
- **Fernandes S., Kanayama J.S., Scapinello C., Sartori J.R. 2011.** Genetic group x temperature interaction effects on physiological response and growth performance of rabbit. *Livestock science* 03 027. DOI. 10.1016/j.
- **Fernandez. V, Ruiz. M, 2003.** Técnico en ganadería, Volume 1. Técnico en ganadería, Volume 1. Editeur : Culural, 2003. 556 pages. 27 Fournier. 2005. *Elevage des lapins* .Ed ARTEMIS .P95
- **Feugier A., Smit M.N., Fortun-Lamothe L., Gidenne T. 2006.** Fibre and protein requirements of early weaned rabbits and the interaction with weaning age: effects on digestive health and growth performance. *Animal Science* 82, 493–500.
- **Finzi A., 1990.** Recherches pour la sélection de souches de lapins thermo tolérants. *Options Méditerranéennes, Séries A : Séminaires Méditerranéens.* N° 8 . 41-45.
- **Fortun-Lamothe L., Gidenne T. 2003.** Besoins nutritionnels du lapereau et stratégie d'alimentation autour du sevrage. *INRA Prod. Anim.* 16(1). 39-47.
- **Fortun-Lamothe L., Gidenne T. 2008.** Filière cunicole Française et système d'élevage. *INRA Prod. Anim.* n°3.
- **Fournier. 2005.** *Elevage des lapins* .Ed ARTEMIS .P95

- **Fraga M. J., Ayala P. P, Carabano R., De Blas J.C. 1991.** Effect of type of fiber on the rate of passage and on the contribution of soft feces to nutrient intake of finishing rabbits. *J. Anim. Sci.*, 69:1566-1574
- **Franck, Y., Lebas, F.; Lesecq, L., Bourgon, M., Leuillet, M., 1978.** Utilisation des pois des champs pour les lapins. 2èmes journées de la recherche cunicole, Toulouse, Communication 9, 9.1-9.8.
- **Garreau H., Hurtaud J., Drouilhet L., 2013.** Estimation des paramètres génétiques de la croissance et de l'efficacité alimentaire dans deux lignées commerciales. 15èmes Journées de la Recherche Cunicole, 19-20 novembre 2013, Le Mans, France, 15-18.
- **Gasmi-Boubaker, A., Bergaoui, R., Khaldi, A., Mosquera-Mosada, M. R. ; Ketata, A., 2008.** First attempt to study carob pulp utilization in rabbit feeding. *World J. Agric. Sci.*, 4 (1): 67-70.
- **Gidenne T, 1996.** Conséquences digestives de l'ingestion de fibres et d'amidon chez le lapin en croissance : vers une meilleure définition des besoins. *INRA Prod. Anim.*, (4), 243-254
- **Gidenne T., Arveux P., Madec O. 2001.** The effect of the quality of the dietary lignocellulose on digestion, zootechnical performance and health of the growing rabbit. *Anim. Sci.* 73. 97-104.
- **Gidenne T., 2003.** Fibres alimentaire et prévention des troubles digestifs chez le lapin en croissance : rôles respectifs des fibres digestibles et peu digestibles. 10ème J.Rech. Cunicoles Fr., Paris 19-20 novembre 2003, p:29-32
- **Gidenne T., Mirabito L., Jehl N., Perez J.M., Arveux P., Bourdillon A., Briens C., Duperray J., Corrent E. 2004.** Impact of replacing starch by digestible fibre, at two levels of lignocellulose, on digestion, growth and digestive health of the rabbit. *Anim. Sci.* 78: 389-398.
- **Gidenne T., Lebas F., 2005.** Le comportement alimentaire du lapin. 11èmes Journées de la Recherche Cunicole, 29-30 novembre 2009, Paris, 184-196.
- **Gidenne T., Garcia J., 2006.** Nutritional strategies improving the digestive health of the weaned rabbit . In recent advances in rabbit sciences (Ed.) L.Maertens and P. Coudert , 229- 237
- **Gidenne T., Carabaño R., Badiola I., 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. 12èmes J R C, 27-28 nov, Le Mans, France.

- **Gidenne T., Carabaño R., García J., De Blas C. 2010.** Fibre Digestion. In: De Blas, C., Wiseman, J. (Eds.), Nutrition of the rabbit, CABI, 66-82.
- **Gidenne T., García J., Lebas F., Licois D. 2010.** Nutrition and Feeding Strategy: Interactions with Pathology. In: De Blas, C., Wiseman, J. (Eds.), Nutrition of the rabbit, CABI, 179-199.
- **Gidenne T., Aubert C., Drouilhet L., Garreau H., 2013.** L'efficacité alimentaire en cuniculture: impacts technico-économiques et environnementaux. 15èmes Journées de la Recherche Cunicole, 19-20 novembre 2013, Le Mans, France, 113.
- **Gidenne T., 2015.** Le lapin de la biologie à l'élevage. Editions Quae, 78026 Versailles cedex, France. 33
- **Guenaoui, M., Guemour, D. J., & Meliani, S., 2019** Evaluation of chemical composition of carob meal (*Ceratonia siliqua*) and its effect on growth performance in fattening rabbits
- **Gipfert T., LaczaSetHullar J., (1988):** Utilization of agricultural by products in the nutrition of rabbit. 4th W.R.S.A. cong, Budapest; hungary October 10-14, 3: 163-171.
- **Givens D.I., De Boever J.L. Deaville E.R. 1997.** The principles practices and some future applications of near infrared spectroscopy for predicting the nutritive value of foods for animals and humans. Nutr. Res. Rev. 10, 83-114.
- **Guemour D., 2011.** Adaptation des systèmes d'élevage des animaux domestiques aux conditions climatiques et socio-économiques des zones semi-arides : Cas de l'élevage cunicole de la région de Tiaret. Thèse de doctorat. Université d'Oran. 125 pages. theses.univ-oran1.dz/document/13201132t.pdf.
- **Hamzaoui F.Z., 2018.** Valorisation du zizyphus lotus et ceratonia siliqua pour la substitution de la luzerne déshydratée dans l'alimentation du lapin .Master

- **Harouz-Cherifi Z., Kadi S.A., Mouhous A., Bannelier C., Berchiche M., Gidenne T. 2018a.** Effect of simplified feeding based only on wheat bran and brewer's grain on rabbit performance and economic efficiency. *World Rabbit Sci.* 2018, 26: 27-34.
- **Heuzé,V., Trang,G., Bastianelli,D., Archimed,H., Sauvant, D., 2013.** Importance of introducing the cultivation of legumes mainly Sulla (*Hedysarum coronarium L.*) variety Bikra 21, in the farming systems. Constantine, Algérie.
- **Hooda S., Jood S. 2003.** Effect Of Soaking and Germination On Nutrient And Antinutrient Contents Of (*Trigonella Foenum Graecum L.*), *J Food Biochem* 27:165-176.
- **Huige N.J., 1994.** Brewery by-products and effluents, in: Hardwick, W.A. (Ed.), *Handbook of Brewing.* Marcel Dekker, New York, pp. 501–550.
- **INRA.2004.** Tables des compositions et de valeur nutritive des matières première destinées aux animaux d'élevage : Porc, volailles, bovins, caprins, lapins, chevaux, poissons. In :Guemour D., Bannelier C., Dellal A., Gidenne T. *World Rabbit Sci.* 18: 17- 25.
- **Johann.Fickler, 2005.** Surveillez la teneur en acides amines des tourteaux de soja.
- **Kadi S.A., Belaid Gater N., Chebat F. 2004.** Inclusion of crude olivecake in growing rabbits : Effet on growth and slaughter yield. 8th W.R.C. Puebla. Mexico. 1202-1207.
- **Kadi S.A., Guermah H., Bannelier C., Berchiche M., Gidenne T. 2011.** Nutritive value of sundried sulla (*Hedysarum flexuosum*), and its effect on performance and carcass characteristics of the growing rabbit. *World Rabbit Sci.*, 19: 151-159.
- **Kadi SA (2012).** Alimentation de lapin de chair : Valorisation de sources de fibres disponible en Algérie. Thèse de doctorat, Université Mouloud Mammeri de TiziOuzou (Algérie), 143 p.
- **Kadi SA, Belaidi-Gater N, Oudai H, Bannelier C and Berchiche M and Gidenne T. (2012).** Nutritive value of fresh Sulla (*Hedysarum flexuosum*) as a

sole feed for growing rabbits. In Proceeding 10th World Rabbit Congress, 2012 September, Sharm El-Sheikh, Egypt, 507-511.

- **Kadi, S.A., Guermah, H., Mouhous, A., Djellal, F., Berchiche M., 2015.** Sulla flexuosa (*Hedysarum flexuosum*): an not well-known forage legume of the Mediterranean coast. In: Actas AEL nr. 6. EUCARPIA International Symposium on Protein Crops, V Meeting AEL, Pontevedra, Spain, May 4-7 2015, 127-128.
- **Kochhar A, Nagi M, Sachdeva R., 2006.** Proximate Composition, Available Carbohydrates, Dietary Fibre and Anti Nutritional Factors of Selected Traditional Medicinal Plants. *J Hum Ecol* 19(3):195-199.
- **Lakabi-loualitene D., Lounaouci-Ouyed G., Berchiche M., Lebas F., Fortun-Lamothe L. ,2008.** The effects of the complete replacement of barley and soybean meal with hard wheat by-products on diet digestibility, growth and slaughter traits of a local Algerian rabbit population. *World Rabbit Sci.*2008, 16: 99-106.
- **Lazzaroni C., Luzi F.M.G. 2005.** Productive performance of Carmagnola Grey Rabbits from birth to weaning. 55th annual Meeting of the European association for Animal Production. Bled Slovniq. 5-9 Septeber 2004.
- **Larzul C., Gondret F. 2005.** Aspects génétique de la croissance et de la qualité de la viande chez le lapin. *INRA ,Prod. Anim. ,18(2) ,119-129.*
- **Lebas F., Dolz J., Espaignet A. 1975.** Effect of drying conditions of dehydrated lucerne on growth performances of rabbits receiving diets containing lucerne. *Annal. Zootech.* 24.144.
- **Lebas ,F., Colin, M., 1977.** Tourteaux de colza dans les aliments pour lapins en croissance . Effet de décorticage . *Anne. Zootech., 26(1) :93-97.*
- **Lebas F., Tinel B., Loupiac B., 1981.** Enquête sur la composition des aliments commerciaux pour lapins 2/ Relations entre constituants. *Cuniculture, 8, 240-244.*
- **Lebas F., 1983.** Bases physiologiques du besoin protéique des lapins. Analyse critique des recommandations. 4ème Symposium International Métabol. Nut. azotés. Les Colloques de l'INRA, n°16, 323-341 et Cuni-Sciences, 1, 16-21
- **Lebas, F., 1988.** First attempt to study chick-peas utilization in growing rabbit feeding. 4th World Rabbit Congress, Budapest, 2: 244-248.

- **Lebas F., 1989.** Besoins nutritionnels des lapins, revue bibliographique et perspectives. Cuni-Sciences, 5(2), P : 185-192.
- **Lebas F, Marionnet D, Henaff R., 1991** .La production du lapin. Association Française de cuniculture et technique et documentation. Lavoisier éditeur 3ème édition. P:206.
- **Lebas F., Coudert P., Kpodekon M., Djago y.A., Akoutey A. 1996.** Rabbit breeding in tropical conditions, comparative study between a local strain and an European strain. II. Utilization of local concentrate or of imported pelleted feed in fattening rabbits. 6th World Rabbit Congress, Toulouse, France, 9-12/07/1996, vol. 3, 381-388.
- **Lebas F., 2000.** Vitamins in rabbit nutrition: Literature review and recommendation. World Rabbit Sciences, 8 (4), P: 185-192.
- **Lebas f., Jobert j.l., Le Gall g., Licois d., 2001.** Note d'information sur les travaux de recherche conduits sur l'Entérocolite du Lapin. Publication de la note d'information N°11, diffusion nationale par l'ITAVI et la FENALAP ainsi que sur le WEB, 2 pages.
- **Lebas F. 2002.** Biologie du Lapin. Ce texte comporte 9 parties : 1 Taxonomie et origine du Lapin - 2 Extérieur et morphologie du corps - 3 Squelette et croissance musculaire – 4 Appareil digestif et digestion - 5 Appareil respiratoire - 6 Les reins et l'excrétion rénale – 7 Reproduction - 8 La circulation sanguine - 9 L'œil et la vision.
- **Lebas, F., 2004.** Reflections on rabbit nutrition with a special emphasis on feed ingredients utilization. 8rd World Rabbit Congr., Puebla,Mexico. Cdrom P: 686-736.
- **Lebas F., 2007.** Méthodes et Techniques d'élevage du Lapin. Elevage du lapin en milieu tropical. Doc mis en ligne le 18 août 2007, p :84 www.cuniculture.info/doc/Elevage/Tropic-05-chap3.Htm
- **Lebas F., Gacem M., Adaouri M., Bouguira A., Zerrouki N., Boudina H., Tazka H., 2012.** Value of wheat straw and alfalfa hay as fiber source for fattening rabbits in Algeria. 10 the World Rabbit Congress – September 3-6, 2012– Sharm El-Sheikh – Egypt, 575-579.
- **Lebas F., 2013.** Feeding strategy for small and medium scale rabbit units. 3rd Conference of Asian Rabbit Production Association - Bali Indonesia - 27-29 August 2013, 15 pp
- **Lebas F., 2016.** Estimation of digestible energy content and protein

digestibility of raw materials by the rabbit, with a system of equations.
11th World Rabbit

- **Lima P.J. D .O., Watanabe P. H., Cândido R. C., Ferreira A .C. S., Vieira A. V., Rodrigues B .B. V., Nascimento G.A .J., Freitas E.R. 2017.** Dried brewers grains in growing rabbits: nutritional value and effects on performance. *World Rabbit Sci.* 2017, 25: 251-260.
- **Liu H. W., Dong X.F., Tong J. M., Zhang Q. 2010.** Alfalfa polysaccharides improve the growth performance and antioxidant status of heat-stressed rabbits. *Livestock Science* 131, 88-93.
- **Lounaouci-Ouyed G., Lakabi-Ioualitene D., Berchiche M., Lebas F. 2008.** Field beans and brewer's grains as protein source for growing rabbits in Algeria: first results on growth and carcass quality. In 9th World Rabbit Congress, Verona. Italy.
- **Lounaouci-Ouyed, G., Berchiche, M., Gidenne, T. (2011).** Effets de l'incorporation de taux élevés (50 et 60%) de son de blé dur sur la mortalité, la digestibilité, la croissance et la composition corporelle de lapins de population blanche dans les conditions de production algériennes. *Proc.: 14èmes Journ. Rech. Cunicole*, 22-23.
- **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
- **Lukefahr S.D., Cheeke P.R. 1991.** Rabbit project development strategies in subsistence farmingsystems. *World Animal Review*, 6, 60-70.
- **Lukefahr S.D. 2007.** Strategies for the development of small- and medium-scale rabbit farming in South-East Asia. *Livestock Research for Rural Development*, 19 (138).
- **Maertens L., Moermans R., De Groote G., 1988.** Prediction of the apparent digestible energy content of commercial pelleted feeds for rabbits. *J. Appl. Rabbit Res.*, 1, 60-67.
- **Maertens L., Lebas F. 1989.** Mesure de la valeur énergétique des aliments et des matières premières chez le lapin: une approche critique. *Cuni-Sciences-Vol.5-Fasc.2*. 35-46.
- **Maertens L., Bernaert D., Decuypere E. 1989.** L'énergie et alimentation en engraissement Effet de la teneur en énergie et du rapport protéines énergie de l'aliment sur les performances. *Cuniculture* N°57
- **Maertens L., Janssen W.M.M.A., Steenland E.M., Wolters D.F., Branje H.**

- E. B., Jager F., 1990.** Table de composition, de digestibilité et de valeur énergétique des matières premières pour lapins. 5èmes JRC. Paris. 12-13 Décembre, 1990, communication 57 (9p), ITAVI ed., Paris.
- **Maertens L., 1992.** Nutrition requirement of rabbit. Séminaire sur le Système de production de viande de lapin. Valencia, 14-25 sep 1992.
 - **Mertens L., 1996.** Nutrition du lapin. Connaissances actuelles et acquisition récentes. Cuniculture 23,33-35
 - **Maertens L., Salifou E. 1997.** Feeding value of brewer's grains for fattening rabbits. World Rabbit Sci, 5, 161-165.
 - **Maertens, L., Perez, J. M., Villamide, M., Cervera, C., Gidenne, T., Xiccato, G. (2001).** Nutritive value of raw materials for rabbits: Ecran tables 2002. World Rabbit Science, 10(4), 157-166.
 - **Maertens L., Perez J .M., Villamide M., Cervera C., Gidenne T., Xiccato G. 2002. Nutritive value of raw materials for rabbits: EGRAN tables 2002.** World Rabbit Sci., 10: 157-166.
 - **Maertens L., Lebas F., Szendro Zs. 2006.** Rabbit milk: a review of quantity, quality and non dietary affecting factors. W.R.S. 14. 205-230.
 - **Maertens L., 2009b.** Feeding rabbits. In: Kellems R. and D.C. Church (Ed.), Livestock Feeds and Feeding (6th Edition), Prentice Hall, Pearson Education, Upper Saddle River, NJ (USA), 488-508.
 - **Manchisi, A. Pizzuti, G., 1997.** Vitamin E nutritional status and serum lipid pattern in normal weanling rabbits. J. Anim. Sci., 75 (2): 402-408.
 - **Malek M.A., Khan M.J., Islam K.M.S. 2008.** Amélioration nutritionnelle de la paille de riz ensilée grâce à la supplémentation en urée, mélasse, farine de graines de soja et plantes aquatiques. Indian J. Anim. Sei., 78 (12): 1404-1407.
 - **Mefti-korteby H. 2012.** Caractérisation Zootechnique Et Génétique Du Lapin Local (*Oryctolagus Cuniculus*). Thèse De Doctorat, En Sciences Agronomiques, Université De Blida 1, 209P.
 - **Merck, 2003.** In : Le manuel vétérinaire Merck. 2^{ème} édition française Edition : Susan E Aiello B.S, D.V. MELS 1983-2013.
 - **Milad, I. S. ; Rymer, C. ; Radley, R. W., 2010.** Effects of ammonia treatment and undegradable protein supplementation on nutrient digestion of sheep fed on wheat straw based diets. Archiva Zootechnica, 13 (1): 39-46.

- **Morton, J. F., 1987.** Carob. In: Fruits of warm climates: 65-69. Florida Flair Books, Miami.
- **Mussatto S.I., Roberto I.C. 2005.** Acid hydrolysis and fermentation of brewer's spent grain to produce xylitol. *J. Sci. Food. Agric.* 85: 2453-2460.
- **Mussatto S.I., Dragone G., Roberto I.C. 2006.** Brewers' spent grain: generation, characteristics and potential applications. *Journal of Cereal Science* 43, 1–14.
- **Mussatto S.I., Rocha G.J.M., Roberto .I.C. 2008.** Hydrogen peroxide bleaching of cellulose pulps obtained from brewer's spent grain. *Cellulose* 15:641-649.
- **Maymone, B., Tiberio, M., et Maziotti Di Celso, P., 1951.** Chemical composition and feed value of *Hedysarum coronarium* L. Régions méditerranéennes, Afrique du nord et sud de l'Europe.
- **Nefzaoui A., 1985.** Valorisation des résidus lignocellulosiques dans l'alimentation des ruminants par les traitements aux alcalis. Application aux grignons d'olive. Ph.D. Thesis. Université Catholique de Louvain, Louvain-la-Neuve, Belgium.
- **Nizza, A. ; Minelli, G. ; Di-Lella, T., 1993.** Utilisation de différents aliments protéiques pour formuler des Concentrés pour lapins. 1 : Digestibilité apparente et bilan azoté . *Atti della Società Italiana delle Scienze Veterinarie*, 47(3) :2125-2129
- **NOPA, 1997.** Normes officielles des produits de soja, la National Oil Processors Association.
- **Orengo J. Gomez E. A., Piles M., Rafel O., Ramon J., 2004.** Growth traits in simple crossbreeding among dam and sire lines. 8th World Rabbit Congress. Puebla, Mexico 7-10, 2004. 114-120.
- **Oriani, G. ; Salvatori, G. ; Maiorano, G. ; Belisario, M. A. ; Pastinese, A. ; Manchisi, A. Pizzuti, G., 1997.** Vitamin E nutritional status and serum lipid pattern in normal weanling rabbits. *J. Anim. Sci.*, 75 (2): 402-408.
- **Oseni SO., Lukefahr S.D. 2014.** Rabbit Production in low-input systems in africa: Situation, knowledge and perspectives: a review. *World Rabbit Sci.*, 22:147-160 doi:10.4995/wrs.2014.1348
- **Ouyed A., Lebas F., Lefrançois M., Rivest J., 2007.** Performances de croissance de lapins de races pures et croisés en élevage assaini au

Québec. 12èmes Journées de la Recherche Cunicole, 27-28 novembre 2007, Le Mans, 148-152

- **Ouyed A., Lebas F., Lefrançois M. Rivest J. 2007a.** Performances de croissance de lapins de races pures et lapins croisés en élevage assaini au Québec. 12ème Journées de la Recherche Cunicole. Le Mans. France, 149-152.
- **Ouyed A., Lebas F., Lefrançois M., Rivest J. 2007b.** Performances de reproduction de lapines de race Néo-Zélandais Blanc, Californien et Géant Blanc du Bouscat ou croisées, en élevage assaini au Québec. 12ème Journées de la Recherche Cunicole, 27-28 novembre 2007, Le Mans, France, 145-148.
- **Özcan, M.-M, Arslan. D et Gökçalik. H, 2007.** Some compositional properties and mineral contents of carob (*Ceratonia siliqua*) fruit, flour and syrup” International Journal, of Food Sciences and Nutrition 58(8): 652-658.
- **Patridge G.G, Radwan M., Alan S. Jet Fordyce R., (1984):** The use of treated straws in diets for growing rabbits. Proc 3th world Rabbit Con, Vol.1. Rom, p 347-354.
- **Payne M, Owen E., Capper B et Wood J.F., (1984):** Sodium hydroxyd and ammonia treated wheat straw in diets for growing rabbits. Prod .Anim Trop., 9, 264-270.
- **Perez J, M., Gidenne T., Lebas F., Caudro N., Arveux P., Bourdillon A et Deperry J., Messenger, (1994) :** apports de lignines et aliment du lapin en croissance. II Conséquences sur les performances de la croissance et mortalité. Ann Zootech .
- **Perez J.M., Lebas F., Gidenne T., Maertens L., Xiccato G., Parigi-Bini R., Dalle Zotte A., Cossu M.E., Carazzolo A., Villamide M.J., Carabaño R., Fraga M.J., Ramos M.A., Cervera C., Blas E., Fernández-Carmona J., Falcao E Cunha L., Bengala Freire J. 1995.** European reference method for in-vivo determination of diet digestibility in rabbits. World Rabbit Sci., 3: 41-43.
- **Perez J.M., 1998.** Valeur nutritive de la luzerne déshydratée au sein d’un régime complexe pour le lapin : influence du taux d’incorporation et de la méthode d’estimation. 7ème Journ. De Rech. Cunicole Fr., Lyon.
- **Perez J.M., Lamboley B., Beranger C., 1998.** Valeur nutritive de différentes luzernes déshydratées utilisées seules ou en mélange dans le régime du lapin en croissance. 7èmes Journ. Rech. Cunicole Fr., Lyon, 13-14/05/1998, ITAVI Ed., Paris: 129-132.

- **Perez J , M., Villamide M.J., Debas C., 1998.** Tables de composition et de valeur nutritive des aliments destinés aux lapins : conclusion d'un groupe de travail européen. 7ème journée de recherche cunicole. France. Lyon : 144.
- **Pérez-Marín D., Fearn T., Guerrero J.E., Garrido-Varo A. 2012.** Improving NIRS predictions of ingredient composition in compound feedingstuffs using Bayesian non-parametric calibrations. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems* 110, 108-112.
- **Piccioni, M., 1965.** Dictionnaire des aliments pour les animaux. Edagricole, 640 pp. Citation key. Piccioni, 1965. Datasheets. Cocksfoot (*Dactylis glomerata*).
- **Pla M., Baselga M., Garcia F., Deltro J. 1984.** Mating Behavior and induction ovulation in meat rabbit. 3 rd W.R.C. Roma. Italia.2. 437-445.
- **Prud'hon m., Vézinhet a., Cantier j., 1970.** Croissance, qualités bouchères et coût de la production des lapins de chair. *Bull. tech. Inform.*, 248, 203-212.
- **Quemere P., Fourdrinier R., Lefranc A., Willequer F. 1983.** Utilisation de la drêche de brasserie déshydratée par le porc en croissance-finition. Journées rech, Porcine en France, 15, 325-334.
- **Ramos M.A., Caraballo R., Boisen S., 1992.** An in vitro method for estimating digestibility in rabbits. *J. Appl. Rabbit Res.*, 15: 938-946.
- **Rashwan A. A., 1998.** Effects Of Dietary Additions Of Anise, Fenugreek And Caraway On Reproductive And Productive Performance Of New Zealand White Rabbit Does, *Egyptian J, Rabbit Science*, 8 (2):157-167.
- **Renouf B., Offiner 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 12ème Journées de la Recherche cunicole, 27-28 novembre, Le Mans, France. P : 101-104.
- **Rosil Lizardo, Jaume Cañellas, Francisco Mas, David Torrallardona, Joaquim Brufau, 2002.** L'utilisation de la farine de caroube dans les aliments de sevrage et son influence sur les performances et la santé des porcelets. 2002. Journées de la Recherche Porcine, 34, 97-101.
- **Roy, J. ; Sultanat, N. ; Khondoker, Z. ; Résa, A. ; Hossain, SMJ, 2002.** Effet de différentes sources de protéines sur la croissance et les performances de reproduction des lapins . *Pakistan J .Nutr.*, 1(6) :279-281
- **Salifou E , Maertens L.. 1997.** Feeding value of brewer's grains for fattening

rabbits. *World Rabbit Sci.* 5:161-165.

- **Santos M., Jimenez J.J., Bartolome B., Gomez-Cordoves C., del Nozal M.J., 2003.** Variability of brewers' spent grain within a brewery. *Food Chemistry* 80, 17–21.
- **Schurg W.A., Reed J.P., Reid, B.L. 1980.** Utilization of various fruit pomace products by growing rabbits. P: 141-158.
- **Seroux, M., 1984.** L'utilisation de régimes monocéréales pour les lapins. 3e Congrès mondial du lapin, Rome 1: 331-339.
- **Sulaiman I., Nimir A., And Das S., 2008.** Endometrial And Hormonal Changes In Rats following Administration Of Fenugreek Extracted Diosgenin, *World Congress On Medicinal And Aromatic Plants* , Cape Town. 442-443.
- **Schurg W.A., Reed J.P., Reid, B.L. 1980.** Utilization of various fruit pomace products by growing rabbits. P: 141-158.
- **Thiebeuat. P, Parnaudeaua. V et Guy. P, 2003.** Quel avenir pour la luzerne en France et en Europe ?. *Courrier de l'environnement de l'INRA* n°49, juin 2003.
- **Thomas M., Hersom M., Thrift T., Yelich, J. 2010.** Wet brewers' grains for beef cattle. *Univ. Florida, IFAS Extension, AN241.1-3*
- **Valverde P. 1994.** Barley spent grain and its future. *Cerveza y Malta*, 122, 7–26.
- **Van hove, C., 1989.** Azolla et ses emplois multiples (Publié à la demande de la FAO). *Saint-Etienne Biologique* , E.Oleffe, 52 p.
- **Villamide M.J., 1996.** Methods of energy evaluation of feed ingredients for rabbits and their accuracy. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 57: 211-223.
- **Villamide M.J., Maertens L., Cervera C., Perez J.M., Xiccato G. 2001.** A critical approach of the calculation procedure to be used in digestibility determination of feed ingredients for rabbits. *World Rabbit Sci.*, 9:19-26.
- **Villamide M.J., Garcia J., Cervera C., Blas E., Maertens L., Perez J.M. 2003.** Comparison among methods of nutritional evaluation of dietary ingredients for rabbits. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 109: 195-20.
- **Villamide M.J., Carabaño R., Maertens L., Pascual J., Gidenne T., Falcao-E-Cunha L., Xiccato G. 2009.** Prediction of the nutritional value of European compound feeds for rabbits by chemical components and in vitro analysis. *Animal Feed Science and Technology* 150, 283-294.

- **Villamide M.J., Nicodemus N., Fraga M.J., Carabaño R. 2010.** Protein Digestion In: De Blas, C., Wiseman, J. (Eds.), Nutrition of the rabbit, CABI, 39-55.
- **Villamide, M. J ; Maertens, L ; de Blas, J., 2010.** Feed evaluation. In: de Blas, C; Wiseman, J. (Eds): 151-162. The nutrition of the rabbit. CAB Publishing.
- **Villamide M.J., Maertens L., De Blas C. 2010a.** Feed Evaluation. In: De Blas, C., Wiseman, J. (Eds.), Nutrition of the rabbit, CABI, 151-162.
- **Villamide M.J., Lorente A., García A.I, Carabano R. 2016.** Nitrogen and amino acid ileal and faecal digestibility of rabbit feeds predicted by an in vitro method. Animal Feed Science and Technology 219, p.210–215.
- **Wang B., Luo Y., Myung K.H., and Liu J.X. 2014.** Effects of storage duration and temperature on the chemical composition, microorganism density, and in vitro rumen fermentation of wet brewer's grains. Asian australas.J.Anim.Sci.Vol.27, N° 6: 832-840.
- **Westendorf M. L., Wohlt J. E. 2002.** Brewing by-products: Their use as animal feeds. Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract. 18:233–252.
- **Westendorf M. L., Wohlt PAS J. E., Sniffen C. J., Ward R. T. 2014.** Nutrient content of brewers grains produced at a commercial brewery: Variation in protein/nitrogen, fiber, carbohydrate, fat, and minerals. The Professional Animal Scientist 30, 400–406.
- **Xiccato G., Trocino A., Carazzolo A., Meurens M., Maertens L., Carabaño R. 1999.** Nutritive evaluation and ingredient prediction of compound feeds for rabbits by near-infrared reflectance spectroscopy (NIRS). Anim. Feed Sci. Technol. 77, 201-212.
- **Xiccato G., Trocino A., DeBoever, J.L., Maertens L., Carabaño R., Pascual J.J., Perez J.M., Gidenne T., Falcão e Cunha L. 2003** Prediction of chemical composition, nutritive value and ingredient composition of European compound feeds for rabbits by near infrared reflectance spectroscopy (NIRS). Animal Feed Science and Technology 104, 153–168.
- **Zheng Yi ; Lee, C. ; Yu, ChaoWei ; Cheng, YuShen ; Simmons, C. W. ; Zhang RuiHong ; Jenkins, B. M. ; VanderGheynst, J. S., 2012.** Ensilage and bioconversion of grape pomace into fuel ethanol. J. Agric. Food Chem., 60 (44): 11128–11134.

TABLES DES MATIERES

Remerciements

Dédicaces

Résumé

Summary

ملخص

Sommaire

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

INTRODUCTION2

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE 01 : Besoins et performance du lapin

1.1. Les besoins alimentaire	5
1.1.1 Les besoins en eau.....	6
1.1.2- Les besoins en protéines	7
1.1.3 Les besoins en énergie.....	8
1.1.4 Les besoins en fibre.....	9
1.1.5 Les besoins en lipide	9
1.1.6 Les besoins en minéraux et en vitamine.....	10
1.2 Performance de croissance	10
1.2.1 Croissance sous la mère	10
1.2.2 Croissance poste sevrage.....	11
1.2.3 Principaux Facteurs influençant la croissance chez le lapin.....	12
1.2.3.1 Type génétique	12

1.2.3.2 Effet alimentation.....	13
1.2.3.3 Effet saison et température	14

CHAPITRE 02 : Aliment lapin classique

2.1- L'alimentation du lapin.....	16
2.1.1 Alimentation du lapin à base de fourrages	16
2.1.2 Alimentation du lapin à base d'un aliment granulé.....	16
2.2 La présentation de la ration.	17
2.2.1 Les différents types d'aliment.....	17
2.2.1.1 La forme de l'aliment.....	17
2.2.1.2 Les dimensions du granulé	17
2.2.1.3 La durée du granulé	18
2.2.2 Couverture des besoins et valorisation de l'aliment.....	18
2.3 Type d'alimentation	18
2.3.1 Aliment classique	18
2.3.1.1 Les oléagineux.....	19
➤ Les tourteaux de soja	19
➤ Le produit de soja	20
2.3.1.2 Source d'énergie.....	21
➤ Mais.....	21
2.3.1.3 Source cellulose.....	22
➤ Luzerne.....	22
2.4 Utilisation de l'aliment par le lapin	26

CHAPITRE 03 : Matière première introduites dans l'aliment lapin

3.1 Les matières premières utilisées en alimentation du lapin.....	28
3.1.1 Les matières premières utilisées en alimentation conventionnelle du lapin	28
3.1.2 Sources alternatives aux matières premières conventionnelles.....	29
3.2. Fourrages, gousses ou graines substitutifs à la luzerne.....	30

3.2.1 Les fourrages	30
3.2.1.1 Sulla	30
3.2.2 Gousses ou graines.....	32
3.2.2.1 La Caroube (Ceratonia siliqua)	32
3.2.2.2 Les pois fourrager.....	34
3.2.2.3 Le fenugrec (Trigonella foenum graecum)	35
3.3 Coproduits.....	36
3.3.1 Les sous -produits à teneurs élevées en fibres.....	38
3.3.1.1 La paille de blé.....	38
3.3.1.2 Les sous-produits des industries oléicoles (Les grignons d'olive)	38
3.3.1.3 La peau de tomate et le marc.....	39
3.3.1.4 Marc de pomme.....	49
3.3.1.5 Le marc de raisin	40
3.3.2 Sous-produit teneurs moyenne en fibres	40
3.3.2.1 Le Son de blé.....	40
3.3.2.2 La pulpe de betterave	42
3.3.2.3 La pulpe d'agrumes.....	43
3.4 Autres coproduits	43
3.4.1 Les drêches de brasserie	43
3.5 Méthodes de détermination de la valeur nutritive de matières premières utilisées chez le lapin	45

CHAPITRE 04 : PARTIE EXPERIMENTALE

Chapitre 1: Matériels et methods

Objectif	49
1.1 Les Articles traités publiés ou in thèses de doctorat	49
1.2 Présentation des premières pages d'articles	50
1.3 Matériels et méthodes.....	53

1.4 Méthodes analytiques.....	53
1.5 Essai de croissance Sulla.....	54

Chapitre 2: Résultats et discussion

2 Résultat et Discussion	56
2.1 Valeur alimentaires des feuilles fraîches de Sulla et de Frêne des articles [1], 2] et [3]	56
2.2 Valeur nutritive de s feuilles fraîches de Sulla des articles [1], [2] et [3] et de Frêne	58
2.3 Croissance des lapins nourris par des feuilles fraîches de Sulla de l'article[1]	60
2.4 Conclusion.....	64

Références bibliographies