

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR  
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE SAAD DAHLEB DE BLIDA -1-  
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE  
DEPARTEMENT DES BIOTECHNOLOGIES

Mémoire de Fin d'Etudes en vue de l'obtention  
Du diplôme de Master en Sciences de la Nature et de la Vie  
Filière : Biotechnologie  
Spécialité : Biotechnologie de l'alimentation et de l'amélioration  
Des performances animales

Thème

# Utilisation de la caroube dans l'alimentation des lapins à l'engraissement

Présenté par : M<sup>elle</sup> ZAHOUF Akila

Devant le jury composé de :

Mme MEFTI H.	MCA	USDB	Présidente de jury.
Mme HADJ KADOUR A.	MAA	USDB	Examinatrice.
Mme SID S.	MAA	USDB	Promotrice.
Mme BENOUDIA M.	Enseignante	INSFP	Co-promotrice.

ANNEE UNIVERSITAIRE 2014/2015

## Remerciements

Je remercie « **ALLAH** » de m'avoir donné tant de courage, de patience, de santé et de capacité de pouvoir mener à terme ce modeste travail.

Je remercie très chaleureusement, ma promotrice Mme SID Siham, pour ses orientations, ses conseils, sa confiance et sa disponibilité, pour ses qualités scientifiques, pédagogiques et humaines.

Je tiens à remercier vivement mes enseignants qui ont accepté de participer au jury de ce mémoire :

- Mme MEFTI KORTEBY Hakima, chargée de cours au département de biotechnologie à l'université Saad DAHLEB de Blida, pour nous avoir fait l'honneur de présider notre jury de soutenance.
- Mme HADJ KADOUR Amel, chargés de cours au département de biotechnologie de l'université Saad DAHLEB de Blida, pour sa disponibilité, et pour l'intérêt qu'elle a porté à ce travail en acceptant de l'examiner et de l'enrichir.
- Mme BENOUDIA Mebarka, enseignante à l'INSFP de Bougara, pour leur compétence, implication, disponibilité et leur sympathie. Qu'elle trouve ici le témoignage de notre estime et notre respect.

Je remercie, également toute l'équipe administrative de l'Institut National Spécialisé en Formation Professionnelle (INSFP) de Bougara, pour arriver au bout de nos objectifs.....dieu merci.

Je remercie toute ma famille, spécialement ma maman, qui m'a offert tous les moyens possibles pour pouvoir franchir cette étape d'études, pour leur amour inconditionnel et leur confiance. Je remercie également mes sœurs Malika, Fatima, Dalila, et mes frères Boudjema, Mohamed, Abderrahmane et Sofiane, pour leurs soutiens.

J'adresse mes vifs remerciements à tous ceux et celles qui m'ont aidé et que je n'ai pas pu citer, de près ou de loin dans ce travail.

## Dédicace

Je dédie ce modeste travail

A celle qui s'est sacrifiée et qui entourée de son affection, de son amour et m'a encouragée et protégée, celle qui m'a comblée de sa douceur et de sa compréhension, ma très chère **maman**.

A ma promotrice Mme **SID Siham**

A mes frères : **Boudjema, Mohamed, Abderrahmane et Sofiane**. Et tous leurs enfants.

A mes sœurs : **Malika, Fatima, Dalila**. Et tous leurs enfants.

A mes meilleurs amies : **Hayat, Ibtissem, Iman, Loubna, Djihad, Amel, Siham, Hassiba, Mounira**.

A tous mes amis que je n'ai pas pu citer de la promotion 2014-2015 de master production animal.

A mon fiancé **Ali** et à ma deuxième maman.

A toute la famille **ZAHOUF**.

A toute personne

Qui m'a aidé d'un mot, d'une idée ou d'un encouragement.

Je dis « merci »

## Résumé

L'étude qui s'est déroulée à l'Institut National Spécialisé en Formation Professionnelle (INSFP) de Bougara, a porté sur l'utilisation de la caroube dans l'alimentation des lapins locaux Algériens à l'engraissement avec un taux d'incorporation de 10 %. Pour réduire la mortalité par les diarrhées et améliorer leurs performances zootechniques.

Les lapereaux sont sevrés à 35 jours et répartis en deux lots (témoin, expérimental). Les résultats enregistrés sur leurs performances d'engraissement respectivement sont les suivants :

- Une moyenne de poids vif à 11 semaines est de 1607 g et 1672 g.
- Une quantité ingérée moyenne est de 66.71 g/j et 67.96 g/j.
- Un gain moyen quotidien est de 19.91 g/j et 23.35 g/j.
- Un indice de consommation est de 3.87 et 3.03.
- Une proportion d'apparition des diarrhées est de 30 % et 0 %.
- Un taux de mortalité à l'engraissement 10 % et 0 %.

Ces résultats montrent l'effet favorable de la caroube sur les performances, donc la caroube apparaît comme un moyen alternatif potentiel pour réduire les risques de mortalité par les diarrhées et améliorer la viabilité des lapins à l'engraissement.

**Mots clés :** lapin, mortalité, diarrhée, caroube, engraissement.

## **Abstract**

### **Title: The use of the carob in the diet of rabbits for fattening.**

The study, which took place at the National Institute Specialized in Vocational Training (INSFP) Bougara, focused on the use of the carob in the diet of local Algerians rabbits in fattening with an incorporation rate 10%. In order to reduce diarrhea mortality and improve animal performance.

The rabbits are weaned at 35 days and divided into two batches (control and experimental). The results recorded on their fattening performance respectively are:

- An average body weight at 11 weeks is 1607 g and 1672 g.
- An average quantity ingested is 66.71 g / day and 67.96 g / day.
- An average daily gain is 19.91 g / day and 23.35 g / day.
- A feed conversion index is 3.87 and 3.03.
- A proportion of appearance of diarrhea was 30% and 0%.
- A mortality rate in fattening 10% and 0%.

These results show the positive impact of the carob performance, so carob appears as a potential alternative to reduce the risk of death from diarrhea and improve the performance of the rabbits at fattening.

**Key-words:** rabbit, mortality, diarrhea, carob, fattening.

## المخلص

**العنوان:** استعمال الخروب ضمن الوجبات اليومية للأرانب في مرحلة التسمين.

الدراسة التي أجريت بالمعهد الوطني المتخصص في التكوين المهني ببوقرة ، تعني باستعمال الخروب في تغذية الأرانب المحلية الجزائرية بمعدل 10% من أجل تخفيض نسبة الوفاة بعد الفطام بسبب الاسهال و تطوير مقاييس تسمينها.

تم فطم الخرائق عند 35 يوم من ولادتها و تقسيمها الى قسمين (شاهدة و تجريبية ) ، النتائج المسجلة على مقاييس التسمين بالنسبة لكل قسم هي على التوالي :

- متوسط الوزن الحي عند الأسبوع 11 من الفطام هو : 1607 غ بالنسبة للقسم الشاهد و 1672 غ بالنسبة للقسم التجريبي.
- متوسط الكمية المستهلكة خلال فترة التسمين هي: 66.71 غ/ اليوم بالنسبة للقسم الشاهد و 67.96 غ/ اليوم بالنسبة للقسم التجريبي.
- متوسط زيادة الوزن هو: 19.91 غ/اليوم بالنسبة للقسم الشاهد و 23.35 غ/ اليوم بالنسبة للقسم التجريبي.
- معامل الاستهلاك هو: 3.87 بالنسبة للقسم الشاهد و 3.03 بالنسبة للقسم التجريبي.
- نسبة ظهور الاسهال بعد الفطام هي: 30 % بالنسبة للقسم الشاهد و 0 % بالنسبة للقسم التجريبي.
- معدل الوفاة في مرحلة التسمين تقدر ب: 10 % بالنسبة للقسم الشاهد و 0 % بالنسبة للقسم التجريبي.

هذه النتائج تبين فعالية الخروب على مقاييس التسمين، أي أن الخروب بديل قوي لتخفيض خطورة الوفاة بسبب الاسهال و تطوير امكانية العيش عند الأرانب في مرحلة التسمين.

**الكلمات المفتاحية :** الأرنب ، الوفاة ، الاسهال ، الخروب ، التسمين.

## Liste des abréviations

<b>AARDES :</b>	Association Algérienne de Recherches Démographiques Économiques et Sociales
<b>ADF :</b>	Acide Détergent Fibre.
<b>ADL:</b>	Acide Détergent Lignine.
<b>AGV:</b>	Acide Gras Volatile.
<b>CB:</b>	Cellulose brute.
<b>CMQ:</b>	Consommation Moyenne Quotidienne.
<b>CMV:</b>	Complément Minéral Vitaminé
<b>CNRES :</b>	Commissariat National au Recensement
<b>DSA:</b>	Direction des Services Agricole.
<b>DSCN:</b>	Direction des Statistiques et de la Comptabilité Nationale.
<b>EEL :</b>	Entérocolite Epizootique du Lapin.
<b>FAO :</b>	Fond Agriculture Organisation.
<b>FAOSTAT :</b>	Fond Agriculture Organisation Statistics.
<b>FFC :</b>	La Fédération Française de la Cuniculture.
<b>FNRDA :</b>	Fond National de Régulation et de Développement Agricole.
<b>GMQ :</b>	Gain moyen quotidien.
<b>IC :</b>	Indice de consommation.
<b>INRA :</b>	Institut National de la Recherche Agronomique.
<b>INSFP :</b>	Institut National Spécialisé en Formation Professionnelle.
<b>ITAVI :</b>	Institut Technique d'aviculture.
<b>ITELV :</b>	Institut Technique des Élevages.
<b>MAT :</b>	Matières azotées totales.
<b>MG :</b>	Matière grasse.
<b>MM :</b>	Matière minérale.
<b>MO :</b>	Matières organiques.
<b>MS :</b>	Matière sèche.
<b>ONS :</b>	Office National des Statistiques.
<b>P/E :</b>	Protéines digestibles/ Energie digestible.
<b>PB :</b>	Protéine brute.
<b>PP30 :</b>	Poids des portées à 30 jours.
<b>PP70 :</b>	Poids des portées à 70 jours
<b>Qi :</b>	Quantité ingéré.
<b>TP30 :</b>	Taille des portées à 30 jours.
<b>TP70 :</b>	Taille des portées à 70 jours.



## Liste des Figures

<b>Figure 01:</b> Evolution de la production mondiale de viande de lapin.....	3
<b>Figure 02:</b> Caractéristiques des principaux éléments du système digestif du lapin.....	9
<b>Figure 03 :</b> Evolution de la consommation alimentaire chez les lapereaux.....	11
<b>Figure 04 :</b> la croissance de lapin.....	13
<b>Figure 05 :</b> le rôle de l'apport de fibre sur la santé du lapin à l'engraissement.....	17
<b>Figure 06 :</b> feuillage, inflorescences et fructification du caroubier.....	20
<b>Figure 07 :</b> distribution du caroubier dans le monde.....	21
<b>Figure 08 :</b> Lapereaux de la population locale utilisée dans l'expérimentation.....	27
<b>Figure 09 :</b> Batterie de maternité .....	27
<b>Figure 10 :</b> Batterie d'engraissement .....	27
<b>Figure 11 :</b> Schéma général du clapier.....	28
<b>Figure 12 :</b> Abreuvoir de type tétine .....	29
<b>Figure 13 :</b> Réservoir d'eau (citerne).....	29
<b>Figure 14 :</b> Mangeoire pour le granulé.....	30
<b>Figure 15 :</b> Mangeoire pour la caroube.....	30
<b>Figure 16 :</b> Lampe d'éclairage.....	30
<b>Figure 17 :</b> Un ventilateur .....	30
<b>Figure 18 :</b> Thermo-hygromètre .....	31
<b>Figure 19 :</b> Humidificateur « pad-cooling » .....	31
<b>Figure 20 :</b> l'aliment granulé locale destiné à l'alimentation lapins.....	31
<b>Figure 21 :</b> la caroube broyée utilisée pour les lapins à l'engraissement.....	32
<b>Figure 22 :</b> les lapereaux en sevrage et en fin d'engraissement.....	33
<b>Figure 23 :</b> Pesée des lapereaux.....	33
<b>Figure 24:</b> Evolution de la consommation moyenne quotidienne en fonction de l'âge.....	37
<b>Figure 25 :</b> Evolution du poids vif en fonction de l'âge (semaine).....	38
<b>Figure 26 :</b> Evolution du GMQ en fonction de l'âge.....	39
<b>Figure 27 :</b> Evolution de l'IC en fonction de l'âge.....	40
<b>Figure 28 :</b> Taux de mortalité des lapereaux à l'engraissement.....	42

**Figure 29** : La mortalité observée durant la période d'engraissement.....**42**

## Liste des Tableaux

<b>Tableau 01:</b> Synthèse des poids vifs obtenus pour le lapin kabyle à différents âges .....	<b>5</b>
<b>Tableau 02:</b> Répartition d'un échantillon d'élevages fermiers algériens de lapin selon leur taille.....	<b>6</b>
<b>Tableau 03 :</b> Évolution de la consommation de viande de lapin (kg / habitant) en Algérie depuis 1966.....	<b>7</b>
<b>Tableau 04:</b> Composition chimique (g) et valeur énergétique (kJ) pour 100g de fraction comestible des viandes de taurillon, veau, poulet et de la viande de lapin.....	<b>8</b>
<b>Tableau 05:</b> Recommandations pour la composition des aliments complets pour Lapins.....	<b>10</b>
<b>Tableau 06:</b> comparaison des performances d'engraissement entre les génotypes Locaux.....	<b>12</b>
<b>Tableau 07 :</b> Effet de saison sur la taille et le poids (g) des portées au sevrage à 70 Jours.....	<b>14</b>
<b>Tableau 08 :</b> Effet de saison sur le taux de mortalité à l'engraissement.....	<b>14</b>
<b>Tableau 09 :</b> Effet de la température ambiante Chez le lapin en engraissement.....	<b>14</b>
<b>Tableau 10 :</b> Effet d'une restriction alimentaire sur les performances d'engraissement .....	<b>15</b>
<b>Tableau 11 :</b> Composition chimique des principaux produits utilisés dans l'alimentation des lapins.....	<b>15</b>
<b>Tableau 12 :</b> Effet de la forme de présentation de l'aliment sur les performances de croissance des lapereaux selon différents auteurs.....	<b>16</b>
<b>Tableau 13 :</b> Effet du taux de l'énergie disponible dans la ration sur les performances à l'engraissement.....	<b>16</b>
<b>Tableau 14 :</b> Effet de l'apport de protéiques sur les performances d'engraissement .....	<b>17</b>
<b>Tableau 15 :</b> Superficie occupée par le caroubier.....	<b>21</b>
<b>Tableau 16 :</b> Production mondiale de caroube.....	<b>22</b>
<b>Tableau 17 :</b> Surface cultivée, production et rendement de la caroube en Algérie .....	<b>22</b>
<b>Tableau 18 :</b> principaux produits dérivés de la gousse (pulpe et graines) et quelques majeures utilisations.....	<b>26</b>
<b>Tableau 19 :</b> dimensions des cages d'engraissement.....	<b>29</b>
<b>Tableau 20 :</b> Composition chimique des aliments (granulé et caroube) en % de MS .....	<b>35</b>
<b>Tableau 21:</b> Les valeurs moyennes de la température et d'humidité.....	<b>36</b>

<b>Tableau 22</b> : la consommation moyenne (g/j) par lapin en période post-sevrage .....	<b>36</b>
<b>Tableau 23</b> : Poids moyen des lapereaux (g) en fonction de l'âge.....	<b>37</b>
<b>Tableau 24</b> : Evolution du gain du poids par semaine mesuré en (g/j).....	<b>38</b>
<b>Tableau 25</b> : Indice de consommation en fonction de l'âge (semaine).....	<b>40</b>
<b>Tableau 26</b> : Pourcentage d'apparition des diarrhées.....	<b>41</b>
<b>Tableau 27</b> : le taux Mortalité (%) en post-sevrage.....	<b>41</b>

# Sommaire

Introduction.....	1
-------------------	---

## Partie Bibliographique

<b>Chapitre I</b> : La production cunicole.....	2
<b>Chapitre II</b> : L'engraissement chez le lapin.....	9
<b>Chapitre III</b> : Le caroubier.....	19

## Partie Expérimentale

<b>1.</b> Lieu et durée d'expérimentation.....	26
<b>2.</b> L'objectif du travail.....	26
<b>3.</b> Matériels et méthodes.....	26
<b>4.</b> Résultats et discussion.....	35
Conclusion.....	43
Références bibliographiques.....	44

## Introduction

Pour bien valoriser les capacités de production des lapins en Algérie, il est nécessaire de bien connaître leur besoins nutritifs, par la présence d'un aliment équilibré. Le granulé local est toujours déficitaire en protéine et en cellulose, Cette situation se traduit par une faible rentabilité économique dans les élevages cunicoles (des mauvaises performances et d'une forte mortalité).

La mortalité est la principale cause rencontrée et l'une des accidents les plus fréquents observés chez les lapereaux à l'engraissement. Elle est due à plusieurs facteurs, tel que l'aliment commercial disponible qui n'est pas correctement équilibré, et l'apport de fibre nécessaire aux lapins n'est couvert que par l'apport de cellulose brute facilement à analyser. Le non respect de taux de ce dernier, est lié à la mortalité par les diarrhées (**Gidenne et Perez, 2000**).

Pour résoudre le risque sanitaire, des solutions naturelles à base des produits sont de plus en plus recherchées, réduisent le coût d'aliment pour produire 1 Kg de viande, mais sans se focalisé sur le prix du quintal d'aliment le plus bas possible. Mais aussi doit permettre de bonne performance d'engraissement.

La caroube peut être l'une de ces solutions grâce à leur propriété antidiarrhéique, ainsi des effets positifs sur la prévention des diarrhées ont été observés. Plusieurs auteurs ont également invoqué la présence d'antioxydants dans la graine de caroube pour en expliquer les effets favorables sur la santé, la présence de tanins dans le germe et dans la graine de caroube (**Avallone et al., 1997**) peut être une autre possibilité dans la prévention des diarrhées.

Suite à l'étude semble avoir été réalisé par **Teillet et al (2011)** chez le lapin, nous présenterons ce travail pour le but d'étude l'effet de la caroube concassée distribuée avec un aliment granulé sur les performances d'engraissement et la prévalence des diarrhées chez les lapereaux à l'engraissement.

## **Chapitre I : La production cunicole**

### **I.1. La cuniculture dans le monde**

#### **I.1.1. Origine et domestication du lapin**

Selon **Lebas (1997)**, les lapins domestiques sont des descendants d'*Oryctolagus cuniculus*, est une espèce originaire de l'ouest du bassin méditerranéen (Espagne et Afrique du nord). De ses origines géographiques, le lapin tient une adaptation au climat méditerranéen avec des étés chauds et des hivers qui peuvent être froids (**Lebas, 2004a**). La domestication est récente. Elle date de quelques centaines d'années et elle a eu lieu en Europe de l'ouest. Les populations domestiques ont utilisé seulement une partie de la variabilité génétique présente dans les populations sauvages. Ces populations domestiques ont colonisé le monde très récemment (**DE Rochambeau, 2007**).

D'après (**Lebas, 2004a**), la diffusion de l'élevage du lapin domestique en dehors de l'Europe est un phénomène historiquement récent (le plus souvent depuis 100 ans). De ce fait, les lapins utilisés pour l'élevage dans les différents pays du monde, y compris dans les zones tropicales, n'ont pas eu le temps d'avoir une réelle adaptation au climat local.

Les travaux qui y ont été publiés surtout dans les années 1950 et au début des années 1960, ont fourni trois éléments qui sont devenus les initiaux de l'élevage moderne :

-L'élevage dans des cages pour la maîtrise de la reproduction puis sur le grillage qui a limité fortement l'incidence de la coccidiose (**Lebas, 2009**).

-L'alimentation granulé qui permet de fournir une ration complète dans laquelle les lapins ne peuvent pas trier (**Hannaf et Jauve ; 1988**).

#### **I.1.2. Principales races cunicoles**

En 2000, la Fédération Française de la Cuniculture (FFC) recense environ 60 races pures décrites dans «le standard officiel des lapins de races». Ce recueil des standards est réactualisé régulièrement et inclut, après une période d'observation, les races nouvelles (**Boucher et Nouaille, 2002 ; FFC, 2000**), à ce moment **Lebas (2000)**, classe les lapins en quatre types de races :

-**Les races primitives** ou **primaires** ou encore **géographiques**, directement issues des lapins sauvages.

-**Les races obtenues par sélection artificielle**, elles sont obtenues à partir des précédentes, comme : la Fauve de Bourgonne et le Néo-Zélandais.

-**Les races synthétiques**, obtenues par croisement raisonné de plusieurs races, comme le californien.

-**Les races mendéliennes**, obtenues par fixation d'un caractère nouveau, à déterminisme génétique simple, apparu par mutation, comme le Castorrex et L'Angora.

### I.1.3. Production mondiale

Selon les statistiques de la FAO en 2012, la production mondiale de viande de lapin est estimée à 1,8 million de tonnes, soit une hausse de 17 % en 5 ans, essentiellement due au développement de la production chinoise (+ 25 % depuis 2008).

La production est concentrée dans un petit nombre de pays : Chine, Venezuela, Italie, Corée, Espagne, Egypte, France et République Tchèque.

Le continent asiatique est la première zone productrice du monde avec 49 % de la production totale (Chine avec 735 000 tonnes et 40 % de la production mondiale), suivie par l'Union Européenne à 27 pour 27 %, avec près de 489 000 tonnes et l'Amérique du Sud avec près de 330 000 tonnes. En Europe, les trois principaux producteurs sont l'Italie, l'Espagne et la France, auxquels il faut ajouter la République Tchèque (Figure01).

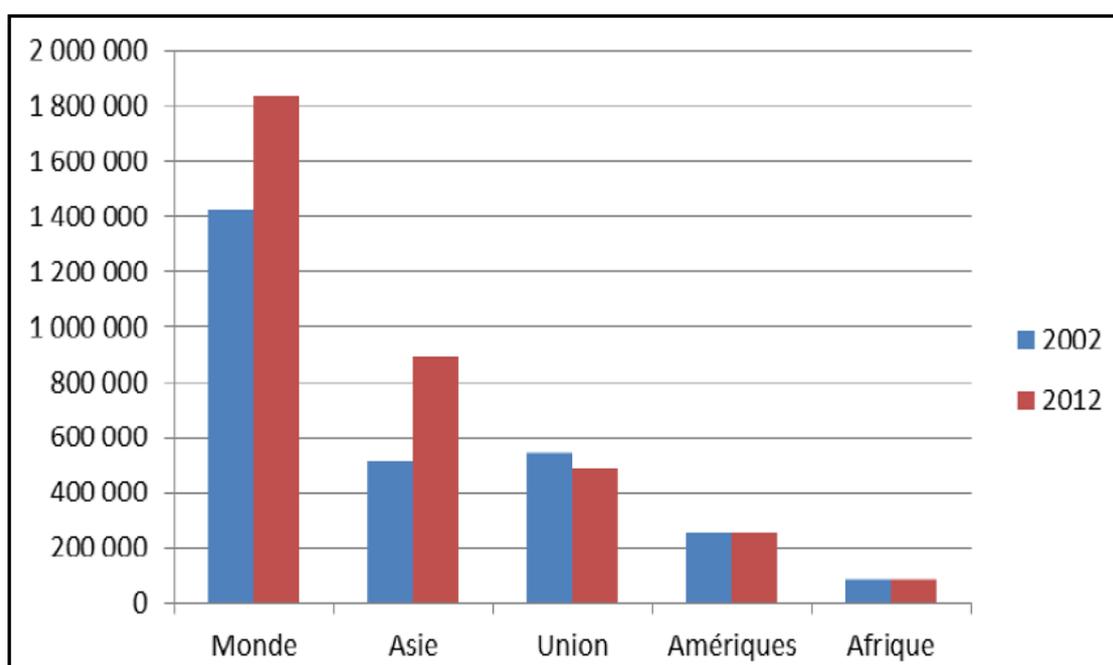


Figure 01 : Evolution de la production mondiale de viande de lapin (FAO, 2014)

## I.2. La cuniculture dans l'Algérie

A l'instar de nombreux pays dans le monde, la cuniculture a toujours existé en Algérie (Djellal et al., 2006), et est passé par plusieurs étapes successives.

-Entre 1985 et 1988, il y a eu une tentative d'intensification basée sur un cheptel exotique (Commission Nationale AnGR, 2003), ayant pour objectif d'atteindre les 5000 tonnes/an, Le type génétique introduit était essentiellement les races moyennes comme le lapin californien, le néo-zélandais et le fauve de bourgeonne (Berchiche et Lebas, 1994).

-Au début des années 90, le bilan de l'intensification était négatif en raison de :

- la méconnaissance de l'espèce cunicole (Gacem et al., 2008b).

- le faible niveau technique des éleveurs (**Berchiche et al.,1999 et Lebas, 2000**).
- l'absence d'un aliment industriel adapté (**Berchiche et al, 1995**).
- la fragilité du cheptel importé, très sensible aux conditions locales d'élevage (**Moulla, 2007**).
- l'absence de bâtiments d'élevage adéquats et de couverture sanitaire spécifique au lapin.

En conclusion tout programme de développement de la cuniculture Algérienne doit considérer l'intégration de la population locale par valorisation en race pure ou par croisement.

**-Au cours des années 90**, l'université Mouloud Mammeri, sous le contrôle du professeur Berchiche a mis en place des programmes de caractérisation de la population locale Kabyle sous des conditions d'élevage locales (**Berchiche et al,2000 et Gacem in Lebas 2000**). Les programmes entrepris à la même période par l'ITELV n'ont pas connus de suite, à cause des problèmes sécuritaires qu'a connus la zone pour être repris ultérieurement sur un cheptel nouvellement formé.

**-Entre 1997 et 2008**, une équipe de jeunes ingénieurs de l'ITELV a constitué un noyau de base de lapin de population locale. Les géniteurs ont été ramenés de neuf wilayas d'Algérie menés en élevage fermé et en plan de reproduction rotatif. Le noyau final contient une part égal du génome des neuf géniteurs. Le contrôle permet d'enregistrer les performances zootechniques de croissance et de reproduction (**Sid, 2005; Boukhalfa, 2005; Mehdi, 2006; Saidj, 2006; Chaou, 2006; Tankary, 2007; Mokhtari, 2008 ; Talbi, 2008**), en vue d'une caractérisation des paramètres du lapin local.

-En d'autre partie, **entre 1997 et 2000**, des programmes de développement de la cuniculture lancés dans les wilayas de Tizi-Ouzou et de Constantine respectivement en 1997 et 2000, dans le cadre de l'emploi de jeunes et de l'agriculture de montagne, ont permis l'obtention de résultats très encourageants grâce à une assistance soutenue des services techniques agricoles et de l'ITELV (**CN AnGR 2003 ; Gacem et Bolet, 2005**).

**-A partir des années 2000**, la cuniculture connut un essor grâce au Fond National de Régulation et de Développement Agricole (FNRDA) qui, dès l'exercice 2000, consacra un soutien considérable à cette activité. Parallèlement, les éleveurs bénéficièrent, également d'une formation dans les nouvelles techniques d'élevage de lapin. En outre l'instauration d'un contrôle vétérinaire périodique des clapiers, effectué à titre gracieux par les services de la DSA (**Zerrouki et al., 2005 (a) ;Kadi et al., 2008**).

### **I.2.1.Histoire du lapin locale**

Selon **Berchiche et Kadi (2002)**, il n'y a pas d'étude sur le lapin local avant 1990, mais l'élevage du lapin existe depuis fort longtemps en Algérie (**Ait Tahar et Fettal, 1990**).

Il semblerait que le lapin originaire d'Afrique du Nord fut introduit par les romains à travers la péninsule Ibérique un demi-siècle avant Jésus-Christ, et semble s'y être maintenu sous forme de petits élevages ruraux (**Barkok, 1990**). Au 19<sup>ème</sup> siècle, la colonisation et l'arrivée des populations d'origine européenne traditionnellement consommatrices de lapin.

Plus récemment, entraîné ledéveloppement d'unités rationnelles au Maghreb mais ce secteur rationnel n'est apparu en Algérie qu'au début des années quatre-vingt (**Colin et Lebas, 1995**).

## I.2.2. Les performances de croissance de principales races cunicoles :

### I.2.2.1. Population locale (robe hétérogène)

En Algérie, la population locale a été le sujet de plusieurs études, dont la plupart s'en tenaient à l'étude des performances zootechniques. Cette population présentant plusieurs phénotypes de couleurs, et une bonne adaptation aux conditions climatiques locales (**Berchiche et Kadi, 2002**). Elle caractérisé par un poids adulte moyen de 2,8 kg, utilisée principalement dans la production de viande, Mais son poids adulte reste trop faibles pour être utilisable telle quelle dans des élevages producteurs de viande. Cette valeur permet de classer cette population dans le groupe des races légères, comme les lapins Hollandais et Himalayens (**Zerrouki et al., 2001 ; Zerrouki et al., 2004**). Avec une vitesse de croissance beaucoup plus réduites de 17 à 30 g/jour en engraissement, et le poids à 28 jours est de 350-380 g (**Lebas, 2000**).

La productivité numérique enregistrée chez les femelles de cette population est de l'ordre de 25 à 30 lapins sevrés /femelle /an. (**Berchiche et Kadi, 2002 ; Gasem et Bolet, 2005; Zerrouki et al., 2005a**).

**Tableau 01:** Synthèse des poids vifs obtenus pour le lapin locale à différents âges.

Classe I (jeunes)		Classe II (adulte)	Références
Age (semaine)	Poids (Kg)	Poids (Kg)	
13	1.800	-	<b>Fettal, et al (1994).</b>
-	-	3.000	<b>Zerrouki et al., (2001).</b>
12	1.900	//	<b>Berchiche et Kadi, (2002).</b>
13	1.926	//	<b>Berchiche et al., (2004).</b>
15	2.290	2.810	<b>Lakabi et al., (2004).</b>
-	-	2.890	<b>Zerrouki et al., (2004).</b>
12	2.03	-	<b>Zerrouki et al., (2005a).</b>

### I.2.2.2. Population locale blanche

Au cours des années 1980, l'Algérie a importé de France des lapins « hybride commerciaux », mais n'a pas organisé le renouvellement à partir des lignées parentales. Le remplacement des reproducteurs a été effectué sur place, en choisissant parmi les sujets normalement destinés à la boucherie menés en système fermé. Il s'est ainsi progressivement constitué une population qui est désignée localement sous le nom de « population blanche ». Cette population produite par une coopérative d'état, caractérisé par un lieu de sevrage entre 30 à 35 jours avec une moyenne de  $5.8 \pm 2.4$  sevrés par sevrage (**Zerrouki et al., 2007a**). Elle atteint 2 Kg et obtient une vitesse de croissance de 30 à 37 g/j. la consommation alimentaire est modéré : 75 à 100 g/j, mais l'indice de consommation est satisfaisant : 2.9 à 3.6 (**Berchiche et al., 2012**).

### I.2.2.3.Souche synthétique

La première génération de croisement (F1), a été obtenue en inséminant en décembre 2003, 80 femelles de la population locale, entretenues dans l'élevage de l'ITELV à Baba Ali avec la semence des mâles de la souche INRA2666. Cette souche est elle-même une souche synthétique expérimentale, issue du croisement entre la souche INRA2066 et la souche Verde de l'université de Valencia en Espagne (**Brun et Baselga., 2005**). La semence avait été prélevée sur les mâles à l'élevage expérimental de la SAGA à Auzeville, diluée selon la technique classique, et transportée dans les boîtes isothermes pour être mise en place le lendemain à l'élevage de l'ITELV. Cette utilisation de la souche INRA2666 a fait l'objet d'une convention de transfert de matériel biologique à des fins expérimentales entre l'INRA de la France et l'ITELV d'Algérie (**Gacem et Bolet., 2005**). Cette souche appelée **ITELV2006** a été créée pour améliorer le potentiel génétique des lapins destinés à la production de viande en Algérie. Elle est plus lourde et plus productive (**Gacem et Bolet., 2005; Gacem et al., 2008a; Bolet et al., 2012**).

### I.2.3.L'élevage de lapin en Algérie

On distingue actuellement deux composantes en Algérie : un secteur traditionnel constitué de très petites unités à vocation vivrière et un secteur rationnel comprenant de grandes ou moyennes unités orientées vers la commercialisation de leurs produits.

#### I.2.3.1.Secteur traditionnel

Il est constitué de nombreux petits élevages de 5 à 8 lapines, plus rarement 10 à 20 (Tableau 02), localisés en milieu rural ou à la périphérie des villes. La gestion de ses unités est très souvent assurée par les femmes, la quasi-totalité des ménagères étant femme au foyer (**Ait Tahar et Fettal., 1990; Berchiche., 1992; Djellal et al., 2006**). Les animaux utilisés sont de race locale logés dans des vieux locaux récupérés, et quelquefois dans des bâtiments traditionnels aménagés spécialement à cet élevage. L'alimentation est, presque exclusivement, à base d'herbe et de sous-produits domestiques (les végétaux et les restes de table), quelquefois complétés avec le son (**Berchiche, 1992**). Leur orientation principale est l'autoconsommation, qui représente 66% de la production traditionnelle mais les excédents sont vendus sur les marchés. En Algérie, l'élevage fermier de lapin évolue progressivement, cette évolution s'explique par son exploitation en petits élevages nécessite peu d'investissements et évite de grandes pertes comparativement à son exploitation en grands élevages (**Djellal et al., 2006**).

**Tableau 02:** Répartition d'un échantillon d'élevages fermiers algériens de lapin selon leur taille.

Nombre de lapines/élevage	% <sup>(1)</sup>	% <sup>(2)</sup>	Référence
1 à 4	26	80.5	<b>(1) Berchiche (1992) (2) Djellal., et al (2006)</b>
5 à 8	53	17	
9 à 12	10	2.5	
13 à 16	6	-	
17 à 20	3	-	
Total	100	100	

### I.2.3.2.Secteur rationnel

Il n'est apparu qu'au début des années quatre-vingt, à la suite d'une volonté des pouvoirs publics, ainsi, 5000 femelles et 650 mâles ont été installés entre 1985 et 1988 (**Anonyme, 1986**), parallèlement ont commencé des fabrications nationales des cages et d'aliment composé pour lapin. Dans ces élevages, les animaux sont généralement des hybrides importés de France ou de Belgique, mais leur adaptation s'est souvent révélée difficile à cause des conditions climatiques et de l'alimentation locale (**Berchiche, 1992**).

Les performances obtenues restent moyennes, surtout en raison des fortes mortalités au nid : 30 à 35 lapins/ femelle /an (**Ait Tahar et Fettal, 1990; Berchiche,1992**). Ces élevages rationnels sont regroupés en coopératives, elles-mêmes encadrées par différents instituts techniques (**Colin et Lebas,1995**).

### I.2.4.Importance et intérêt de la cuniculture en Algérie

#### I.2.4.1. Importance économique

Le lapin peut représenter pour l'Algérie une source de protéines non négligeable compte tenu de l'important déficit en ce nutriment. Le recours à la cuniculture est justifié par ses nombreux atouts, entre autre, son cycle biologique court, une forte prolificité et de sa capacité à valoriser des sous-produits agro industriels mais aussi la capacité de cette espèce à transformer le fourrage en viande consommable par une conversion des protéines contenues dans les plantes riches en cellulose, inutilisables par l'homme, en protéines animales de haute qualité nutritionnelle (**Gacem et Bolet, 2005**). Alors, une lapine peut produire 50 lapereaux abattus par an, d'un poids vifs individuel de 2.4 Kg entre 10 à 12 semaines, ce qui représente une importante quantité de viande (60 à 65 Kg par lapine/an).

#### I.2.4.2.La production Algérienne de la viande lapine

Selon **Moulla et Yakhlef (2007)**, la part cunicole dans la production animale est très faible. La production est assurée en grande partie dans des petits élevages avec des lapins de la populations locales (**Daoaudi et al., 2003**). La production nationale annuelle de viande de lapin est estimée seulement à 7000 tonnes, avec une consommation moyenne de 1 Kg de viande de lapin par habitant et par an (**FAO,2009**).L'évolution de la consommation de viande par habitant est présentée dans le tableau 03.

**Tableau 03** : Evolution de la consommation de viande de lapin (kg / habitant) en Algérie depuis1966.

Source	AARDES	DSCN/CNRES	ONS	ITELV
Période	1966/67	1979/80	1988/89	1998
Quantité /habitant	0.30	0.10	0.17	0.86

**AARDES** : Association Algérienne de Recherches Démographiques Économiques et Sociales, **DSCN/CNRES** : Direction des Statistiques et de la Comptabilité Nationale/Commissariat National au Recensement. **ONS** : Office National des Statistiques, **ITELV** : Institut Technique des Élevages

### I.2.4.3. La commercialisation

Selon une enquête récente, les lapins sont achetés généralement en tant que des carcasses entières (86.49 %), d'environ 1.4 Kg de poids (**Kadi et al., 2008**). En 1998, le lapin est vendu aux consommateurs à prix moyen de 300 dinar Algérien (DA/Kg) (**Bakiri et Lazar, 1998**).

Ce prix arrive à 470 DA/Kg en 2008. Bien que la demande locale continue à augmenter, la vente pour la viande du lapin dans la région de Tizi-Ouzou reste négligée. La vente est réduite et en fragments, inefficace ainsi la chaîne de distribution de cette viande est désorganisée (**Kadi et al., 2008**).

### I.2.4.4. La composition de la viande du lapin

La viande du lapin présente des caractéristiques nutritionnelles et diététiques de premier plan. Elle a le pourcentage le plus riche en protéine (Tableau 04) et se distingue par un rapport protéine/énergie élevé (24 g/MJ). Les protéines sont digestibles (peu de collagène) et ont une bonne valeur biologique. Leur teneur en acide aminé essentiel est élevée, la seule carence notable (par rapport à l'œuf de référence) comme à toutes les viandes est celle des acides aminés soufrés.

La viande du lapin a une teneur en matière grasse légèrement inférieure à presque toutes les autres viandes, excepté la dinde et le faisan. Le gras de dépôt de lapin est caractérisé par une teneur en acide stéarique, oléique et linoléique. La teneur en cholestérol des muscles du lapin (70 Mg/100g) est légèrement inférieure à celle des autres espèces (**Lebas et al, 1984**). Selon **Ouhayoun (1992)** le taux des minéraux de cette viande est comparable à celui des autres viandes voir supérieur. Par contre, il faut souligner la faible teneur en sodium (39 mg/100g) et une teneur en calcium plus élevée.

**Tableau 04:** Composition chimique (g) et valeur énergétique (kJ) pour 100g de fraction comestible des viandes de taurillon, veau, poulet et de la viande de lapin

	<b>Taurillon</b>	<b>Veau</b>	<b>Poulet</b>	<b>Lapin</b>
<b>Eau</b>	69.1	73.5	72.2	72.5
<b>Protéines</b>	19.5	20.5	20.1	21.0
<b>Lipides</b>	9.0	4.0	6.6	5.0
<b>Energies</b>	665	493.5	586	725
<b>Minéraux</b>	1.0	1.1	1.1	1.2

(Combes, 2004).

### I.2.4.5. Acceptabilité de la viande

La consommation de la viande du lapin dépend de l'importance de l'élevage cunicole ainsi que des habitudes alimentaires de chaque population, en effet, seul dans les quelques pays Européen (France, Italie, Espagne, Chypre, et Malte) ou la consommation du lapin est importante, en Belgique et au Portugal l'accessibilité de la viande du lapin ne pose pas problème. Elle se situe même parmi les viandes qui on consomme en famille les jours de fêtes. La situation dans les autres pays est très hétérogène, ainsi que le coran n'interdit nullement la consommation de cette viande. Par contre, la consommation de la viande est une tradition aussi bien dans les pays du Maghreb qu'en Egypte et au Soudan. Les seuls vrais interdits sont rencontrés dans les religions hébraïque et bouddhiste (**Colin et Lebas, 1995**).

## Chapitre II : L'engraissement chez le lapin

### II.1.L'alimentation chez le lapin

#### II.1.1.L'appareil digestif du lapin

Selon **Gidenne et Lebas (2005)**, la formule dentaire du lapin est de 2/1,0/0,3/2,3/3. Pour un adulte (4 à 4.5 Kg de poids vif), la longueur du tube digestif est de 4.5 à 5 m (figure 02). Le tube digestif a un degré de maturité très élevé par rapport aux autres organes (**Nezar, 2007 et Pascal et al, 2008(a)**), il termine son développement vers 12-14 semaines d'âge, alors que son poids ne présente encore que 60-70 % de celui d'un adulte (**Lebas, 1997**).

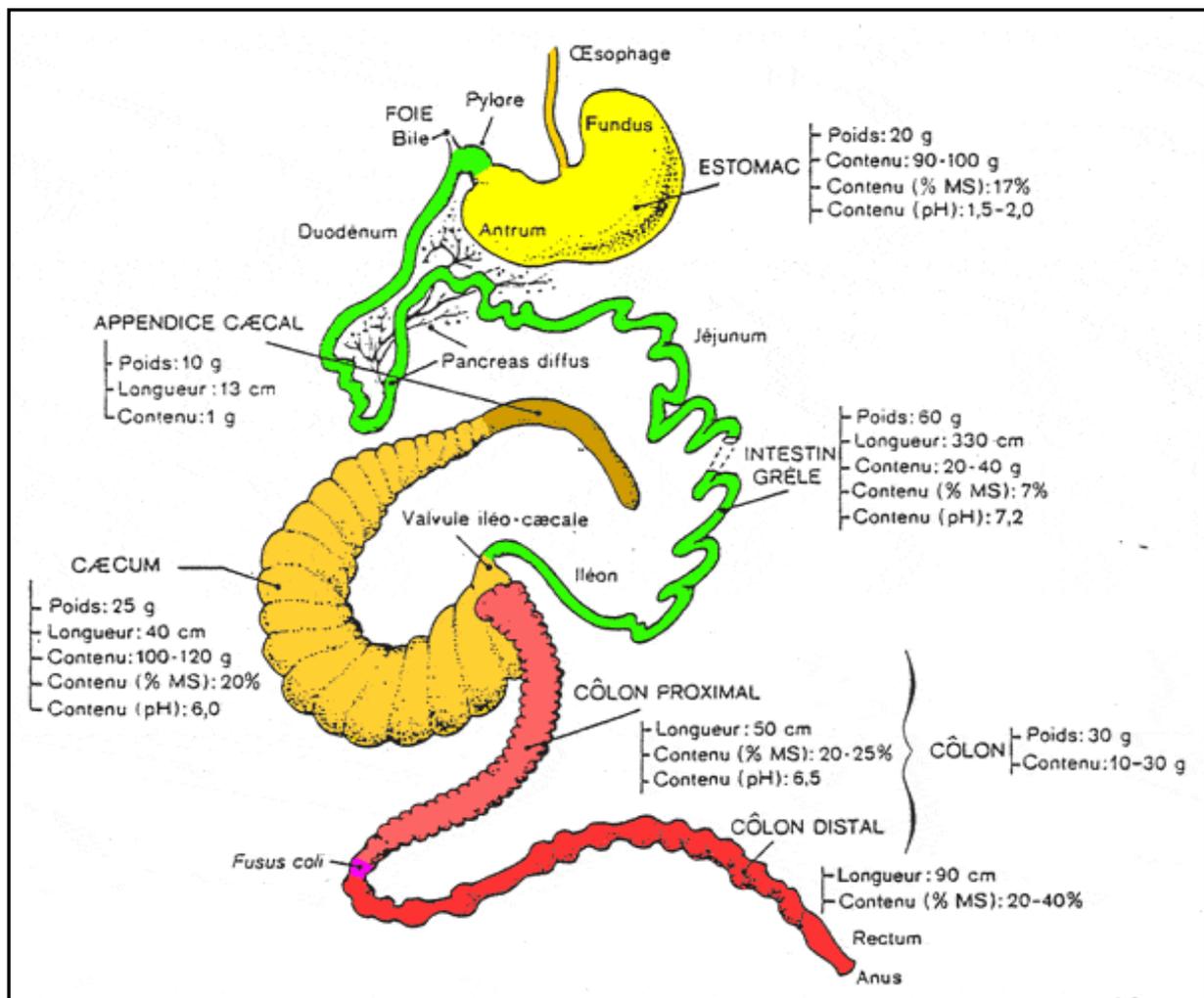


Figure 02 : Caractéristiques des principaux éléments du système digestif du lapin (**Lebas, 2009**).

#### II.1.2.La digestion chez le lapin :

Le lapin satisfait ses besoins nutritifs par une grande consommation d'aliments (**Carabano, 1992**). Le transit digestif du lapin est relativement rapide pour un herbivore, de 17 à 20 h en moyenne, comparativement au cheval (38 h) et au bœuf (68 h) (**Warner, 1981**). En 24 heures et en fonction de la nature des aliments, le lapin élimine de 70 à 95 % de ses aliments non digérés. En particulier le lapin peut assimiler quelques parties de la cellulose (**Surdeau et Henafe, 1981**).

Parmi les particularités de la digestion nous avons la cæcotrophie. Elle est définie comme étant l'alternance au cours d'une journée de l'émission des cæcotrophes ou crottes molles qui sont réingérées par l'animal et l'émission des excréments normaux qui sont évacués à l'extérieur : crottes dures plus sèches.

Les cæcotrophes ont une composition chimique différente des crottes dures, elles sont en particulier plus riches en eau et en matière azotée, et plus pauvre en cellulose (Henaff et Jouve, 1988). Les travaux conduits par plusieurs équipes de recherches (Gidenne et Poncet, 1985; Lebas, 1987; Carabano et al, 1988 ; Lebas et Gidenne 1991; et Carabano, 1992), soulignent l'importance de la cæcotrophie dans le recyclage partiel des différents nutriments (20 % des besoins protéiques, les vitamines « B et K » hydrosolubles, d'acide gras volatiles et des minéraux).

### II.1.3. Les besoins alimentaires à l'engraissement

La ration alimentaire correspond à la quantité de tous les nutriments consommés quotidiennement par l'animal répondant aux différents besoins (tableau 05).

**Tableau 05:** Recommandations pour la composition des aliments complets pour lapins

Composants d'un aliment à 89% de matière sèche		unités	Jeune en croissance (4-12 semaines)	Aliment mixte (maternité, engraissement)
Énergie digestible		(kcal / kg)	2400	2400
Protéines brutes		(%)	16	16
Protéines digestibles		(%)	12	12.4
Lipides		(%)	2.5	3
Fibres	Cellulose brute (méthode de Weende)	(%)	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 soufrés (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

D'après Lebas et al.,(1996) et Lebas, (2004b)

### II.2. Les normes zootechniques de l'engraissement

Les caractères quantitatifs à intérêt économique sont le gain moyen quotidien, l'indice de consommation, la consommation alimentaire et l'efficacité alimentaire et le poids à l'abattage (Ouhayoun, 1980 ; Marai et al ,2008).

### II.2.1. Poids et l'âge au sevrage

La période d'engraissement commence à 1 mois d'âge (Bolet, 1998 ; Vostry et al, 2008). Le sevrage conventionnel (28-35 jours) est le plus souvent pratiqué dans l'élevage cunicole, avec un poids moyenne de : 500 à 600g (Lebas, 2000).

### II.2.2. GMQ post-sevrage

Du sevrage à la fin d'engraissement, le GMQ post-sevrage permet de fixer l'âge à l'abattage. Une vitesse de croissance élevée diminue la période d'engraissement en augmentant le poids vif à un âge type (De Rochambeau et al, 1989 ; Hernandez et al, 1997 ; Orengo et al, 2009). Le maximum de la croissance est obtenu vers la 7<sup>ème</sup> et la 8<sup>ème</sup> semaines (Ouhayoun, 1990). Actuellement, on arrive avec des lignées sélectionnées sur la vitesse de croissance à des vitesses de croissance dépassant les 60 g/j (Hernandez et al., 1997 ; Piles et al., 2004).

Chez les animaux améliorés le gain moyen quotidien est de 40 à 46 g/j (Szendro., Dalle Zotte., 2010). Les différents auteurs constatent un ralentissement de croissance au-delà de 55 j.

### II.2.3. Poids et l'âge à l'abattage

En Europe, le poids vif est de 2.3 Kg à l'abattage (Blasco, 1992). L'âge d'abattage est limité à 70-77 jours (Ouhayoun et al, 1986 ; Ouhayoun, 1990). En Algérie, l'âge à l'abattage est 13 semaines avec un poids de 1.7 Kg. L'abattage se fait plus tardivement chez les éleveurs (13,5 semaines), le poids moyen des lapereaux étant estimé à 2,2 kg, le poids à l'abattage est corrélé positivement au poids au sevrage (Zerrouki et al., 2005 b). La recommandation pour le poids à l'abattage est de 2.3 à 2.5 kg à un âge de 77 à 90 jours.

### II.2.4. Quantité ingérée (Qi)

D'après Gidenne et Lebas (2005), la consommation moyenne d'aliment par jour des lapins nourris ad-libitum est de 100 à 120 g entre 5<sup>ème</sup> et 7<sup>ème</sup> semaine et 140 à 170 g entre 7<sup>ème</sup> et 10<sup>ème</sup> semaine par lapereau en engraissement. Au-delà de 11 semaines le lapin consomme en moyenne entre 150 et 160 g/j (Poujardieu et al., 1986).

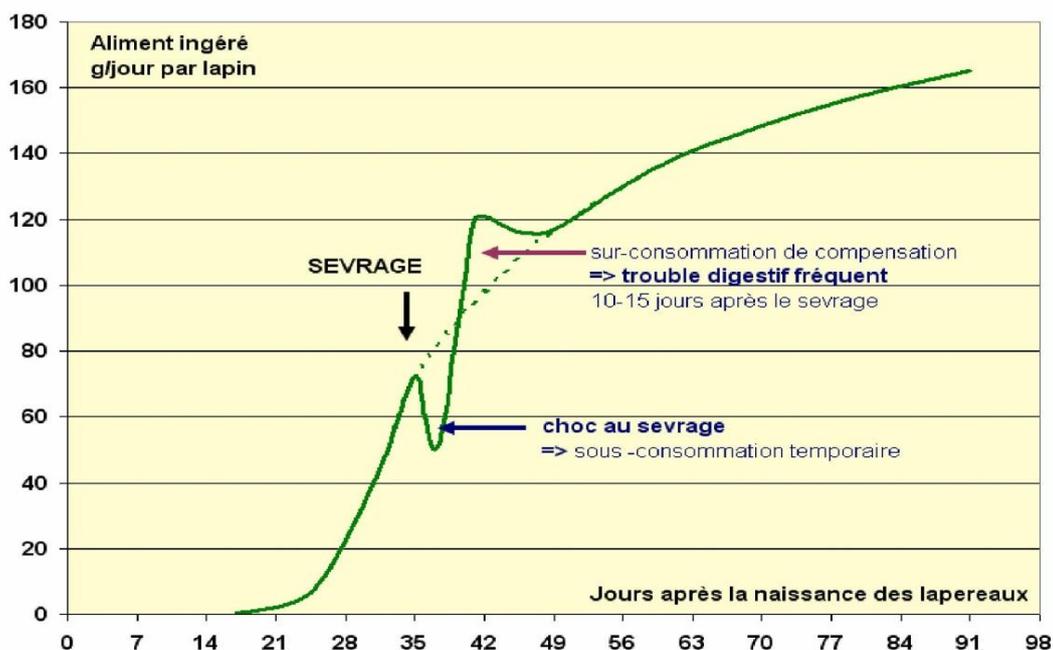


Figure 03: Evolution de la consommation alimentaire chez les lapereaux (Lebas, 2014b)

### II.2.5. L'indice de consommation (IC)

Pour les types génétiques destinés à la boucherie (format moyen). La norme pour l'indice de consommation à l'engraissement est de : 3 à 4. Un indice de 4 est considéré comme bon (**Lebas et al., 1996**). Actuellement, on arrive avec des lignées sélectionnées sur la vitesse de croissance à des indices de conversion inférieur à 3 (**Hernandez et al., 1997 ; Piles et al., 2004**).

### II.2.6. La mortalité

Parmi les accidents les plus fréquents observés dès la 5<sup>ème</sup> semaine, on note la mortalité. La cause est souvent attribuée aux modifications de l'alimentation autour de la période de sevrage (**Ouhayoun, 1983**), La limite tolérée de la mortalité à l'engraissement dans un élevage rationnel, recommandée par (**Lebas, 1991**), est de 5 à 10%.

## II.3. Facteurs de variations des performances d'engraissement

La croissance des lapereaux est affectée par des facteurs génétiques et de milieu.

### II.3.1. Facteurs génétiques

D'après **Bolet et al (1992)**, l'évolution zootechnique des races se base sur la comparaison des génotypes purs et croisés, montre qu'il existe des différences notables entre les types génétiques. Le poids à un âge donné est atteint plus rapidement par certains génotypes avec un indice de consommation optimal, résultant généralement par l'intégration des génotypes géants (**Ouhayoun et Vigneron., 1975**). Certains effets génotypiques sont défavorables sur la vitesse de croissance et sur le rendement à l'abattage (**Ouhayoun., 1990**). En effet l'indice de consommation et l'indice de conversion sont plus élevés chez les races de petit format (**Ouhayoun et Rouvier, 1973 ; Ouhayoun et Poujardieu, 1978 ; Ozimba et Lukfahr, 1991 ; Larzul et De Rochambeau, 2004 ; Ouyed et Brun, 2008**). Le tableau 06 montre la comparaison entre les génotypes Algériens.

**Tableau 06:** Comparaison des performances d'engraissement entre les génotypes locaux.

	Population locale (1)	Population locale (2)	Population blanche (3)	Population blanche (4)	Population blanche (5)	Souche Synthétique (6)
Poids sevré (g)	453	621	564	445	590.86	
Poids vif 11s (g)	1975.83	1433	1909	1997.21	2199.57	1506
Poids vif 12s (g)	2157.39	1576	2011		2506.5	
GMQ 5-11 (g)	31.11	25.33	-	36.8	38.30	24
Qi 5-11(g)	120.07	69.7	-	107.2	121.72	
IC 5-11	4.49	3.7	-	2.92	3.26	
GMQ 5-12 S	30.49	26.68	32.05	-	37.56	
Qi 5-12	123.56	77.4	99.20	-	124.75	
IC 5-12	4.52	4.38	3.10	-	3.34	

(**Berchiche et al, 2012**)

(1)-Berchiche et al 2000 ; (2)- Chaou T., 2006 in Mefti- Kortby 2010 ; (3)- Lounaouci et 2008; (4)- Lakabi 2009 ;(5)- Kadi et al 2011 ; (6)- Gacem et al 2008 et 2009.

Pour la population locale de lapin en Algérie, **Zerrouki et al (2014)**, enregistrent une mortalité de 23 % durant la période d'engraissement (35-77 jours), qu'il est inférieur à celle de la population blanche et synthétique (26%, 25% respectivement).

### II.3.2.Facteurs de milieu

#### II.3.2.1.Effet de l'âge au sevrage

Le sevrage précoce (SP) a des mauvaises répercussions sur les performances ultérieures, il entraîne une baisse de GMQ et le poids des petits à 35 j (**Piattoni et al.,1999 ; Feugier et al.,2005**). Par contre, il augmente l'ingéré de granulé(les petits compensent l'absence de lait par une ingestion de granulé plus élevée entre le SP et 35 j), ce qui cause des problèmes digestifs, se traduit par un taux de mortalité élevé (**Gallois et al., 2003; Coudert ,2005**).

Cet effet dépressif sur la croissance persiste en période post-sevrage (**Fortun-Lamothe et Gidenne, 2003; Kovacs et al., 2008**).

#### II.3.2.2.Influence de l'ordre de la portée (parité)

Les lapins issus de la deuxième portée présentent des poids plus élevés au sevrage (**Prayaga et Eady , 2002 ; Belhadi et Baselga, 2003**) et à l'abattage (**Ouyed et al., 2007 ;Ouyed et Brun,2008; Aboukhadiga et al.,2008, Mefti Kortebby, 2012**).

#### II.3.2.3.Effet de la taille de la portée

**Brun et Poujardieu (1998)**, montrent que le poids au sevrage varie en fonction de la taille de la portée, soit de 645g pour une portée de 6.85 lapereaux et 590g pour une portée de 7.40 lapereaux. La taille de portée est négativement corrélée au taux de croissance et au poids au sevrage (**Mefti kortebbyetal., 2012**).

#### II.3.2.4.Effet de sexe

Entre le sevrage et la fin d'engraissement, les mâles présentent un GMQ et un poids plus élevés au sein de la même portée (**Chineke, 2005 ; Aboukhadiga et al., 2008**).A l'âge adulte, les femelles pèsent plus que les mâles en relation au développement des organes génitaux (**Blascoetal.,2003 ;Drogoul et al.,2004**).

#### II.3.2.5.Influence de la saison :

D'après **Aboukhadiga et al (2008)**, la saison sèche a un effet dépressif sur les caractères de croissance. L'indice de consommation augmente progressivement du printemps à l'été pour diminuer relativement pendant l'hiver (3.01en été et 3.10 en hiver). Concernent le GMQ , il est plus élevée de 4.61 % en hiver et en automne comparativement au printemps et à l'été. Cela peut s'expliquer en partie par l'augmentation de la consommation alimentaire pendant les saisons d'hiver et d'automne. L'effet saison pourrait être attribué à la variation de la température et de l'humidité (**Ouyed et al., 2007**). Les travaux de **Belhadi et Baselga, (2003)** et **Belhadi, (2004)**, montrent que la saison de mise bas influence significativement sur le poids individuel des lapereaux en croissance au sevrage et à l'âge de 70 j. Ils concluent que l'hiver est plus favorable à la croissance des lapereaux (Tableau 07). Ainsi, les meilleures performances de croissance sont enregistrées pendant les saisons à faibles températures (automne et hiver) et diminuent au printemps et en été.

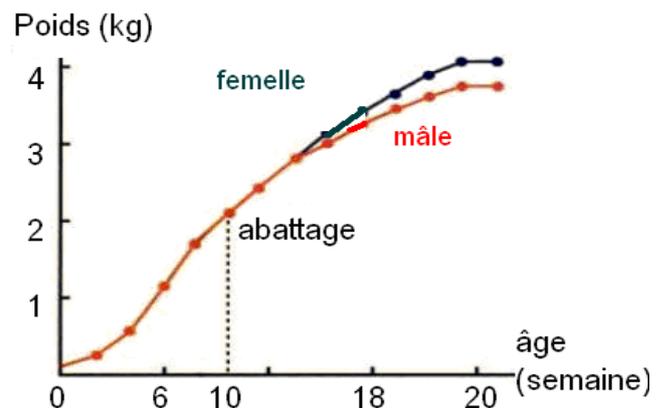


Figure 04 : la croissance de lapin (**Drogoul et al, 2004**)

**Tableau 07** : Effet de saison sur la taille et le poids (g) des portées au sevrage à 70 jours.

Paramètres	TP30	TP70	PP30(g)	PP70(g)
Automne (2000)	6.4	5.1	3251	9087
Hiver (2001)	6.3	5.3	3586	9441
Printemps (2001)	6.8	5.3	3452	8813
Automne (2001)	5.0	-	2979	-

(Belhadi, 2004)

**TP30** : Taille des portées à 30 jours, **TP70** : Taille des portées à 70 jours, **PP30** : Poids des portées à 30 jours, **PP70** : poids des portées à 70 jours.

Dans d'autres conditions, les fortes mortalités surviennent en hiver et en été (Lopez et al. 1992). Quel que soit le type génétique, Gacem et al., (2009), rapportent que la mortalité peut varier en fonction de la saison (Tableau 08).

**Tableau08** : Effet de saison sur le taux de mortalité à l'engraissement

Saisons	Mortalités (%) Engraissement
Début d'année (février-mai)	24
Période chaude (juin-septembre)	26
Fin d'année (octobre-janvier)	26

(Gacem et al., 2009).

### II.3.2.6. Influence de la température

L'augmentation de la température ambiante entraîne une réduction de l'ingéré alimentaire, d'où la baisse des performances. L'animal se trouve ainsi en déficit nutritionnel et donc un brusque ralentissement de la croissance (Colin, 1995). Par contre, une baisse de la température engendre une consommation accrue de l'aliment sans affecter la vitesse de croissance (Tableau 09). Les dépenses énergétiques du lapin sont dépendantes de la température, l'ingestion d'aliment permettant de faire face aux dépenses est donc elle-même liée à cette température.

**Tableau 09** : Effet de la température ambiante Chez le lapin à l'engraissement.

Température ambiante	5 °C	18 °C	30°C
Ingestion de granulé (g/j)	182	158	123
Ingestion d'eau (g/j)	328	271	386
Ratio eau/aliment	1.8	1.71	3.14
Gain de poids (g/j)	35.1	37.4	25.4

(Lebas, 2008a).

### II.3.2.7. Influence de la densité

Selon Coulmin et al (1982), une densité de 15.6 lapins/m<sup>2</sup> permet une forte vitesse de croissance et moins de compétition entre les animaux. Par contre, une densité supérieure à 16 lapins/m<sup>2</sup> réduit les performances de croissance. D'après Jehl et al, 2003, l'élevage en batteries permet de réduire la mortalité (4% vs 18%). Les animaux élevés en parc ont présenté une croissance ralentie et un poids vifs plus faible à 70 j d'âge (Combes et al., 2003 ; Dallezotte et al., 2008a).

### II.3.2.8. L'effet de l'alimentation sur les performances d'engraissement

Plusieurs travaux ont montré que le lapin est sensible aussi bien à la quantité qu'à la qualité de l'aliment.

### II.3.2.8.1. Effet de la quantité d'aliment consommée

**Gidenne et al (2009)**, montrent qu'une restriction de 25% de 35 à 63 jours puis remise à volonté jusqu'à 70 j, a conduit à la réduction significative, du taux de mortalité de 21.6% (lapins nourris à volonté) à 11.9%, du taux de morbidité de 18.7% à 14.0%, et de l'Index de risque sanitaire de 40.3% à 25.9%. Tandis que leur poids final d'abattage a été réduit (2.45 kg vs 2.61 kg à 70 j). Dans toutes les modalités, les lapins réalisent une forte croissance compensatrice au cours de la réalimentation ad-libitum, mais ne compensent pas totalement leur retard (**Perrier, 1998 ; Gidenne et al., 2007a**). Selon **Lebas (2008a)**, les lapins en engraissement avec un rationnement (réduction à seulement 80% de ce qu'ils auraient mangé s'ils étaient à volonté) permet de réduire l'incidence de la mortalité par les troubles digestifs (Tableau 10), en particulier par entérocolite épizootique du lapin.

**Tableau 10** : Effet d'une restriction alimentaire sur les performances d'engraissement

Niveau d'alimentation	100%	80 %	60 %
% mortalité 35-54 j	10.2 %	5.5 %	2.8%
% mortalité 35-70 j	15.9 %	12.4 %	11.9 %
GMQ g/j	43.5	40.8	38.2
Poids à 70 jours	2468 g	2373 g	2279 g
Indice de consommation	2.69	2.54	2.38

(**Lebas, 2008a**).

#### - Les composants d'aliment du lapin

L'aliment influe sur le comportement alimentaire du lapin d'une part, par sa composition en matière première et d'autre part par sa forme de présentation.

Les essais conduits par différents auteurs cités par **Lebas (2010)**, ont permis de montrer qu'il y a une différence significative entre les lapins alimentés avec l'aliment commercial et ceux alimentés avec un aliment expérimental équilibré ou juste complémenté. Pour les éleveurs familiaux utilisant des lapins de la population locale, la vitesse de croissance passe de 12-13 g/j à 20-25 g/j lorsqu'ils utilisent un aliment commercial, ce qui est grande amélioration des performances d'engraissement tel que le GMQ entre 5 et 11 semaines d'âge (23-24 g/j). Un aliment pour lapins à l'engraissement contient les matières premières qui sont choisis selon un certain nombre de critères tel que la valeur nutritive ainsi que leur composition chimique figurant dans le Tableau 11.

**Tableau 11** : Composition chimique des principaux produits utilisés dans l'alimentation des lapins.

Matières premières	MS	(% de matière sèche)					
		PB	CB	MG	MM	Ca	P
Mais	86.00	7.74	01.89	3.61	1.16	0.008	0.23
Orge	86.00	7.91	4.12	1.54	1.97	0.004	0.30
Avoine	86.00	8.60	8.77	4.50	2.70	0.06	0.29
Sorgho	86.00	8.60	2.58	2.58	1.41	0.03	0.29
Triticale	86.00	9.97	2.32	1.37	1.54	0.03	0.34
Caroube	86.00	4.30	6.70	2.06	2.54	0.55	0.08
Gland entier	88.00	5.19	10.56	2.90	2.35	0.08	0.11
Féverole	87.00	22.90	6.50	1.13	2.94	0.09	0.53
Pois	86.00	18.90	5.40	1.37	2.94	0.06	0.34
Lupins	87.00	31.06	9.30	8.35	2.95	0.15	0.34

(**INRA, 1989**).

- **forme de présentation de l'aliment**

D'après **Lebas (1989)**, il est possible de nourrir des lapins avec un aliment sous forme de farine à condition que celle-ci ne fait pas très fines et plus poussiéreuse, en effet la consommation des aliments farineux très fines perturbe le fonctionnement normale du nez du lapin et favorise les maladies des voies respiratoire. Toute en causent des irritations peuvent entrainer la mort. Mais aussi influence sur les performances zootechniques du lapin comme la croissance et la consommation (Tableau 12). La granulation de l'aliment améliore nettement le GMQ et IC, et de 5 à 7 % l'efficacité d'un régime alimentaire (**Lebas, 1994**).

**Tableau 12 :** Effet de la forme de présentation de l'aliment sur les performances d'engraissement.

Auteur	Présentation	Consommation d'aliment (g MS/j)	Gain de poids vif (g/j)	Indice de consommation
Lebas, (1973)	Farine	82	29.7	2.78
	Granulé	94	36.0	2.62
King, (1974)	Farine	79	20.7	3.80
	Granulé	85	22.9	3.70
Machin et al (1980)	Farine	102	26.5	3.80
	Pâtée (40% d'eau)	78	27.9	3.06
	Granulé	104	33.1	3.30

(INRA, 1989).

**II.3.2.8.2. Effet de la qualité d'aliment consommée**

- **L'apport énergétique**

**Partridge et al (1989)** ont estimé à 47% l'efficacité moyenne de l'utilisation de l'énergie digestible pour la rétention corporelle (gain de poids), une carence en énergie digestible d'une ration (<9.0 Mg/Kg) entraine une augmentation de GMQ. **Maertens (1992)**, dit qu'un excès de l'énergie digestible se traduit par une augmentation de la teneur en graisse de la carcasse des lapins. Mais aussi l'excès énergétique (amidon), élève le taux de mortalité (**Perez et al., 2000 ; Gidenne et Lebas, 2005**). Un manque énergétique, donne un gain moyen quotidien et un poids final faible (**Yamani et al., 1994 a ; Szendro et al., 2008 ; Metzger et al., 2009**).

**Tableau 13 :** Effet du taux de l'énergie disponible sur les performances à l'engraissement.

Type d'aliment	B	A	C
Energie digestible (Kcal / Kg)	2500	2650	2800
Poids à 32 jours (g)	900	913	918
Poids à 70 jours (g)	2456	2491	2501
GMQ (g/j)	44.8	45.1	45.3
Indice de consommation	3.15	3.05	2.88

(**Rommers et Maertns., 1991**).

- **L'apport protéique**

Les performances d'engraissement sont influencées par les apports azotés (Tableau 14). La croissance est ralentie par un faible niveau protéique dans l'aliment (**Lebas et Ouhayoun, 1987**). Le rapport 12,5 ou 11,5 g de protéines digestibles/MJ d'énergie digestible (PD/ED) pendant la première phase d'engraissement (6-8 semaine), la consommation d'aliment et la croissance ont été moins élevées pour les régimes avec un PD/ED de 11,5. Les performances zootechniques sont significativement influencées par le rapport PD/ED (**Maertens et al., 1999**).

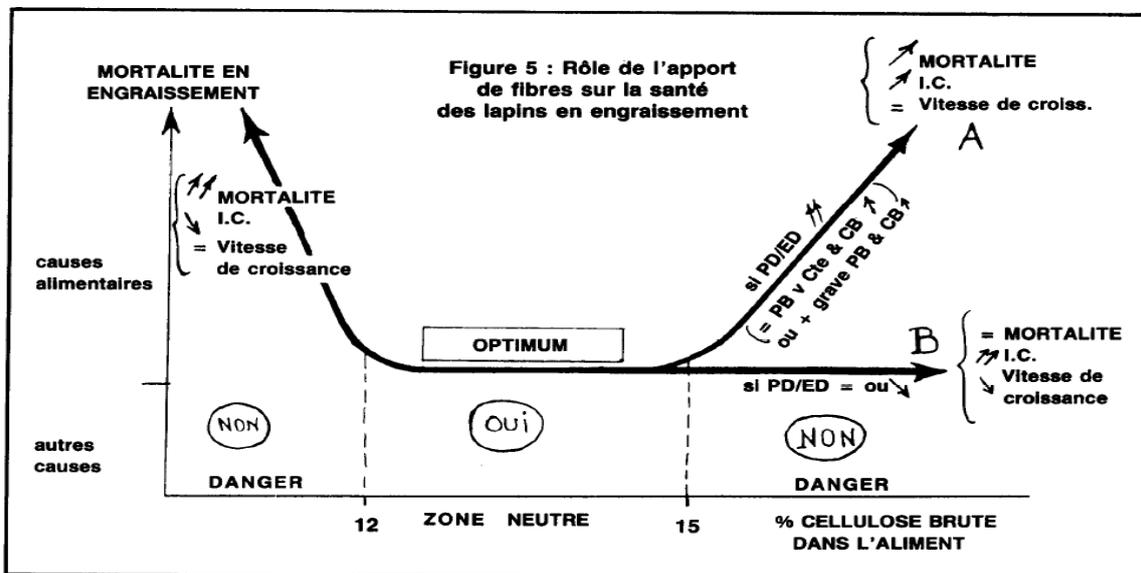
**Tableau 14** : Effet de l'apport de protéiques sur les performances d'engraissement.

Réduction du taux dans la ration	Diminution du gain de poids		Augmentation de l'IC		Composition limite inférieure pour la validité de ces variations
	Valeur absolue (g/j)	%	Valeur absolue (g/j)	%	
Protéine (1point)	-3	-8.5	+0.1	3	12 %
Méthionine (0.1point)	-2	-6	+0.1	3	0.40%
Lysine (0.1point)	-5	-14	+0.1	3	0.40%
Arginine (0.1point)	-1.5	-4.5	+0.1	3	0.40%

(Lebas, 1989)

- L'apport cellulosique

Dans l'alimentation des lapins en croissance un apport minimum de lest est considéré comme nécessaire. Dans un grand nombre d'expérimentation, la vitesse de croissance est réduite lorsque le taux de lest est augmenté. Une concentration insuffisante en fibre dans l'alimentation provoquerait des troubles digestifs important (diarrhée). Donc pour avoir une marge de sécurité le taux de cellulose doit être varie entre 12.5 et 16.5 % (Lebas 1995),car une carence en lest moins de 10% le lapin va avoir des troubles digestifs (Gidenne,1996). D'un autre côté, un excès de cellulose plus de 16 % va influencer sur la croissance, l'indice de consommation, le taux de mortalité et diminue la valeur énergétique de l'aliment, leur efficacité selon son contenu en lignine (Lebas, 1991),la figure 05 montre la relation entre le taux de cellulose et le risque de mortalité.



**Figure 05** : le rôle de l'apport de fibre sur la santé du lapin à l'engraissement(Lebas, 1989)

Pour réduire les risques sanitaires, il faut respecter le rapport amidon / fibre. Un aliment à forte teneur en fibres digestibles et faible teneur en amidon permet d'améliorer la vitesse de croissance, dégrade l'indice de consommation (Xiccato in Gidenne et Duperray, 2009).

Xiccato et al., (2002) ; Volek et al., (2006), montrent qu'un rapport Amidon / Fibre allant de 0,84 à 1,17, améliore les performances de croissance. Et la diminution de taux d'amidon, entraîne une chute de croissance avec augmentation de taux de mortalité.

**- L'apport en vitamines et minéraux**

**Lebas (1987)**, en cas de déséquilibre entre les apports de sodium, phosphore et chlore, et entre les teneurs de sodium, potassium et le chlore peut être altérer la croissance. Un excès en sulfate et en cuivre améliore les performances du lapin avec un apport de 200 ppm de cuivre, ce qui est enregistré une amélioration de GMQ de 2 à 3g et une diminution de la mortalité avec l'addition de 200 à 400 ppm de  $\text{CuSO}_4$ . Pour **Lebas, (1989)** les risques associés aux excès de vit A et vit D étant classique, une attention doit être apportée aux possibilités de carence en vit E.

## Chapitre III :Le caroubier

### III.1.Généralité sur l'espèce

#### III.1.1.Taxonomie

Le caroubier (*Ceratonia siliqua* L.) appartient au genre *Ceratonide* de la sous-famille *descaesalpinioideae* (césalpiniacées), de la famille des *Fabaceae* (Légumineuses), qui fait partie de l'ordre des *Fabales* (Rosales), Classe des *Magnoliopsida* (**Quezel et Santa, 1963**).

Le nom scientifique du caroubier, *Ceratonia siliqua* dérive du grec "Keras" (= corne) et du latin *siliqua*, désignant une siliqua ou gousse et faisant allusion à la dureté et à la forme du fruit (**Battle et Tous, 1997**). De même, Les Arabes se réfèrent à la caroube comme "Kharroub", les italiens "Carrubo", les français "Carroubier", les allemands "Karubenbaum", les grecs "Charaoupi", le turc "charnup" et les espagnols "Garrofero" ou "Algarrobo" (**Battle et Tous, 1997; Zografakis et Dasenakis, 2002**).

#### III.1.2.Description

**Le caroubier** est un arbre de croissance lente mesurant de cinq à sept mètres de hauteur et pouvant atteindre exceptionnellement quinze mètres de hauteur (**Quezel et Santa, 1963**). Cet arbre développe un système racinaire pivotant, qui peut atteindre 18m de profondeur (**Aafi, 1996; Gharnit, 2003**). Le tronc est gros et tordu, l'écorce brune et rugueuse. La frondaison abondamment fournie forme un houppier large. Sa longévité importante dépassant souvent les 200 ans (**Battle et Tous, 1997; Yousif et Alghzawi, 2000; Rejeb et al, 1991**), peut atteindre 500 ans.

**Les feuilles** persistantes, de 10 à 20cm long, se caractérisent par un pétiole sillonné sur la face interne et un rachis portant 8 à 15 folioles, opposées, de 3 à 7 cm, elles sont coriaces, entières, ovales à elliptiques, paripennées, légèrement échancrées de couleur verte (**Ait Chitt et al., 2007**).

**Les fleurs** sont verdâtres, de petite taille (6 à 16 mm de longueur), spiralées et réunies en un grand nombre pour former des grappes droites et axillaires, plus courtes que les feuilles à l'aisselle desquelles elles se sont développées (**Battle et Tous, 1997**). Les fleurs femelles sont constituées d'un pistil court et recourbé avec un petit ovaire (5 à 7mm) bicarpellé. Les stigmates sont bilobés et couvertes par des papilles. A la base, le disque nectarifère est entouré de 5 à 6 sépales rudimentaires. Par contre, la corolle est absente et les fleurs mâles portent 5 étamines (**Aafi, 1996**).

**Les fruits**, appelées « caroubes », sont des gousses de grande taille : de 10 à 20 cm de longueur, et de 2 à 3 cm de largeur. A partir la floraison, leur développement du fruit est très long. Pour arriver à maturité, il met généralement entre 9 et 10 mois. Il est vert puis brun, et, au moment de la maturité, brun foncé à noir. Il est sinueux sur les bords, aplati et présente un tissu pulpeux, sucré, rafraîchissant renfermant de 12 à 16 graines (**Rejeb, 1995**). On peut distinguer trois parties :

- **Epicarpe** ou **peau**, de nature fibreuse et coloré.
- **Mésocarpe** ou **pulpe**, de nature charnue, riche en sucres (environ 70 à 95% du fruit entier).
- **Endocarpe**, de nature fibreuse ; il recouvre l'intérieur du fruit en le divisant en segments ou loges carpellaires où se situent les graines (**Caja, 1985**).

**Les graines** de caroube sont brunes, de forme ovoïde aplatie, biconvexes et très dures, soit 10 à 20 % du poids de la gousse. Elles sont séparées les unes des autres par des cloisons pulpeuses, dont la longueur et la largeur sont respectivement de 8 à 10 mm et de 7 à 8 mm (**Battle et Tous, 1997**). Les graines de caroube sont constituées de trois différentes parties mais fortement liées. Il s'agit, de l'extérieur vers l'intérieur, une enveloppe (cuticule marronne, 30-33%), un endosperme (blanc et translucide, 42-46%) un embryon ou un germe (23-25%) (**Neukom, 1988; Gharnit, 2003**).



**Figure 06:** Feuillage, inflorescences et fructification du caroubier (**Gaouar, 2011**).

### III.2. Origine et répartition géographique

Le lieu d'origine du caroubier demeure aberrant. **Vavilov (1951)** situe l'origine du caroubier dans la région Est de la méditerranée (Turquie, Syrie et Palestine), est domestiqué depuis le néolithique 4000 ans avant J.C, période initiale de la domestication des espèces ligneuses (**Estrada et al., 2006**). Sa culture extensive date au moins de 200 ans avant J.C (**Gharnit, 2003 ; Berrougui, 2007**). Parcontre, le caractère thermophile de cette espèce et sa présence sur les hauts plateaux du Yémen donne à penser que son origine peut être située dans la région Sud de l'Arabie (**Lipshitz, 1987**). Tardivement, il a été considéré, par **Zohary (1973)**, comme originaire de la flore d'Indo-Malaisie, groupé avec *Olea*, *Laurus*, *Myrtus* et d'autres plantes. Par ailleurs, et des bordures de la corne africaine (Nord de Somalie) (**Hillcoat et al., 1980**). Le caroubier est distribué dans toute la région du bassin méditerranéen (Figure 07). Plus récemment, le caroubier a été dans de nombreux autres pays à climats chauds et semi-arides (**Battle et Tous, 1997**). Généralement, la distribution des espèces arborescentes, telle que *C. siliqua* est limitée par des stress liés aux froids (**Mitrakos, 1981**). Dans les zones basses méditerranéennes (0-500 m, rarement 900m d'altitude), le caroubier constitue une essence dominante et caractéristique du maquis des arbres sclérophylles (**Folch et Guillen, 1981**).



**Figure 07:** distribution du caroubier dans le monde (Batlle et Tous, 1997).

En Algérie, le caroubier est fréquemment cultivé dans l'Atlas Saharien et il est commun dans le tell (Quezel et Santa, 1963). On le trouve à l'état naturel en association avec l'amandier, *Olea Europeae* et *Pistacia Atlantica* dans les étages semi-arides chauds, sub-humides et humides, avec une altitude allant de 100 m à 1300 m dans les vallons frais qui le protègent de la gelée ; avec une température de 5°C jusqu'à 20°C et une pluviométrie de 80mm à 600 mm/an (Rebour, 1968).

L'aire de répartition du caroubier en Algérie de prédilection sont les collines bien ensoleillées des régions littorales ou sublittoral : sahel algérois, Dahra, Grande-Kabylie et petite-Kabylie, vallée de la Soummam et de l'Oued-Isser, collines d'Oran et des coteaux Mostaganem à l'étage semi-aride chaud, plaines de Bône, Mitidja et les vallées intérieures. jusqu'à Bou-Saada, et dans la zone de Traras au Nord de Tlemcen (Zitouni, 2010).

### III.3.La répartition géographique de production

#### III.3.1.Production mondiale

Le caroubier présente une irrégularité de production très marquée dont on attribue généralement la cause à une mauvaise pollinisation, à des déficiences en soins culturaux et aux conditions climatiques (FAO, 2003). Selon les données du FAOSTAT (2010), La production mondiale annuelle de caroube essentiellement méditerranéenne, est estimée à 310 000 tonnes sur une superficie de 102939 ha. Les données sont enregistrées dans le Tableau13

**Tableau15 :** Superficie occupée par le caroubier

Pays	Superficie (ha) en 2004	Superficie (ha) en 2008
Algérie	1066	1000
Afrique du Nord	13526	13460
Europe	92218	83574
Monde	112711	102939

(FAOSTAT, 2010)

En Algérie, la production de la caroube s'est vue réduite de 83% entre 1961 (24.000 t) et 2011 (4000 t) (FAOSTAT, 2013). La différence en rendement dépend de la récolte, de la région et des pratiques de culture (Makris et Kefalas, 2004). Ainsi, La grande variabilité phénotypique au sein et entre les cultivars a d'importantes implications pour la sélection, la création de nouvelles plantations et l'optimisation de la productivité de cette culture (Battle et Tous, 1997).

**Tableau 16** : Production mondiale de caroube

Pays	Production en tonnes (2004)	Production en tonnes (2008)
<b>Espagne</b>	67000	72000
<b>Italie</b>	24000	31224
<b>Maroc</b>	40000	25000
<b>Portugal</b>	20000	23000
<b>Grèce</b>	19000	15000
<b>Turquie</b>	14000	12100
<b>Chypre</b>	7000	3915
<b>Algérie</b>	4600	3600
<b>Liban</b>	3200	2800
<b>Tunisie</b>	1000	1000
<b>monde</b>	182680	191167

(FAOSTAT, 2010)

### III.3.2. Production Algérienne

On remarque qu'en Algérie la production de caroube ainsi que la surface cultivée a fortement baissé (Tableau 17), passant de 11000 ha en 1961 à 1000 ha en 2011 (FAOSTAT, 2013), car il n'est plus utilisé comme plante fourragère pour l'aliment de bétails au profit de l'orge et c'est dû à son coût élevé et son rendement lent (10 à 15 ans après sa plantation).

**Tableau 17** : Surface cultivée, production et rendement de la caroube en Algérie, année 2009. (DSA de Tlemcen) : Direction des Services Agricoles de Tlemcen.

Wilaya	Surface cultivée (ha)	Production (qx)	Rendement (qx/ha)
Bejaia	645	18417	28.6
Tipaza	105	5600	53.3
Blida	100	8050	80.5
Boumerdes	32	1080	40.0
Bouira	22	144	6.9
Mila	10	80	8.0
Tlemcen	5	100	20.0
B.B. Arreridj	4	20	5.0
Ain-defla	2	300	150
Mascara	1	30	30.0
Tizi-ouzou	1	20	20.0
Total	927	33841	36.5

(Mahdad, 2013)

### III.4.Principaux constituants de caroubier

La caroube est une légumineuse avec une forte accumulation de sucres et de tanins ; ces deux composés lui confèrent au début de son cycle un aspect charnu différentiable d'une variété à autre (**Melgarejo et Salazar, 2003**). 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)** ; **Bengoechea et al., (2008)**, la gousse de caroube est riche en hydrates de carbone et en fibres, elle contient une faible quantité de protéines et des teneurs négligeables en lipides ; quant à la teneur de la caroube en minéraux elle est appréciable.

#### III.4.1.Composition chimique de la graine

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. **Gaouar (2011)** montre que les graines de caroube contiennent plus de matière grasse par rapport aux pulpes, ceci s'explique du fait que la graine est un organe utilisé par la plante pour le stockage des nutriments. **Dakia et al., (2007)** représente 6,6% de lipide contenu dans les graines. Elle est riche en sucres simples (**Dakia et al., 2008**). La farine de germes est très riche en protéines (50%), en glucides (27%), elle est principalement utilisée dans l'alimentation diététique pour les enfants (**Lizardo et al., 2002 ; Dakia et al., 2007**). Sa composition chimique est pauvre en minéraux. (**Bouzouita et al., 2007**), et en fibres (4.17%) (**Gaouar, 2011**).

#### III.4.2.Composition chimique de la pulpe

La composition chimique de la pulpe varie en fonction des cultivars, de l'origine géographique, du temps de la récolte et des facteurs environnementaux (**Biner et al, 2007; Owen et al, 2003**). La pulpe du fruit de caroube contient des glucides sucrés, elle est plus riche en sucres simples ce qui lui vaut sa saveur très sucrée et son utilisation comme aliment de bétail.**Thomson (1971)** a trouvé dans 40 cultivars un taux de sucres de 37 à 62%, des protéines brutes de 2,2 à 6,6%, des fibres brutes de 4,2 à 9,6% et une teneur en cendre de 1.5 à 2.4%. Alors que d'autres auteurs ont rapporté un contenu riche en polyphénols (16-20% essentiellement des tanins) et en fibres alimentaires (jusqu'à 39,8%) (**Yousif et Alghzawi, 2000 ; Owen et al,2003; Santos et al, 2005 ; Biner et al, 2007**).**Avallone et al., (1997)**, et **Bengoechea et al., (2008)** ont rapporté des taux élevés en glucides (>50%) avec une faible quantité de protéines (1-2 %) et des teneurs négligeables en matières grasses (0,5-0,7), et environ 18% de cellulose et de l'hémicellulose, et une teneur appréciable en minéraux. **Ozcan et al., (2007)**, les différents minéraux se trouvant dans la pulpe de caroube et qui sont en quantité dominante sont le potassium, suivi du calcium, de phosphore et de magnésium, ainsi que les éléments traces suivants : fer, manganèse, zinc et cuivre. Tandis que la gousse est une bonne source de potassium, de calcium, de sodium. De même, les oligo-éléments sont présents à des quantités importantes : fer, magnésium, de manganèse, de zinc, du cuivre, et du phosphore (**Ozcan et al., 2007 ; Petit et pinilla., 1995**).

**Gaouar, (2011)**, le taux de fibres alimentaires pour la pulpe de caroube est de (10,83%), ce qui est considéré comme un avantage au point de vue nutritionnel.

Ils exercent une bonne influence sur l'énergie ingérée et le poids corporel (**Gruendel et al., 2007**). La farine de gousse de caroube broyée contient à peu près 4,45% de protéines (**Ayaz, 2009**).

### III.5. Intérêt et utilisation de caroubier

Le caroubier est présenté comme une espèce forestière et arboricole d'une grande importance économique, écologique, industrielle et ornementale indiscutable. En terme de produits, l'arbre et toutes ses composantes sont utiles et particulièrement le fruit.

#### III.5.1. Arbre

Le caroubier est largement utilisé comme arbre d'ornement et d'ombrage tout au long des allées de la Californie, de l'Australie et d'ailleurs. Sur la base de sa faible exigence et sa grande tolérance pour les sols pauvres, le caroubier est de plus en plus recommandé pour le reboisement des zones côtières dégradées sous l'effet de l'érosion ou de la désertification (**Battle et Tous, 1997**). De nos jours, le caroubier est considéré comme l'un des arbres fruitiers et forestiers les plus intéressants, puisque toutes ses parties (feuilles, fleurs, fruits, bois, écorce et racines) sont exploitées et ont des valeurs dans plusieurs domaines (**Aafi, 1996 ; Mhirit et Et-Tobi, 2002**).

Le bois du caroubier appelé *carouge* (**Rivière et Leco, 1900**) est dur à grain fin ; il est utilisé pour la fabrication d'ustensiles et la production de combustible (**Battle et Tous, 1997**). L'écorce du caroubier présente une grandes quantités de polyphénoliques caractérisés par leurs activités antioxydantes qui sont très importantes pour la santé (**El Hajaji et al., 2010**). L'écorce de l'arbre est utilisée en tannerie, particulièrement dans l'achèvement et l'émaillage des peaux (**Battle, 1997**).

#### III.5.2. Feuille

Plusieurs études ont montré que l'utilisation des feuilles associées avec le polyéthylène glycol (PEG) améliore la digestibilité et la qualité nutritionnelle des tanins contenus dans les feuilles (**Priolo et al., 2000**). La valeur énergétique des feuilles du caroubier à 0,25 UF/kg de matière sèche (**Rejeb et al. 1991**). **Corsia et al. (2002)** ont démontré la capacité extraordinaire des extraits de feuilles et de gousses à l'inhibition de la prolifération des cellules tumorales.

#### III.5.3. Fruit

Les gousses du caroubier ont été traditionnellement utilisées non seulement dans l'alimentation des ruminants (**Louca et Papas, 1973**) et des non ruminants (**Sahle et al., 1992**), mais aussi dans l'alimentation humaine. Une étude récente menée par **Sánchez et al. (2010)** démontre que la gousse du caroubier est une matière première appropriée à la production de bioéthanol, en raison de sa forte teneur en sucre (50%) et la facilité de son extraction.

#### III.5.4. Pulpe

La farine élaborée à partir de la pulpe peut être utilisée comme ingrédient dans certains aliments, tels que les gâteaux, bonbons, crèmes glacées, boissons (**NAS, 1979**). De plus, elle est utilisée comme substituant du cacao dans la production du chocolat, car elle est moins calorifique et ne contient ni caféine ni théobromine (**Craig et Nguyen, 1984**). En Egypte, les sirops élaborés à partir de la caroube constituent une boisson populaire (**Battle et Tous, 1997**). **Lizardo et al. (2002)** ont démontré l'effet positif de la farine du caroubier sur la performance et la santé des animaux (porcelets) soumis à un régime alimentaire. Une autre étude réalisée par **Teillet et al (2011)** démontrent l'effet favorable de l'utilisation de la caroube sur les performances d'engraissement chez le lapin par la réduction de mortalité par diarrhée. De plus, elle joue un rôle effectif dans l'élimination des parasites intestinaux (**Min et Hart, 2003**) et dans le traitement des diarrhées aiguës infantiles (**Serairi-Béji et al., 2000**).

*Ceratonia oreothauma* est largement utilisé comme fourrage pour l'alimentation des chèvres dans leur aire de répartition naturelle (Hillcoat et al., 1980).

### III.5.5.Graines

Les graines de caroube sont très appréciées et recherchées pour leurs qualités et multiples usages industriels (tableau 18). La gomme reste le produit le plus important parmi ceux (polyphénols antioxydants ; farine du germe) dérivés de la graine. Elle constitue le tiers (1/3) du poids total de la graine ; 100 kg de graines produisent une moyenne de 20 kilos de gomme pure et sèche (Jones, 1953).

Cette gomme mucilagineuse connue sous le code E-410 est utilisée dans l'industrie agro-alimentaire comme épaississant, stabilisant, liant et gélifiant ou comme agent dispersant. Elle utilisée dans le domaine de l'impression, la photographie, le textile, la pharmacie et la cosmétique (Batlle et Tous, 1997).

**Tableau 18** : principaux produits dérivés de la gousse et quelques majeuresutilisations.

Produits	Traitement reçu	Utilisations
<b>Pulpe</b>		
Brute	Aucun	Alimentation animale (Cheval et ruminants)
	Moulage	Alimentation humaine et animale (ruminants et non ruminants)
	Extraction et purification	Sucre et mélasse
	Fermentation et distillation	Alcool et production de protéines microbiennes
Extraction		Tanins comme anti-diarrhée
Poudre	Lavage, séchage, torréfaction et moulage	Ingrédients alimentaires; substituant du cacao; préparation de produits diététiques et pharmaceutiques
<b>Graines</b>		
Endosperme	Moulage	CBG ou E-410; additifs alimentaires; fibre diététique; aliments pour mascottes ; produits pharmaceutiques et cosmétiques
Embryon	Moulage	Farine de germe; nutrition humaine et animale
Episperme	Extraction	Tanins pour le tannage des cuirs

(Batlle et Tous, 1997)

## 1. Lieu et durée d'expérimentation

L'expérimentation qui s'est déroulée à la station expérimentale de l'institut national spécialisé en formation professionnelle (INSFP) de Bougara (wilaya de Blida). L'expérimentation a été entamée en début de février 2015 et a pris fin en avril 2015.

## 2. Objectif

Pour augmenter la productivité pondérale d'un élevage, il faut diminuer la mortalité. Cette dernière est très fréquente chez les jeunes lapereaux à l'engraissement. Parmi les causes de cette mortalité on note les diarrhées.

Face à cette situation et l'utilisation d'un moyen de lutte contre les diarrhées est une nécessité. Actuellement, la recherche des solutions alternatives aux antibiotiques est une méthode prioritaire pour régler le problème. La caroube est une matière première utilisée dans l'alimentation animale à cet effet. Dans cet optique nous procédés à utiliser cette matière première pour diminuer l'apparition des diarrhées chez le lapin à l'engraissement.

## 3. Matériels et méthodes

### 3.1. Matériels

#### 3.1.1. Matériels Biologiques

Il s'agit d'animaux de la population locale Algérienne. Nous avons deux lots répartis comme suit :

- Le premier lot (témoin) : 20 lapereaux reçoivent le granulé ad-libitum
- Le deuxième lot (expérimental) : 17 lapereaux reçoivent le granulé + la caroube broyée avec un taux de 10 %.



Phénotype blanche



Phénotype hétérogène



Phénotype californien

**Figure 08** : Lapereaux de la population locale utilisée dans l'expérimentation.

### 3.1.2. Matériels non Biologiques

#### 3.1.2.1. Le Bâtiment

La surface totale du clapier est de 89.05 m<sup>2</sup>, il est composé d'un couloir de circulation et de deux côtés : côté de maternité (figure 09), côté d'engraissement (figure 10), avec une salle de stockage d'aliment. (La figure 11) présente le schéma générale du clapier.

**Figure 09** : Batterie de maternité**Figure 10** : Batterie d'engraissement

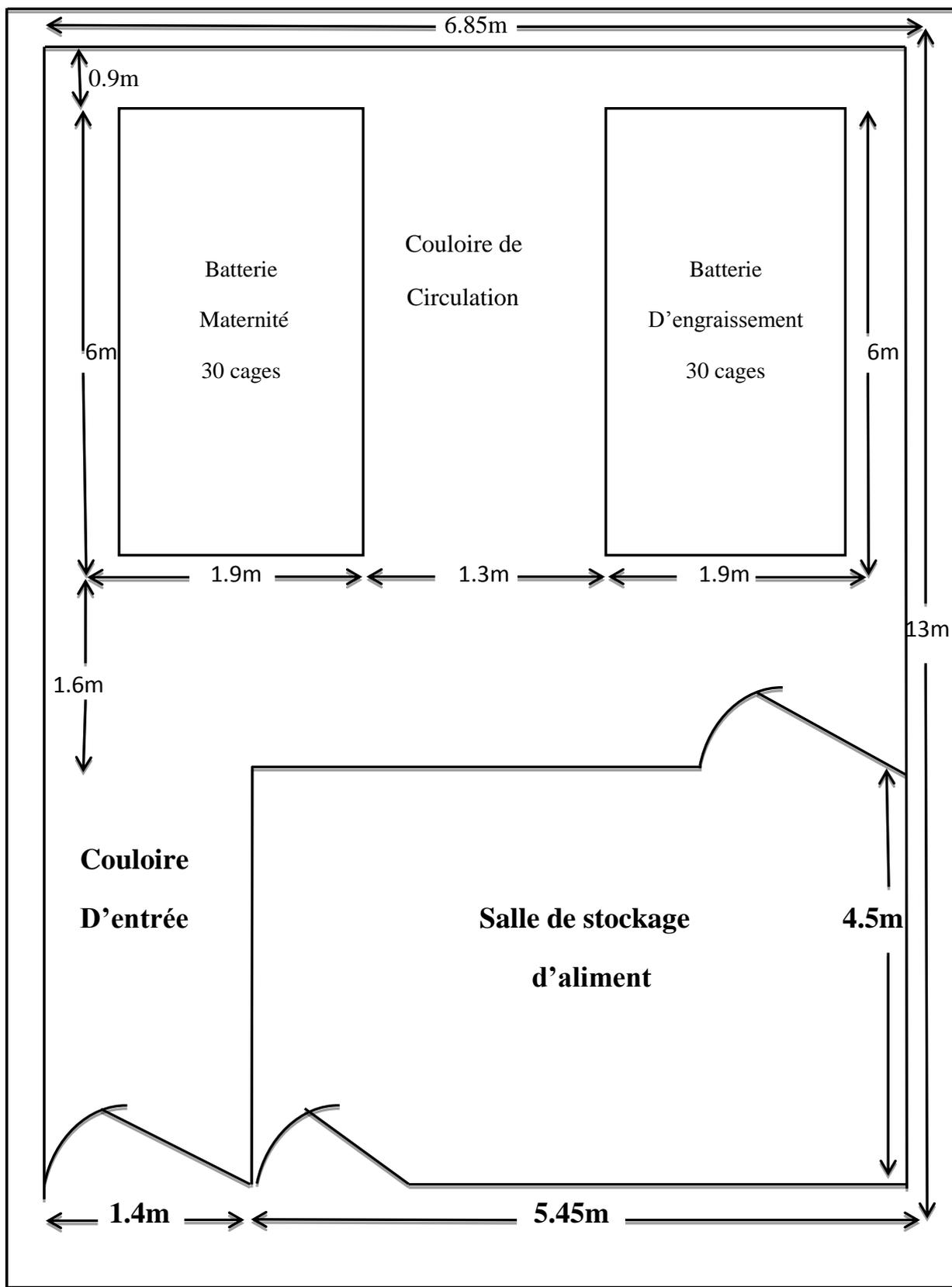


Figure 11 : Schéma général du clapier

### 3.1.2.2. Equipement d'élevages

#### a. Les cages

Les cages d'élevage sont en métal grillagé galvanisé de type Flat-Deck (à un seul niveau), pour l'engraissement elles sont réparties comme suit :

-10 cages collectives polyvalentes, leurs dimensions sont indiquées dans le tableau 19

**Tableau 19** : dimensions des cages d'engraissement.

Type de cage	Longueur (cm)	Largeur (cm)	Hauteur (cm)
Cages polyvalentes	80	40	40

#### b. Matériel d'équipement

##### ❖ L'abreuvoir

L'approvisionnement automatique en eau est assuré par un système de tétine, montées sur un tuyau rigide installé à l'intérieure et en haut des cages. Le système est relié à des petites citernes munies de flotteurs (capacité de 200 litres), se trouve à l'intérieure du local et suspendu à une hauteur d'environ 1.5m.



**Figure 12** : Abreuvoir de type tétine



**Figure 13** : Réservoir d'eau (citerne).

##### ❖ La trémie d'alimentation

Les mangeoires collectives (une trémie par deux cages) sont en tôle galvanisée et d'une capacité de 2Kg, cette trémie est placée à l'intérieure de la cage et pourvue de 2 postes d'alimentation, et d'un rebord anti-gaspillage. Le fond de la trémie est incurvé et percée par des trous pour l'évacuation des poudres de granulé.

Pour chaque cage expérimentale on ajoute une autre mangeoire destinée à l'aliment de caroube.



**Figure 14 :** Mangeoire pour le granulé



**Figure 15 :** Mangeoire pour la caroube

### c. Les conditions d'ambiance

#### ❖ L'éclairage

L'éclairage est assuré par 6 lampes pour les deux cotées de la salle (maternité et engraissement), ces lampes est de 75 Watt de puissance avec durée d'éclairage de 8 heures par jour.



**Figure 16 :** Lampe d'éclairage

#### ❖ La ventilation

La ventilation est du type dynamique dans le bâtiment, assurée par un seul extracteur de 6000 m<sup>3</sup>/h fixé sur le mur pour l'évacuation de l'air viciée. Mais aussi le bâtiment comporte des 02 fenêtres vasistas disposées le long des parois latérales.



**Figure 17 :** Un ventilateur



### Hygrométrie

Elle est relevées à l'aide d'un hygromètre, elle est enregistrée sur le registre d'élevage régulièrement le matin et le soir. Pour rafraîchir l'atmosphère intérieure, le pad-cooling est placée sur la surface latérale du bâtiment.

### Température

Le chauffage de bâtiment est assurée par une radiant à gaz, il faut assurer une température ambiante pour éviter la mortalité et assuré une bonne croissance des lapereaux surtout au début de la période d'engraissement.



Figure 18 : Thermo-hygromètre

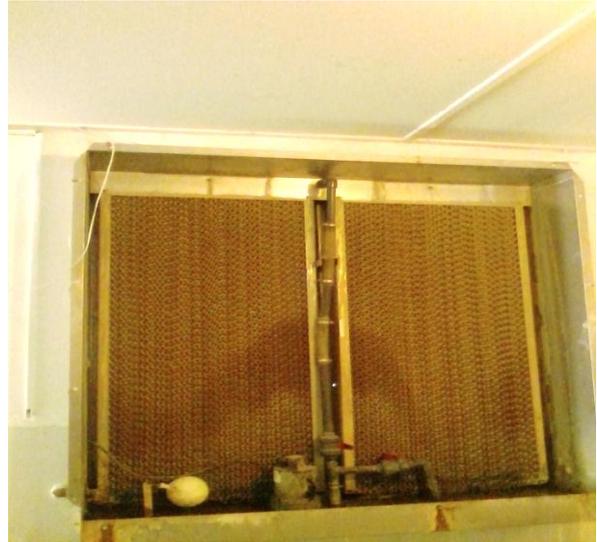


Figure 19 : Humidificateur « pad-cooling »

### d. Alimentation

#### ➤ Lot témoin

Les animaux reçoivent une alimentation à base de granulé fabriqué par CEREGAN des aliments du bétail. Composé d'orge, maïs, farine de luzerne, son de blé, soja et un complément minéral vitaminé (CMV).



Figure 20 : l'aliment granulé locale destiné à l'alimentation lapins

La date de fabrication :

-14 Janvier 2015 → 14 Juin 2015

L'alimentation de premier jour de sevrage est de 50g/j/lapereau pour les deux lots.

#### ❖ Lot expérimental

Elles reçoivent une alimentation à base de granulé (la même quantité distribué que le lot témoin) plus de caroube (10 % de la ration totale).



**Figure 21** : La caroube broyée utilisé pour les lapins à l'engraissement

## 3.2. Méthodes

### 3.2.1. La durée d'expérimentation

Notre travail s'étale sur une durée d'environ 2 mois (02/02/2015 au 05/04/2015), de la 6<sup>ème</sup> semaine à la 11<sup>ème</sup> semaine après le sevrage.

### 3.2.2. Les mesures réalisées

#### ➤ En engraissement

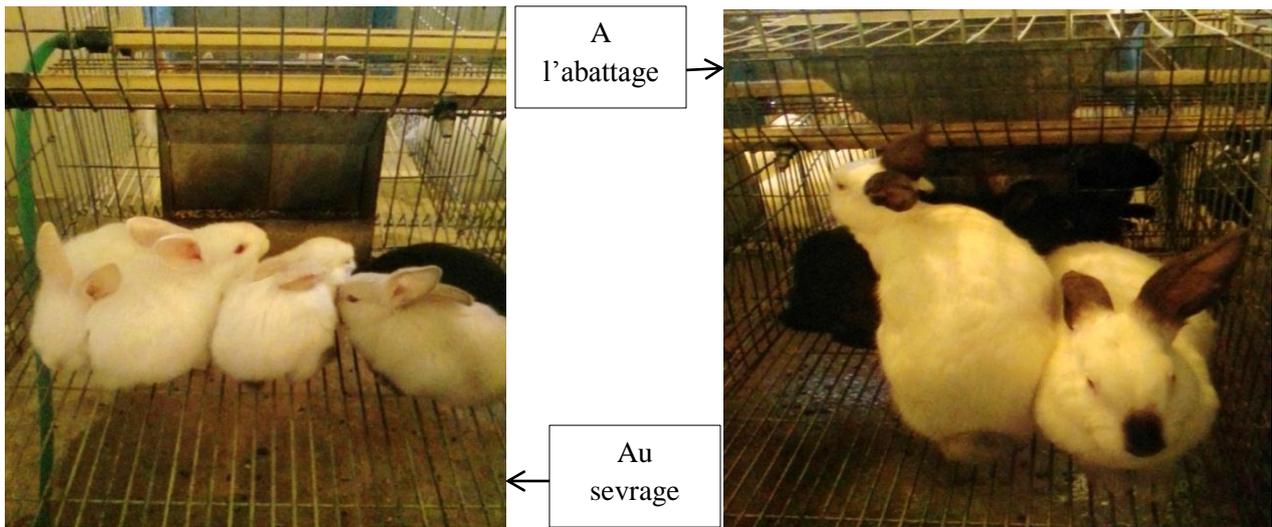
Les lapereaux sevrés sont récupérés dans la salle d'engraissement à l'âge de 5 semaine (figure 17) les lapereaux sont identifié le jour de sevrage, chaque cage contient 4 ou 5 lapereaux et l'identification se fait par ordre de 1 à 4 ou 5.

Les animaux sont pesés le jour de sevrage ensuite la pesée se fait une fois par semaine en fonction de leur date de sevrage ; de la 5<sup>ème</sup> semaines jusqu'à la 11<sup>ème</sup> semaine.

#### 3.2.2.1. La consommation alimentaire

- ❖ La distribution de l'aliment s'effectue chaque jour à la même heure (09 :00 h)
- ❖ La pesée du refus d'aliment se fait chaque semaine pour les deux lots.
- ❖ C'est la même chose pour la distribution de la caroube qui s'effectue chaque jour et le refus pesée à la fin de la semaine.
- ❖ La quantité d'aliment consommé par les lapereaux pour les deux lots est la différence entre la quantité d'aliment distribué et les refus mesurés à la fin de la semaine.

### 3.2.2.2. Contrôle de la croissance



**Figure 22 :** Les lapereaux en sevrage et en fin d'engraissement

Le contrôle de la croissance est réalisé une fois par semaines à heure fixe, jusqu'à l'âge d'abattage, ce contrôle est effectué par des pesées systématiques à l'aide d'une balance électrique.



**Figure 23 :** Pesée des lapereaux

### 3.2.2.3. La mortalité

Les animaux morts au cours de l'essai sont enregistrés et comptabilisés chaque jour avec l'examen des causes possible du décès.

### 3.2.3. Les analyses chimiques

Les analyses concernent le dosage de la matière sèche, matières azotées totales, matières grasses, matières minérales et cellulose brute. Les méthodes d'analyses sont celles décrites par l'INRA (1981) cité par **Bencherchali (1994)**.

-La teneur en matière sèche est déterminée conventionnellement par le poids des aliments après dessiccation dans une étuve à air réglée à  $105^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  durant 24 heures.

- L'azote total est dosé par la méthode KJELDAHL.

- Les matières grasses sont extraites à l'aide de l'éther de pétrole.

- La teneur en matières minérales est déterminée par l'incinération et destruction de la matière organique.

- La teneur en cellulose brute est déterminée par la méthode de WEENDE.

Avant d'effectuer les analyses, l'échantillon (granulée, caroube) doit être broyé finement (1mm) et conservé hermétiquement. Toutes les analyses sont faites en triples (03 répétitions), les résultats sont rapportés à la matière sèche en (%).

### **3.2.4. Les paramètres étudiés**

Les performances zootechniques à l'engraissement.

➤ **La quantité d'aliment ingérée :**

$Q_i = (\text{Quantité d'aliment distribué} - \text{Refus}) / \text{Le nombre d'individu présents}$

➤ **La vitesse de croissance ou gain moyenne quotidien :**

$GMQ = \text{Poids final} - \text{Poids initial} / \text{le nombre de jour de mesure}$

➤ **Le poids vif :**

Il concerne une pesée hebdomadaire des animaux.

➤ **L'indice de consommation hebdomadaire :**

$IC = Q_i / GMQ$

➤ **Le taux de mortalité :**

$M (\%) = (\text{Nombre de sujets de départ} - \text{Nombre de sujets finaux}) / \text{numéro de départ}$

### **3.2.5. Traitement des données**

Les résultats obtenus au cours de cet essai sont traités à l'aide d'un logiciel statistique SPSS (Statistical Package for the Social Sciences, version 11.5) pour chaque paramètre étudié nous avons calculé la moyenne, l'écart type, afin de comparée les résultats de notre essai.

## 4. Résultats et discussion

### 4.1. Les analyses chimiques

Les résultats des analyses chimiques pour le granulé et la caroube sont présentés dans le tableau 20

**Tableau 20** : Composition chimique des aliments (granulé et caroube) en % de MS.

Analyses	MS %	MAT %	MM %	MO %	CB %	MG %
Granulé	88	11.24	4.45	95.55	11.85	2.88
Caroube	82	5.33	2.85	97.15	10.75	0.63
Les normes pour un aliment mixte (Lebas, 1991)	89	16	6	94	14	3 à 4

MS : matière sèche ; MM : matières minérales ; MAT : matières azotées totales ; CB : cellulose brute ; MG : matières grasses ; MO : matières organiques.

La comparaison entre le granulé distribué et le standard, montre le déficit d'aliment utilisé en matière nutritif (la matière azotée totale et la cellulose brute)

La teneur en MS du granulé (88%) est supérieure à celle de la caroube (82%). Ce dernier est inférieur à celle donnée par **INRA (1989)** soit 86 % pour la caroube. **Gaouar (2011)**, ont trouvé 88.68 % pour la caroube de Blida. Par contre, la matière sèche de granulé est comparable au standard.

Pour la cellulose brute, l'aliment granulé distribué présente une valeur élevée par rapport à celle de la caroube, les taux moyens obtenus sont respectivement 11.85 % et 10.75 %. Ils sont inférieurs au taux recommandé par la norme (14 %) (**Lebas, 2004**). Lorsque le régime est déficitaire en fibre, on enregistre des mauvaises performances avec une augmentation des mortalités (**Gidenne et Jehl, 1999; Pinheiro et al., 2009**).

Pour la caroube, la valeur est comparable à celle de **Gaouar (2011)**, qui a trouvé 10.17 % de CB de variétés Blida. La carence en cellulose brute affecte la santé des lapins par l'apparition des troubles digestifs graves, notamment des diarrhées pouvant provoquer les accidents de croissance ( chute de poids, une faible et un arrêt de croissance) et la mort des sujets au cours de la période d'engraissement. Dans cette situation (risque d'apparition des problèmes digestifs), et sous les conditions Algériennes, l'utilisation d'un moyen contre les diarrhées est une stratégie à grand échelle à fin de diminuer la mortalité et augmenter le poids à l'abattage (l'amélioration de la productivité pondérale) (**Gidenne, 2003**).

La teneur moyenne en azote total est de 11.24 % pour le granulé. Elle est supérieure à celle de la caroube (5.33 %). Elles semblent aussi inférieures aux normes (16%). Les performances de croissance sont influencées par les apports azotés. La croissance ralentie par un faible apport protéique, l'indice de consommation est augmenté (+ 3%) par la réduction d'un point de protéine (**Lebas, 1989**).

En revanche, les teneurs moyennes en matières grasses sont conformes aux recommandations, soit entre 3 à 4 %.

## 4.2. Les conditions d'ambiance

La température et l'humidité tout au long de la durée d'expérimentation sont enregistrées dans le tableau 21. Ces données concernent des mesures effectuées chaque jour à 09:00 par un thermo-hygromètre.

**Tableau 21:** Les valeurs moyennes de la température et d'humidité

	T(°C)	H(%)
<b>Février</b>	16,29	75,14
<b>Mars</b>	19,67	77,04
<b>Moyenne</b>	19,47	76.39

*T (°C) : température en degré Celsius ; H (%) : humidité en pourcentage.*

La température moyenne est de 19.47 °C est comprise dans l'intervalle normatif rapporté par **Lebas (2008a)** soit entre 15 et 22 °C. L'animal est en zone de neutralité thermique, il présente peu ou pas de besoins déviés vers la thermorégulation. L'humidité relative moyenne de 76.39 % est légèrement élevée comparativement aux normes comprises entre 60 et 70%.

## 4.3. Les paramètres de croissance

### 4.3.1. La consommation alimentaire des lapereaux à l'engraissement

Les moyennes de la consommation par semaine sont indiquées dans le Tableau 22 et la figure 24.

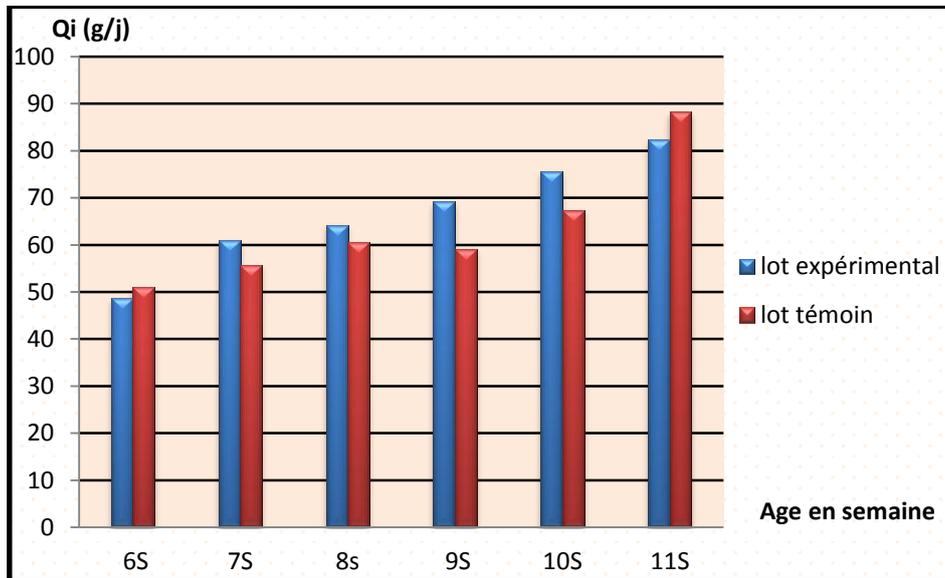
**Tableau 22:** La consommation moyenne (g/j) par lapin en période post-sevrage.

Age en semaine	lot témoin	Lot expérimental			la signification
	granulé	granulé	caroube	granulé + caroube	
6	51,07 ± 3,85	48,61 ± 00	-	48,61 ± 00	<b>0.05</b>
7	55.75 ± 2,67	56,43 ± 2,08	4,55 ± 0,49	60,97 ± 2,57	
8	60,62 ± 1,17	58,13 ± 4,12	6,11 ± 00	64,24 ± 4.12	
9	59,11 ± 25,36	62,45 ± 7,47	6,80 ± 0,37	69,25 ± 7,84	0.12
10	67,45 ± 28,84	68,11 ± 9,35	7,55 ± 0,52	75,66 ± 9,87	<b>0.05</b>
11	88,31 ± 14,14	74,59 ± 10,86	7,83 ± 0,20	82,41 ± 11,07	0.18
Qi (6-11)	66.71 ± 3.89	61.39 ± 5.65	6.57 ± 2.49	67.96 ± 5.91	0.92

**Remarque :** nous n'avons pas distribué la caroube à la première semaine.

D'après le tableau 22 et la figure 24, nous remarquons que la consommation alimentaire est en augmentation avec l'âge. Pour les lapereaux des deux lots, la consommation journalière est corrélée positivement avec l'âge.

Le teste statistique ne montre pas une différence significative entre les deux lots pour la quantité ingéré durant toute la période d'engraissement (66.71 g/j pour le lot témoin et 67.96 g/j pour le lot expérimental). Le résultat obtenu est proche à ceux trouvés par **Chaou (2006)** soit 69.7 g/j.



**Figure 24:** Evolution de la consommation moyenne quotidienne en fonction de l'âge.

### 4.3.2. La croissance pondérale des lapereaux à l'engraissement

Les critères du poids à différents âges (de la 5<sup>ème</sup> semaine à la 11<sup>ème</sup> semaine d'âge), sont illustrés dans le tableau 23 et la figure 25.

**Tableau 23:** Poids moyen des lapereaux (g) en fonction de l'âge

Age (semaine)	5S	6S	7S	8S	9S	10 S	11S
lot expérimental (g)	691 ± 189	843 ± 215	999 ± 246	1183 ± 246	1340 ± 254	1501 ± 254	1672 ± 273
lot témoin (g)	794 ± 228	880 ± 204	1009 ± 195	1166 ± 188	1310 ± 194	1464 ± 223	1607 ± 221
Signification	0.15	0.59	0.89	0.82	0.63	0.64	0.44

Le poids moyen des lapereaux témoins est supérieur à celui de l'expérimental pendant les deux première d'essai (5<sup>ème</sup> et 6<sup>ème</sup> semaine d'âge). Au sevrage, la pesée des lapereaux a permis d'obtenir un poids de 691 g pour le lot expérimental et 794 g pour le lot témoin. Ces valeurs sont supérieures à celles de **Berchiche et al (2000)** ; **Fettal et al (1994)** ; **Bellemdjahed et Hamouda (2013)**, **Chaou (2006)**, qui ont trouvé respectivement 453g, 520g, 621g et 640 g pour la population locale sevré à l'âge de 5 semaines.

À la 7<sup>ème</sup> semaine, le poids est équivalent pour les deux lots. À partir de la 8<sup>ème</sup> semaine, l'augmentation de poids est plus importante pour le lot expérimental que le lot témoin pour atteindre une valeur de 1672 g pour l'expérimental et 1607 g pour le témoin. Ce poids est moins apprécié par le consommateur en référence au poids du lapin Hybride plus lourd (2.3 Kg) à 11 semaines d'âge (Blasco, 1992).

Cette détérioration des performances zootechniques (poids au sevrage répond à la norme d'élevages cunicoles pour le type génétique destiné à la production de viande mais le poids à l'abattage est très faible), sont dues principalement à la mauvaise qualité nutritionnelle de l'aliment distribué. La bibliographie signale toujours cette contrainte dans les élevages rationnels Algériens. L'aliment ne permet pas l'extériorisation du potentiel génétique réel des populations locales (Berchiche et al., 2012).

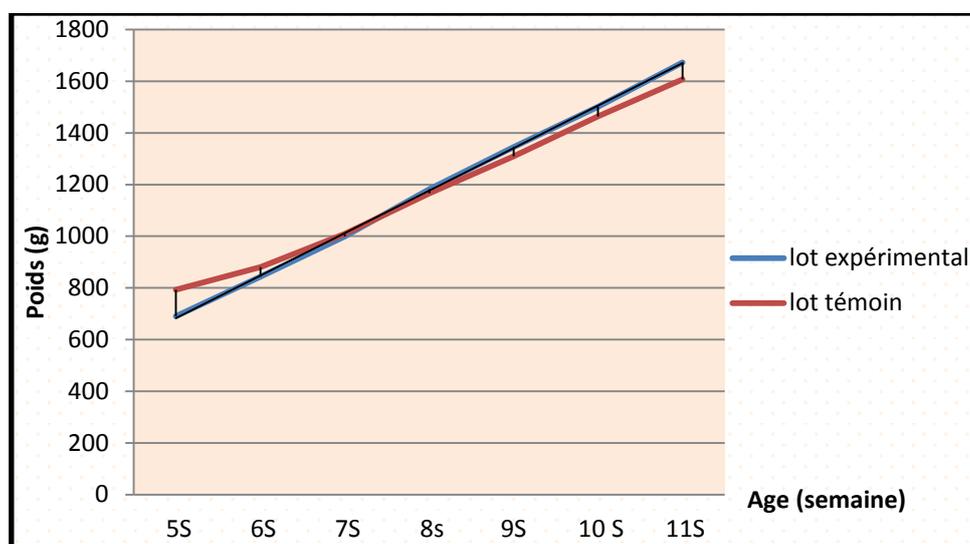


Figure 25: Evolution du poids vif en fonction de l'âge (semaine)

#### 4.3.3. Le gain moyen quotidien des lapereaux (GMQ)

Le tableau 24 et la figure 26 représentent l'évolution de gain moyen quotidien par les deux lots (le témoin et l'expérimental).

Tableau 24 : Evolution du gain du poids par semaine (g/j).

Age(semaine)	5s-6s	6s-7s	7s-8s	8s-9s	9s-10s	10s-11s	GMQ (5s-11s)
lot expérimental	21,77 ± 7,39	22,23 ± 6,51	<b>26,26</b> ± 3,69	<b>23,19</b> ± 2,36	22,27 ± 5,24	24,41 ± 2,22	<b>23.35</b> ± 2.63
lot témoin	19,04 ± 9,23	17,65 ± 10,34	<b>22,37</b> ± 4,36	<b>17,64</b> ± 10,21	22 ± 6,66	23,92 ± 14,20	<b>19.91</b> ± 4.34
la Signification	0,334	0,124	<b>0,006</b>	<b>0,035</b>	0,893	0,89	<b>0.008</b>

La courbe de croissance de la figure 26 montre que la vitesse de croissance la plus élevée est enregistrée chez les lapereaux de lot expérimental dès la première semaine d'engraissement jusqu'à atteindre le maximum de 26.26 g/j à la 8<sup>ème</sup> contre 22.37 g/j pour le témoin.

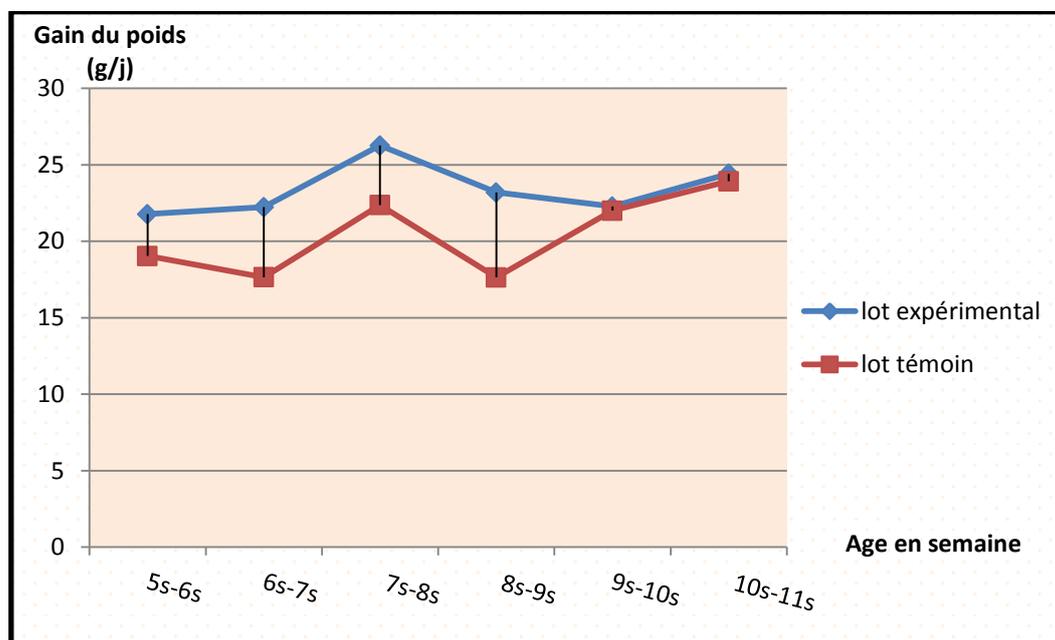


Figure 26 : Evolution du GMQ en fonction de l'âge.

Le lot expérimental montre une meilleure performance de GMQ durant toute la période d'engraissement. Le test statistique confirme cette constatation par une différence hautement significative (0.008). L'utilisation de la caroube avec un taux d'incorporation de 10 % de la ration alimentaire peuvent améliorer la croissance des lapereaux entre la 5<sup>ème</sup> et la 11<sup>ème</sup> semaine (23.35 g/j). Ces résultats diffèrent à ceux rapportés par **Teillet et al (2011)**, soient une différence non significative avec une moyenne de gain de 42.4 g/j.

La valeur moyenne de gain du poids quotidien entre la 5<sup>ème</sup> et 11<sup>ème</sup> semaine d'âge est de 23.35g/j pour le lot expérimental et 19.91 g/j pour le lot témoin. Le résultat obtenu est proche à ceux donnés par **Moulla et al., (2007)** ; **Lebas et Zerrouki., (2010)** ; soit 23.13 g/j et 23 g/j respectivement.

Les différents auteurs, **Berchiche et al. (1999)**; **Lakabi et al. (2004)**; **Kadi et al., (2004)**; **Chaou, (2006)**; **Mefti Kortoby, (2012)**, présentent des GMQ compris entre 12,25 et 28 g/j constatés sur population locale.

Entre le sevrage et la 8<sup>ème</sup> semaines d'âge, la vitesse de croissance atteint son niveau le plus élevé tandis que l'efficacité alimentaire est optimale. Ensuite, l'ingestion augmente moins rapidement que le poids vif parallèlement à la réduction de la vitesse de croissance (**Gidenne et Lebas, 2005**).

#### 4.3.4. L'indices de consommation d'aliment

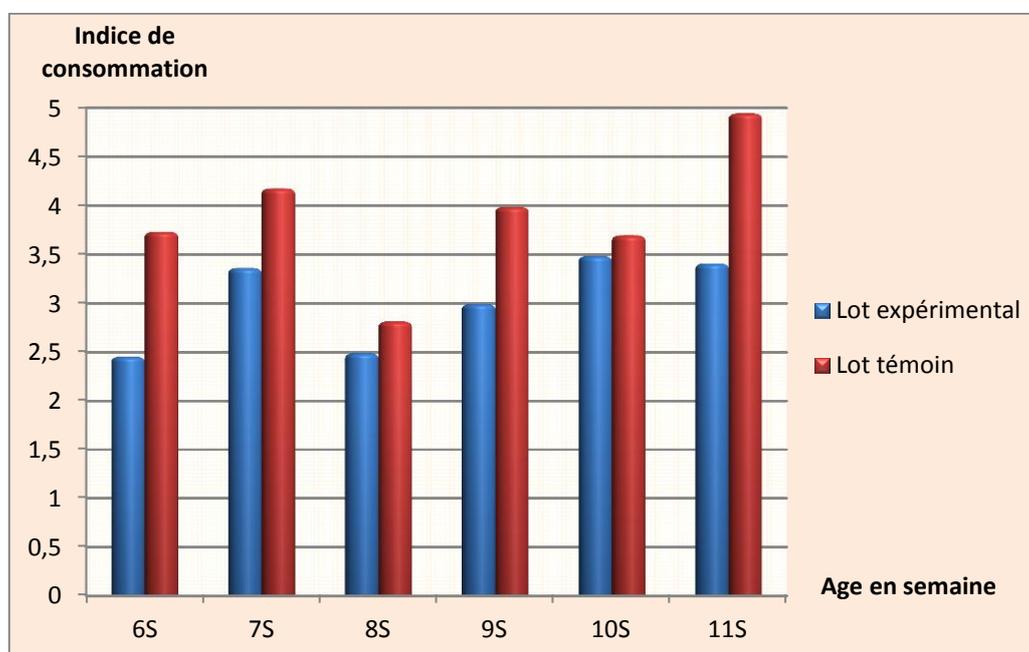
Le tableau 25 regroupe les valeurs moyennes de l'indice de consommation au cours de la période d'engraissement. Contrairement aux autres critères, l'évolution de l'indice de consommation est proportionnelle à l'âge, comme le montre la figure 27.

**Tableau 25** : Indice de consommation en fonction de l'âge (semaine)

Age (semaine)	6S	7S	8S	9S	10S	11S	IC(5s-11s)
Lot expérimental	2,46 ± 0.72	3,36 ± 0.28	2,49 ± 0.38	3,00 ± 0.31	3,49 ± 0.50	3,41 ± 0.59	<b>3.03</b> ± 0.44
Lot témoin	3,73 ± 0.28	4,18 ± 0.28	2,82 ± 0.59	3,99 ± 0.22	3,70 ± 0.10	4,94 ± 0.51	<b>3.87</b> ± 1.22
La Signification	0.07	0.37	0.06	0.07	0.43	0.23	<b>0.00</b>

Par définition, l'indice de consommation (IC) est un critère technico-économique et considérée comme un caractère important dans la production de viande cunicole,

Le lot témoin enregistre une valeur de 3.87 pour l'indice de consommation. Cette dernière est supérieure à celle obtenue par le lot expérimental (3.03). Les lapereaux qui ont reçus la caroube donnent une meilleure conversion alimentaire par rapport les lapereaux témoins. La valeur de lot expérimental est inférieure à celle obtenue par **Lounaouci (2001)**, soit 3,12, mais aussi pour le témoin il est supérieure à celles obtenues par **Berchiche et al. (2012)**, soit 2,9 et celle obtenue par **Mefti Korteby, (2012)**, soit 2,87. Nos résultats sont supérieurs à 3 et inférieurs à 4 donc cet indice répond aux normes d'élevage qui de 4 au cours de la période post-sevrage, **Lebas et al., (1996)** énoncent un indice de 4 est considéré comme bon pour les races de boucherie (format moyen).

**Figure 27** : Evolution de l'IC en fonction de l'âge.

#### 4.3.5. L'apparition des diarrhées

Les diarrhées de post-sevrage sont un problème très fréquent dans l'élevage de lapin. Le tableau suivant montre le degré d'apparition pour les deux lots (expérimental et témoin).

**Tableau 26** : Pourcentage d'apparition des diarrhées.

Lots	expérimentale	témoin
Nombre total des lapereaux	17	20
Nombre des animaux touchés par les diarrhées	0	6
Pourcentage d'apparition des diarrhées	0	30
La signification	<b>0.01</b>	

D'après les résultats enregistrés dans le tableau 26, nous constatons qu'il n'y a pas d'apparition des diarrhées pour le lot expérimental. En parallèle le lot témoin enregistre une proportion de 30% durant toute la période d'engraissement, le test statistique montre qu'il y a une différence hautement significative. On conclut que la distribution de la caroube permis d'éliminer le risque sanitaire du lapin en post-sevrage, alors la caroube a un effet positif sur la prévention des diarrhées ont été observés chez les lapereaux, Ces résultats ont été confirmé par plusieurs travaux sur les animaux. Sur les lapins, la caroube diminue les diarrhées chez les lapereaux à l'engraissement de 11.6 % à 7.8%, **Teillet et al (2011)**.

#### 4.3.6. Taux de mortalité

La mortalité est l'une des accidents les plus fréquents observés chez les lapereaux à l'engraissement

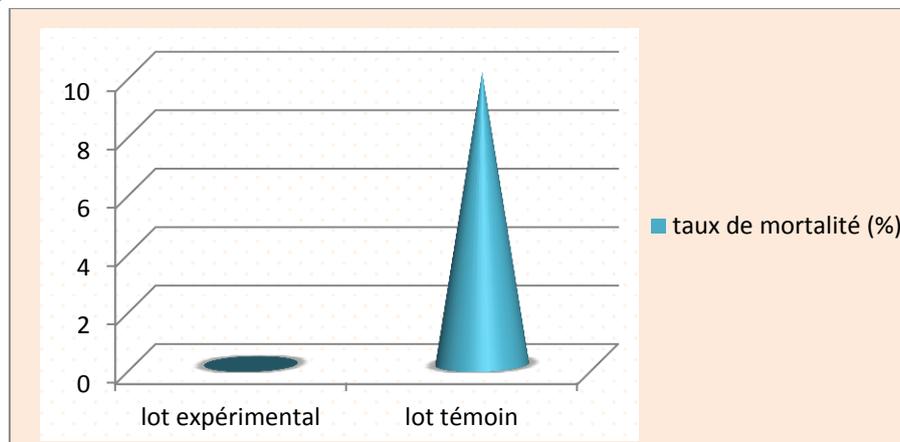
Le tableau 27 réuni à la figure 28 montre le taux de mortalité pendant la période d'engraissement pour les deux lots. la figure 29 démontre la mortalité observée dans les cages témoins.

**Tableau 27** : Taux Mortalité (%) en post-sevrage.

Lots	Lot expérimental	Lot témoin
Mortalité (%)	0	10
Limite tolérée (Lebas, 1991)	10	
La signification	<b>0.19</b>	

Sur un cheptel de 37 lapereaux au sevrage nous avons enregistré deux mortalités durant toute la phase d'engraissement, cette dernière est affectée les sujets touchés par les diarrhées dans le lot témoin, avec une proportion de 10 % supérieur à celle de l'expérimental qui note aucun sujet mort.

Ce pourcentage est inférieur à celui obtenu par **Moulla (2008)** qui rapporte 12 % de mortalité chez le lapin local, mais aussi cette valeur conforme à la norme d'élevage rationnel recommandée par **Lebas (1991)**, soit une limite tolérée est de 10%.



**Figure 28** : Taux de mortalité des lapereaux à l'engraissement.

En effet, plusieurs facteurs provoquent la mortalité observée au cours de l'essai, notamment la fragilité de cette espèce à s'adapter aux conditions d'élevages, telles que la température et l'humidité, le lapin est très sensible et craintif au stress provoqué par les travaux pratiques des stagiaires, l'atelier du matériel a voisine du clapier permet de réagir violemment au bruit extérieur, on note la modification de l'alimentation et de l'environnement inhérent au sevrage, mais aussi l'absence d'un aliment industriel équilibré peuvent être augmenté le taux de mortalité par diarrhée, lorsque le régime est déficitaire en cellulose, il affecte la santé digestif des lapins et cause des mortalités. Donc pour avoir une marge de sécurité le taux de cellulose ne doit pas dépasser 12.5 à 16.5 % (**Lebas, 1995**). Il faut respecter le rapport amidon / fibre dans l'aliment pour améliorer les performances d'engraissement.

L'utilisation de la caroube broyée peut être l'une des possibilités pour résoudre le problème de mortalité par diarrhée chez le lapin à l'engraissement, grâce à leur propriété antidiarrhéique ont été observés chez les enfants par **Pablo, (1952)** ; **Lebel et Frechette, (1953)**, et chez les porcelet par **Lizardo et al.,(2002)** ; **Lallès et al.,(2007)**.



**Figure 29** : La mortalité observée durant la période d'engraissement

## Conclusion

L'absence d'un aliment granulé équilibré à un prix raisonnable, est l'un des facteurs limitant le développement de la production cunicole en Algérie. Parmi les facteurs nécessitant des améliorations, nous avons l'alimentation.

Elle semble le facteur le plus important, d'une part en raison de la place importante qu'elle occupe dans les charge d'une exploitation, et d'autre part, la composition du granulé Algérien reste déficitaire en cellulose et en protéine, peut avoir des multiples influences sur les performances des lapins.

Par conséquent, il peut être amélioré par l'incorporation d'autres matières premières dans le régime à base de granulé, entre eux les gousses de caroubier (*Ceratonia siliqua L.*) qui sont broyées non finement et distribuées avec le granulé à un taux d'incorporation de 10% chez les lapereaux à l'engraissement.

Les résultats obtenus montrent l'effet positif de la caroube sur la réduction de la mortalité par les diarrhées et améliorer les performances d'engraissement pour assurer la rentabilité de l'élevage cunicole.

Pour les caractères de croissance, nos résultats sont meilleurs que ceux obtenus avec l'aliment seul, cela est vérifié par :

- La quantité ingérée durant toute la période est de 66.71 g/j/sujet pour le témoin et 67.96g/j/sujet pour le lot expérimental.
- Le poids vif à 11 semaines d'âge, est plus élevé (1672 g) pour le lot expérimental à celui de lot témoin (1607 g). Cette performance est assurée par une vitesse de croissance plus élevée chez l'expérimental que le témoin, soit un GMQ de 23.35 g/j et de 19.91 g/j respectivement ceci est confirmé par une différence hautement significative.
- L'indice de consommation est l'une des critères économiques le plus importants. Le lot expérimental enregistre un IC de 3.03 ce dernier est inférieur à celui de lot témoin (3.87). ce qui confirme une meilleure conversion alimentaire par le lot expérimental.
- Au cours de l'essai aucune mortalité n'a été enregistrée dans les cages expérimentales comparables à un taux de mortalité de 10 % chez les témoins. Cette mortalité est due à une diarrhée observée chez les sujets avant la mort. La caroube a éliminée l'apparition de la mortalité par diarrhée dans le lot expérimental.

L'emploi d'aliment amélioré à base de produit peu coûteux et disponible satisfaisant les exigences nutritionnelles de l'animal et présenté d'une manière convenable, offre des perspectives intéressantes. Ce sont là nos impressions qui restent à confirmer. L'essai devra être continué sur un effectif plus important pour étudier l'effet de la caroube sur la réduction de la mortalité par les diarrhées à l'engraissement.

En fin, l'amélioration de l'alimentation mérite d'être poursuivie dans le but d'augmenter les performances des animaux et de valoriser les ressources alimentaire locales.



## Références bibliographiques

- **A.N.R.H, 2004.** L'atlas pratique de l'Algérie, Edition populaire de l'armée (EPA), pp. 116.
- **Aafi A. 1996.** Note technique sur le caroubier (*Ceratoniasiliqua*L.), Centre Nationale de la Recherche Forestière, Rabat (Maroc), pp. 10.
- **AbouKhadiga G., Saleh K., Nofal R et Baselga M. 2008.** Genetic evaluation of growth traits in a crossbreeding experiment involving line v and baladi black rabbits in Egypt. *9<sup>th</sup> World Rabbit Congress – June 10-13, 2008 – Verona – Italy* . 23-28.
- **AEA. Anuario de Estadística Agraria, 1987.**Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. España.
- **Ait Chitt M., Belmir M. et Lazrak A., 2007.** Production des plantes sélectionnées et greffées du caroubier. Transfert de technologie en Agriculture, N°153, IAV Rabat, pp.1-4.
- **Ait Tahar, H.; Fettal, M. 1990.** Témoignage sur la production et l'élevage du lapin en Algérie.2ème conférence sur la production et la génétique du lapin dans la région méditerranéenne,Zagazig (Egypte) ,3 -7 septembre.
- **Albanell E., Caja G. etPlaixats J. 1991.**Characterization of Spanish carob pod and nutritive value of carob kibbles, *Options Méditerranéennes*N°16, pp. 135- 136.
- **Anonyme., 1986.** Les cages Malerlap au salon avicole de Mostaganem.L'éleveur du lapin, 12,8.
- **Avallone R, Plessi M., Baraldi M. et Monzani A. 1997.** Determination of Chemical Composition of Carob (*Ceratoniasiliqua*): Protein, Fat, Carbohydrates, and Tannins, *Journal of food composition and analysis*, Vol.10, pp.166–172.
- **Ayaz F.A, Torun H., Ayaz S., Correia P.J, Alaiz M., Sanz C., Gruz J., Strnad M., 2007.** Determination Of Chemical Composition Of Anatolian Carob Pod(*Ceratoniasiliqua L.*): Sugars, Amino And Organic Acids, Minerals And PhenolicCompounds, *Journal of food quality* , vol. 30, N°6, pp. 1040-1055.
- **Ayaz F.A., H.Torun, R.H. Glew, Z.D. Bak, L.T. Chuang, J.M. Presley, R. Andrews, 2009.** Nutrient Content of Carob Pod (*Ceratoniasiliqua L.*) FlourPrepared Commercially and Domestically, *Plant Foods Hum Nutr.*,vol. 64, pp. 286–292.
- **Bakiri R et Lazar Y, 1998.** Elaboration de la fonction de demande de la viande de mouton. Ecole Supérieure de Commerce. Alger.
- **Barkok, A. 1990.** Quelques aspects de l'élevage du lapin au Maroc.Options méditerranéennes: Série A, n° 17, pp 19-22.
- **Barone, R. 1999.** Anatomie comparée des mammifères domestiques. Tome I:ostéologie.Editions Vigot-Maloine, Paris, 762p.
- **Battle I., Tous J., 1997.** Carob tree *Ceratoniasiliqua*L., Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 17, Gatersleben: Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Rome: International Plant Genetic Resources Institute, pp. 92.
- **Belhadi S. 2004.** Characterisation of local rabbit performances in Algeria: Environmental variation of litter size and weights. *Proceedings of the 8th WRC, Puebla (Mexico)*. 218- 223.
- **BelhadiS et Baselga M. 2003.** Effets non génétiques sur les caractères de croissance d'une lignée de lapins. 10<sup>ème</sup> JRC, 19-20 nov. 2003, Paris, 157-121.

- **Bellemdjahed K et Hamouda O-K 2013.** La comparaison entre deux génotypes différents (la population locale et la population locale blanche) sur les critères de la taille des portées chez lapine à Alger.
- **Ben Cherchali M. 1994.** Contribution à l'étude de quelques sous-produits agro-industriels Algérien: Caractéristiques chimique et digestibilité in vitro, effet de complémentation à base de sous-produits sur la valeur nutritive de la paille de blé dur.Thèse de magistère. INES.107p.
- **Bengoechea B, A. Romero, A. Villanueva, G. Moreno, M. Alaiz, F. Millán, A. Guerrero et M.C. Puppo, 2008.** Composition and structure of carob (*Ceratonia siliqua*L.) germ proteins Food Chemistry, Vol. 107, N°2, pp. 675-683.
- **Berchiche, M. 1992.** Systèmes de production de viande de lapin au Maghreb.Séminaire approfondi, Institut agronomique méditerranéen de Saragosse (Espagne) ,14-26 septembre <http://ressources.ciheam.org/om/pdf/b38/02600006.pdf>.
- **Berchiche M et Lebas F. 1994.** Rabbit rearing in Algeria family farms in the TIZI-OUZOU area. First international conference on rabbit production in hot climates.Cairo (Egypt). Options Méditerranéennes, 409-413.
- **Berchiche M., Lebas F et ouhayoun J. 1995.** Utilisation of various Field Beans by growing rabbit- Effects of various plant supplementation. WRS, 3 (2), 63-67.
- **Berchiche M.; Lounaouci G.; Lebas F.; Lamboley B. 1999.** Utilisation of three diets based on different protein sources by Algerian local growing rabbits.2<sup>nd</sup> international Conference on Rabbit Production in Hot Climates .Cahiers options méditerranéennes, 51-55.
- **Berchiche, M.; Kadi, S.A.; Lebas F, 2000.** Valorisation of by growing rabbits of local Algerian population.WRS, vol. 8 Supplement1C, 119-124.
- **Berchiche M., Kadi S A, Lebas F. 2000a.** Valorisation of wheat public by products by growing rabbits of local Algerian population.World RabbitSci., vol 8 supplément 1c, 111-124
- **Berchiche M.; Kadi S. A. 2002.** The kabyle rabbits (Algeria). Rabbit Genetic Resources in Mediterranean Countries. Options méditerranéennes, Serie B, N° 38, 11-20.
- **Berchiche.M., Cherfaoui.D., Lounaouci .G et Kadi .S.A 2012.** Utilisation de lapins de population locale en élevage rationnel : Aperçu des performances de reproduction et de croissance en Algérie. 3éme Congrès Franco-Maghrébin de Zoologie et d'Ichtyologie 6 -10 novembre 2012 Marrakech, Maroc.
- **Berrougui H., 2007.** Le caroubier (*Ceratonia siliqua* L.), une richesse nationale aux vertus médicinales. Maghreb Canada Express 5, 20.
- **Biner B, Gubbuk H., Karhan M., Aksu M. et Pekmezci M., 2007.** Sugar profiles of the pods of cultivated and wild types of carob bean (*Ceratonia siliqua* L.) in Turkey, Food Chemistry N°100, pp.1453-1455.
- **Blasco A. 1992.** Croissance, carcasse et viande du lapin. Séminaire sur « les systèmes de production de viande de lapin ». valencia : 14-25 SEP. 1992.
- **Blasco A., Santacreu M.A., Thompson-R., and Haley C. S. 1993.** Estimates of genetic parameters, for ovulation rate, prenatal survival and litter size in rabbits from an elliptical selection experiment.Livest. Pro. Sci. vol 34, issue 1-2, 163-174.
- **Blasco A., Piles M., Varona L. 2003.** A Bayesian analysis of the effect of selection for growth rate on growth curves in rabbits. Genet. Sel. Evol. 35 ( 21\_41).
- **Bolet G. 1998.** Problèmes lies l'accroissement de la productivité chez la lapine reproductrice. INRA Production Animales. 235-238.

- **Bolet G., Vicente J.S., Garcia-Ximenez F. 1992.** Criteria and methodology used to characterize reproductive abilities of pure and crossbred rabbits in comparative study. *Options Méditerranéennes - Série Séminaires N° 17*, 95-104.
- **Bolet G. Zerrouki N., Gacem M., Brun J.M et Lebas F 2012.** Genetic parameters and trends for litter and growth traits in a synthetic line of rabbits created in Algeria. 10 th World Rabbit Congress – September 3 - 6, 2012– Sharm El-Sheikh – Egypt, 195 – 199.
- **Boucher S et Nouaille L. 2002.** *Maladie des lapins*. éd, France Agricole .276 p.
- **Boukhalfa M. 2005.** Etude des paramètres génétiques et zootechniques sur les critères de croissance chez le lapin local (*Oryctolagus cuniculus*). Mémoire d'ingénieur, USDB, 45p.
- **Bouzouita N., A. Khaldi, S. Zgoulli, L. Chebil, R. Chekki, M.M. Chaabouni et 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.
- **Brun JM., Baselga M. 2005.** Analysis of reproductive performances during the formation of synthetic rabbit strain. *WRS*, 13: 239 - 252
- **Brun JM., Bolet G., Bazelga M., Esparbie J., Falieres J. 1998.** Comparaison de deux souches européennes de lapins sélectionnées sur la taille de portée : Intérêt de leur croisement. *7<sup>ème</sup> JRC*, Lyon, France, 21-23.
- **Caja G., 1985.** La Garrofa: Composición, procesado y usos agro industriales. *Jornadas de la Garrofa*. LLiria, Valencia - España.
- **Calixto F.S. et J. Canellas, 1982.** Components of nutritional interest in carob pods *Ceratonia siliqua*, *Journal of the Science of Food Agriculture N°33*, pp. 1319–1323.
- **Calixto, F.S., Canellas, J., 1982.** Components of nutritional interest in carob pods *Ceratonia siliqua*. *Journal of the Science of Food and Agriculture 33*, 1319–1323.
- **Carabanno R, Fraga M.J, 1992.** The use of local feeds for rabbits, options mediterr. series Séminaire n 17. 141-158.
- **Carabanno R, Fraga M.J, Santoma G, DE Blas J C, 1988.** Effect of diet on composition of cecal contents and on excretion and composition of soft and hard feces of rabbit. *J. Amin.Sci*, 66, 901-910.
- **Chaou T. 2006.** Etude des paramètres Zootechniques et génétiques d'une lignée paternelle sélectionnée, et de sa descendance du lapin (*Oryctolagus cuniculus*). Thèse de magistère. ENV .Alger.
- **Chineke C.A. 2005.** Genetic and Non-genetic Effects on Weaning and Post-weaning Traits in Rabbit Breeds and Crosses. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. Volume 8 Issue 10.
- **Colin, M.; Lebas, F. 1995.** *Le lapin dans le monde*. AFC éditeur Lempdes, 330 pp.88
- **Combes S., Postollec G., Jehl N., Cauquil L., Darce B. 2003.** Influence de trois modes de logement des lapins sur la qualité de la viande. *10<sup>ème</sup> JRC*, 19-20 Nov. Paris, 177-180.
- **Combes, S. 2004.** Valeur nutritionnelle de la viande de lapin *INRA Prod. Anim.*, 17 (5), 373 383.
- **Commission Nationale AnGR. 2003.** Rapport National sur les Ressources Génétiques Animales: Algérie, octobre 2003.
- **Corsia L., Avallonea R., Cosenza F., Farina F., Baraldia C. et Baraldia M., 2002.** Antiproliferative effects of *Ceratonia siliqua* L. on mouse hepatocellular carcinoma cell line. *Fitoterapia*. 73: 674-684.

- **Coudert C.L. 2005.** Influence du sevrage précoce sur la sensibilité des lapereaux à une infection expérimentale par une souche d'*Escherichia coli* Entéropathogène o103:h2. Thèse docteur vétérinaire. École Nationale Vétérinaire, Toulouse. France. 76p.
- **Coulmin J.P, Frank Y., Le Loup P., Martin S.1982.** Incidence du nombre de lapins par cage d'engraissement sur les performances zootechnique. 3ème JRC, 8 et 9 Dec, Paris, communication n°24.
- **Coureaud G., Fortun-Lamothe L., Rodel H.G., Monclus R., Schaal B. 2008a.** Le lapereau en développement : données comportementales, alimentaires et sensorielles sur la période naissance-sevrage. *INRA Prod. Anim.*, 21 (3), 231-238.
- **Coureaud G., Fortun-Lamothe L., Rodel H.G., Monclus R., Schaal B. 2008b.** development of social and feeding behavior in young rabbits. *9th WRC ,Italy, 1131-1146.*
- **Craig W.J. et Nguyen T.T., 1984.** Caffeine and theobromine level in cocoa and carob products. *J. Food Sci.* 49: 302-305.
- **Dakia P.A, B.Wathelet et M. Paquot, 2007.** Isolation and chemical evaluation of carob (*Ceratonia siliqua*L.) seed germ Food Chemistry Vol. 102, N° 4, pp. 1368-1374.
- **Dakia P.A, C. Blecker, C. Robert, B. Wathelet et M. Paquot. 2008.** Composition and physicochemical properties of locust bean gum extracted from whole seeds by acid or water dehulling pre-treatment Food Hydrocolloids Vol. 22, N°5, pp. 807-818.
- **DalleZotte A., Princz Z., Metzger Sz., Szabo A.2008 a.** Response of fattening rabbits reared under different housing conditions. 2. Carcass and meat quality. *Livest.sci.*
- **DalleZotte A., Rizzi C., Cheiricato G.M. 2008 b.** Effect of feed rationing and parity order of rabbit does on growth performance and meat quality of their offspring. 9<sup>th</sup> World Rabbit Congress – June 10-13, Verona – Italy; 1337-1342.
- **Daoudi O., Aïnbaziz H., Yahia H., Benmouma N., Achouri S. 2003.** Etude des normes alimentaires du lapin local Algérien élevé en milieu contrôlé: effet de la concentration énergétique et protéique des régimes. 10<sup>ème</sup> JRC, 19-20 nov. Paris ;21-24.
- **De Rochambeau H. 2007.** Les Principes De L'amélioration Génétique Des Animaux Domestiques Concepts In Animal Breeding. C.R.Acad. Agr, 93, n°2. Séance du 7 mars 2007.
- **De Rochambeau H., Fuente L.F. de la, Rouvier R., Ouhayoun J. 1989.** Selection sur la vitesse de croissance post-sevrage chez le lapin. *Génét. Sél. Evol.*, 21, 527-546.
- **Djellal, F.; Mouhous A.; Kadi S. A. 2006.** Performances de l'élevage fermier du lapin dans la région de Tizi-Ouzou, Algérie. *Livestock Research for Rural Development*, 18 (7).
- **Drougoul C., Gadoud R., Joseph M-D. 2004.** Nutrition et alimentation des animaux d'élevage. éd, Educagri Vol 1, 270p.
- **EL Hajaji H., Lachkar N., Alaoui K., Cherrah Y., Farah A., Ennabili A., El Bali B. et Lachkar M., 2010.** Antioxidant activity, phytochemical screening, and total phenolic content of extracts from three genders of carob tree barks growing in Morocco. *Arabian Journal of Chemistry*.
- **Estrada C., Vázquez M., Melis B. & Vadell J., 2006.** Fruticultura de secano. El Algarrobo. In: Labrador. J, Porcuna. J.L & Bello.A (Cords), Manual de agricultura y ganadería ecológica. Eumedia. España, pp. 186-195.
- **FAO, 2009.** Food and Agriculture Organisation of United Nations. Statistical data base. <http://faostat.fao.org/>.
- **FAOSTAT 2010.** The Statistics division of the Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2010. [www.fao.org](http://www.fao.org).

- **FAOSTAT 2013.** The Statistics division of the Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2013. (www.faostat.fao.org).
- **FAO, 2014.** Food and Agriculture Organisation, Situation de la production et des marchés cunicoles. septembre 2014.
- **Fettal, M.; Mor, B.; Benachour, H. 1994.** Connaissance des performances de croissance post sevrage de lapereaux de population locale, élevés dans les conditions du terrain. Options méditerranéennes, (8), 431-435.
- **Feugier A., Fortun-Lamothe L., Lamothe E., Juin H. 2005.** Une réduction du rythme de reproduction et de la durée de la lactation améliore l'état corporel et la fertilité des lapines. 11<sup>ème</sup> JRC, 29-30 novembre 2005, Paris. 107-110.
- **FFC. 2000.** Les races de lapins. Spécificités zoologiques, Standards officiels. Fédération Française de Cuniculiculture éditeur, Paris, 288p.
- **Finzi, A.; Scappini, A.; et Tanni, A., 1989.** Tunisian non-conventional rabbit breeding systems. Journal of Applied rabbit research, 12: 181 - 184. 90.
- **Finzi, A. 2006.** Integrated backyard systems.
- **Folch I., Guillen R. 1981.** La vegetaciodelaPaïsos Catalans, Ed. Ketres, Barcelona.
- **Fortune-Lamothe L et Gidenne T. 2003.** Besoins nutritionnels du lapereau et stratégies d'alimentation autour du sevrage. INRA Prod. Anim., 2003, 16 (1), 39-47
- **Fournier P. 1977.** Les quatre flores de la France (générale, alpine, méditerranéenne, littorale) Le Chevalier, Paris.
- **Gacem M., Bolet G. 2005.** Création d'une lignée issue du croisement entre une population locale et une souche européenne pour améliorer la production cunicole en Algérie. 11<sup>èmes</sup> Journées de la Recherche Cunicole, 29-30 novembre, Paris, 15-18.
- **Gacem M., Zerrouki N., Lebas F., Bolet G. 2008 a.** Strategy for developing rabbit meat production in Algeria: creation and selection of a synthetic strain. 9<sup>th</sup> WRC, Italy, 85-90.
- **Gacem M., Zerrouki N., Lebas F., Bolet G., 2008 b.** Strategy for developing rabbit meat production in Algeria and selection of a synthetic strain. 9<sup>th</sup> World Rabbit Congress, June 10-13, 2008, Verona, Italy.
- **Gacem M., Zerrouki N., Lebas F., Bolet G. 2009.** Comparaison des performances de production d'une souche synthétique de lapins avec deux populations locale disponible en Algérie. 13<sup>ème</sup> JRC, 17-18 nov, le Mans, France, 2 (1-4).
- **Gallois M., Gidenne T, Fortun-Lamothe L. 2003.** Sevrage précoce des lapereaux : conséquences sur le développement de l'appareil digestif en relation avec les performances zootechniques. 10<sup>ème</sup> JRC, -20 nov. 2003, Paris, 127-130.
- **Gaouar N., 2011.** Etude de la valeur nutritive de la caroube de différentes variétés Algériennes. Thèse de Magistère. Université de Tlemcen. pp. 95.
- **Gharnit N, 2003.** Caractérisation et essai de régénération in vivo du caroubier (*Ceratonia siliqua L.*) originaire de la province de Chefchaouen (Nord-Ouest du Maroc). Th. Doc en science. Université Abdelmalek Essaadi. Tanger.
- **Gidenne T et Poncet. 1985.** Digestion chez le lapin en croissance d'une ration à un taux élevé de constituant pariétaux, étude méthodologique pour calculer la digestibilité Apparente par segment digestif. Ann zootech, 34(4). pp 429-449.
- **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 Station de Recherches Cunicoles, BP 27, 31326 Castanet-Tolosan Cedex. INRA Prod. Anim., 1996, 9 (4), 243-254.

- **Gidenne T., Jehl N. 1999.** Réponse zootechnique du lapin en croissance face à une réduction de l'apport de fibres, dans des régimes riches en fibres digestibles. 8<sup>ème</sup> JRC, 9-10 juin, Paris, ITAVI publ., France, 109-113.
- **Gidenne. T. 2003.** Fibre alimentaire et prévention des troubles digestibles digestifs chez les lapins en croissance. Rôles respectifs des fibres digestibles et peu digestibles. 10 JRC, INRA- ITAVI 19-20 Nov 200, Paris, 3-11.
- **Gidenne T et Lebas F .2005.** Le comportement alimentaire du lapin. 11<sup>ème</sup> JRC, 29-30 novembre 2005, Paris, 183-198.
- **Gidenne T., Carabaño R., Badiola I., Garcia J., Licois D. 2007a.** L'écosystème caecal chez le lapin domestique: Impact de la nutrition et de quelques facteurs alimentaires Conséquences sur la santé digestive du lapereau. 12<sup>ème</sup> JRC, 27-28 nov, Le Mans, Fr, 59-72.
- **Gidenne T., Combes S., Feugier A., Jehl N., Arveux P., Boisot P., Briens C., Corrent E., Fortune H., Montessuy S. 2009.** Feed restriction strategy in the growing rabbit. 2. Impact on digestive health, growth and carcass characteristics. *Animal*, 3:4, 509–515.
- **GidenneTet Duperray J, 2009.** Les apports en nutrition et en physiologie digestive lors du 9<sup>ème</sup> congrès mondial de cuniculture. 5 février 2009- Journée d'étude ASFC « Vérone- Ombre et lumières ».
- **Gruendel S., Otto B., Garcia A.L., Wagner K., Mueller C., Weickert M.O., Heldwein W., Koebnick C., 2007.** Carob pulp preparation rich in insoluble dietary fibre and polyphenols increases plasma glucose and serum insulin responses in combination with a glucose load in humans, *Br. J. Nutr.*, Vol. 98, N°1, pp.101-5.
- **Haddarah A. 2013.** L'influence des cultivars sur les propriétés fonctionnelles de la caroube Libanaise. Thèse de doctorat. Université de Lorraine et Université Libanaise. 132.
- **Hanaf R et Jouve, 1988.** Mémento de l'éleveur du lapin. 7<sup>ème</sup> édition. Paris-ITAVI. 448 p.
- **Haselberg C., 1988.** A contribution to the classification and characterisation of female and male varieties of *Ceratonia siliqua* L. Proceedings of the II International Carob Symposium. Valencia, pp. 137-151.
- **Hernandez P., Pla M., Blasco A., 1997.** Relationships of meat characteristics of two lines of rabbits selected for litter size or growth rate. *J. Anim. Sci.*, 75, 2936-2941.
- **Hillcoat D., Lewis G. et Verdcourt B., 1980.** A new species of *Ceratonia* (Leguminosae- Caesalpinioideae) from Arabia and the Somali Republic. *Kew bull.* 35: 261-271 <http://www.fao.org/ag/AGInfo/subjects/documents/ibys/default.htm>.
- **INRA, 1989.** L'alimentation des animaux monogastriques: porc, lapin, volaille. INRA 2<sup>ème</sup> Edition. Paris, 282 p.
- **Jehl N., Meplain E., Mirabito L., Combes S., 2003.** Incidence de trois modes de logement sur les performances zootechniques et la qualité de la viande de lapin. 10<sup>èmes</sup> Journées de la Recherche Cunicole, 19-20 nov. 2003, Paris, 181-184.
- **Jones D.K., 1953.** Carob culture in Cyprus, FAO 53/2/1225.FOA. Rome.
- **Kadi S.A., Djellal F., Berchiche M. 2008.** Commercialisation of rabbit's meat in Tizi-ouzou area, Algeria. 9<sup>th</sup> world Rabbit Congress-June 10-13, 2008- Verona- Italy, 1559-1564.
- **Kadi S.A., Guermah H., Bannaelier C., Berchiche M., Gidenne T. 2011.** Nutritive value of sun-dried Sulla (*Hedysarum flexuosum*), and its effect on performance and carcass characteristics of the growing rabbit. *World Rabbit Sci.*, 19:151-159.

- **Kovács M., Milisits G., SzendrZs., Lukács H., Bónai A., Pósa R., Tornyos G., Kovács F., Horn P. 2008.** Effect of different weaning age (days 21, 28 and 35) on caecal microflora and fermentation in rabbits. *9th World Rabbit Congress – June 10-13, Verona – Italy, 701-704.*
- **Kumazawa S., M. Taniguchi, Y. Suzuki, M. Shimura, Mi-Sun Kwon, et T. Nakayama, 2002.** Antioxidant Activity of Polyphenols in Carob Pods. *J. Agric. Food Chem., Vol.50. N°2, pp. 373–377.*
- **Lafuente, B., 1961.** Azticares de la algarroba I. La fermentación selectiva de las hexosas en la obtención de sacarosa. *Revista de Agricultura y Tecnología de Alimentos 1, 1–7.*
- **Lakabi, D.; Zerrouki, N.; Berchiche, M.; Lebas, F. 2004.** Growth performances and slaughter traits of a local Kabyle population of rabbits reared in Algeria: Effects of sex and rearing season. *Proceedings of the 8th World Rabbit Congress, Puebla (Mexico) Sept, WRSA ed., 1396-1402.*
- **Lakabi D., 2009.** Production de lapin en conditions de production Algérienne, thèse de doctorat, Université de Tizi-Ouzou, juin 2009.
- **Lallèles J-P., Bosi P., Smid H., Stokes CR. 2007.** Nutritional management of gut health in pigs around weaning, *proceeding of the nutrition society. 66, 260-268.*
- **Larzul C et De Rochambeau H. 2004.** Comparison of ten rabbit lines of terminal bucks for growth, feed efficiency and carcass traits. *Anim. Res. 53 (2004) 535–545.*
- **Lavallée P. 1962.** Le caroubier, son utilisation dans l'alimentation du bétail en Algérie et en Tunisie. *Alger, pp.47.*
- **Lebas F., Coudert P., Rouvier R., De Rochambeau H. 1984.** Le lapin : Elevage et pathologie, *Collection F.A.O., 298 p.*
- **Lebas F. 1987.** Alimentation des lapins producteurs de viande en élevage intensif, *conference donnée à FINES de biologie de Tizi-ouzou.*
- **Lebas F, 1989.** Besoins nutritionnels des lapins : *Revue bibliographique et perspectives. Cuni. Sciences, 5(2) :1-28.*
- **Lebas F. 1991.** L'alimentation pratiquée des lapins en engraissement. *Cuniculture n°104, 19 (2), p 83-89.*
- **Lebas F et Gidenne T. 1991.** Actualité sur la physiologie de la digestion AFTAA, *session actualités sur la physiologie de lapin de chair.*
- **Lebas F., Marionnet D., Hennaf R. 1991.** La production du lapin. *Technique et documentation LAVOISIER. (3<sup>ème</sup> édition), 206 p*
- **Lebas F. 1994.** *Physiologie générale du lapin. Association Française de Lebas.*
- **Lebas F., Coudert P., De Rochambeau H., Thébeault R. 1996.** *Le lapin, élevage et pathologie, éd, Rome. FAO, 217p.*
- **Lebas F. 1997.** *Rabbit, husbandry, health and production, éd, FAO, 206 p.*
- **Lebas F. 2000.** *Les techniques d'élevage. 7<sup>ème</sup> Congrès Mondial de Cuniculture. ASFC Journée du 5 Décembre 2000 - Valencia 2000 "Ombres et Lumières" - Thème «Techniques d'élevage» 4.*
- **Lebas F. 2004 a.** *L'élevage du lapin en zone tropicale. Cuniculture Magazine 31(3-10).*
- **Lebas F, 2004 b.** *recommandations pour la composition d'aliments destinés à des lapins en production intensive. Cuniculture Magazine Volume 31, p2.*
- **Lebas F. 2008 a.** *conduite de l'élevage de lapins. Journée d'information sur la production cunicole, Tunis 15 avril 2008. 45*

- **Lebas F. 2008 b.** Physiologie digestive et Alimentation du lapin, Enseignement Post Universitaire «Cuniculture : génétique – conduite d'élevage – pathologie» Yasmine Hammamet (Tunisie), 16-17 avril 2008. 49
- **Lebas F. 2009.** La Biologie du lapin, cuniculture magazine. (<http://www.Cuniculture.Info/Docs/modification.htm>).
- **Lebas F, 2010.** Intérêt d'une alimentation équilibrée pour l'élevage cunicole en Algérie. Atelier de travail sur la création d'une souche synthétique, Baba Ali (Algérie) 14-15 juin 2010. 4 (19).
- **Lebas F et Zerrouki N., 2010.** Comparaison des performances de reproduction et de croissance d'une souche synthétique de lapins, avec celles de lapins de 2 populations locales algérienne, dans 2 sites expérimentaux, Atelier de travail sur la création d'une souche synthétique, 14-15 juin 2010. Baba Ali. Algérie.
- **Lebas.F 2014 a.** Les nouvelles pistes étudiées par les chercheurs dans le domaine de l'alimentation des lapins. [www.cuniculture.info](http://www.cuniculture.info).Tunis – 26 février 2014.
- **Lebas F, 2014b.** Rationner les lapins en élevage commercial, les quels ? –pourquoi ? comment ?; Journée alimentation du lapin, 26 février 2014, Tunis, 19 (1-44).
- **Lebel G., Frechette A. 1953.** Carobo flour in the treatment of diarrheal condition in infants. *Canada Medical Association Journal*, 68: 557-561.
- **Linskens H. et Scholten W. 1980.** The flower of carob. *Potug.Acta.Bilo. (A) XVI (1-4):95-102.*
- **Lipshitz N., 1987.** *Ceratoniasiliqua* L. in Israel: An ancient element or a newcomer?. *Israel J. Bot.* 36: 191-197.
- **Lizardo R., J. Cañellas, F. Mas, D. Torrallardona, J. 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, Journées de la Recherche Porcine, N°34, pp.97-101.
- **Lopez M.C., Sierra I., Lite M.J. 1992.** Carcass quality in Gigante de España purebred and commercial cross-bred rabbits. *Options Méditerranéennes - Série Séminaires – n° 17*, 75-80.
- **Louca A. & Papas A., 1973.** The effect of different proportions of carob pod meal in the diet on the performance of calves and goats. *Anim. Prod.* 17: 139-146.
- **Lounaouci G., Lakabi D., Berchiche M., Lebas F. 2008.** Field beans and brewers' grains as protein source for commercial rabbits in Algeria: first results on growth and carcass quality. *9th World Rabbit Congress - June 10-13- Verona-Italy*
- **Lukefahr, S. D.; Cheeke, P. R. 1990a.** Rabbit project planning strategies for developing countries (1) Practical considerations. *Livestock Research for Rural Development.*(2)2 consulté : mars 2006.
- **Lukefahr, S. D.; Cheeke, P. R. 1990b.** Rabbit project planning strategies for developing countries (2): Research applications. *Livestock Research for Rural Development.* (2)2 consulté: mars 2006.
- **Maertens L., Cavani C., Luzi F., Capozzi F. 1999.** Influence du rapport protéines/énergie et de la source énergétique de l'aliment sur les performances, l'excrétion azotée et les caractéristiques de la viande des lapins en finition. *7<sup>ème</sup> JRC - 163-166.*
- **Mahdad M.Y. 2013.** Situation et perspectives d'amélioration du caroubier (*Ceratoniasiliqua* L.) dans le Nord-ouest de l'Algérie. Mémoire de magister. Univ. A.B.B. Tlemcen, 98.
- **Makris D. P. et P. Kefalas 2004.** Carob Pod as a source of polyphenolic Antioxidants, *Food Technol. Biotechnol.* vol. 42, N° 2, pp. 105–108.

- **Marai .I.F.M., Habbeb A.A.M., Gad A.E. 2008.** Performance of New Zealand White and Californian male weaned rabbits in the subtropical environment of Egypt. *J. Amin. Sci*, Vol.79, Issue 4,472-480.
- **Marakis S., 1996.** Carob bean in food and feed: current status and future potentials-A critical appraisal. *J Food Sci Technol.* 33, 365-383.
- **Matthausa B., Ozcan M. M., 2011.** Lipid evaluation of cultivated and wild carob (*Ceratonia siliqua* L.) seed oil growing in Turkey. *Scientia Horticulturae* 130 181–184.
- **Mefti Korteby H, 2012.** Caractérisation zootechnique et génétique du lapin local (*Oryctolagus Cuniculus*). Thèse de doctorat, département des sciences agronomiques, USDB. Algérie.
- **Mefti Korteby H., Kaidi R., Sid S., Daoudi O.2010.** Growth and Reproduction Performance of the Algerian Endemic Rabbit. *European Journal of Scientific Research.* 40 (1), 132 -143.
- **Mehdi V.2006.** Comparaison génétique et zootechnique des caractères de reproduction de deux lignées de lapin local sélectionnées en Go (lignée croissance et lignée prolificité). Mémoire d'ingénieur d'état en agronomie. USDB.
- **Melgarejo P. et Salazar D.M., 2003.** Tratado de fruticultura para zonas áridas y semiáridas. Vol. II. Mundi-Prensa. España, pp. 19-162.
- **Metzger Sz., Szendro Zs, Bianchi M., Hullàr I., Maertens L., Cavani c., 2009 .** Effect of energy restriction in interaction with genotype on the performance of growing rabbits: II. Carcass traits and meat quality. *LivestSci*, Vol 126, issue 1-3, 221-228.
- **Min B.R. et Hart S.P., 2003.** Tannins for suppression of intestinal parasites. *J. Anim. Sci.* 81: 102-109.
- **Mitrakos K. 1981.** Temperature germination responses in three Mediterranean evergreen sclerophylls, in *Components of Productivity of Mediterranean-climate Regions-Basic and Applied Aspects* (N.S. Margaris and H. A. Mooney, eds.). Dr. W. Junk Publishers, The Hague/Boston/London, pp. 277-279.
- **Mokhtari A.2008.** Etude des performances zootechniques et des paramètres génétiques sur les critères de reproduction du lapin local. Mémoire d'ingénieur, USDB, 69 p.
- **Moulla F., Yakhlef H. 2007.** La Productivité De La Lapine Locale Algérienne. Nstitut National de la Recherche Agronomique d'Algérie. la Recherche Agronomique n°21. 72-77.
- **NAS., 1979.** Tropical Legumes: Resources for the Future. National Academy of Sciences. Washington DC, USA, pp. 109-116.
- **Neukom, H. 1988.** Carob bean gum: properties and applications. In: P.Fito, A. Mulet (Eds.), *Proceedings of the III International Carob Symposium* (pp. 551-555). Valencia, Spain.
- **Nezar N. 2007.** Caractéristiques morphologiques du lapin local. Thèse de magistère, university El-Hadj Lakhdar, Batna. 76 p.
- **Orengo J., Piles M., Rafel O., Ramon J., Gomez E. A. 2009.** Crossbreeding parameters for growth and feed consumption traits from a five Diallel mating scheme in rabbit. *J. Amin. Sci.* 87:1896-1905.
- **Orphanos P. I. et Papaconstantinou J. 1969.** The carob varieties of Cyprus, *Tech. Bull.5.* Cyprus Agricultural Research Institute, Ministry of Agriculture and Natural Resource, Nicosia.
- **Orphanos P. I. et Papaconstantinou J. 1969.** The carob varieties of Cyprus, *Tech. Bull. 5.* Cyprus Agricultural Research Institute, Ministry of Agriculture and Natural Resource, Nicosia.

- **Ortiz P. L., Arista M. et Talavera S. 1996.** Produccion de nectar y frecuencia de polinizadores en *Ceratonia siliqua* L. (Caesalpinaceae). Anales del Jardin Botanico de Madrid N°54, pp.540-546.
- **Ouhayoun J., Rouvier R., Valin C., Lacourt . 1973.** Variation génétique de l'évolution post mortem de pH du tissu musculaire du lapin. Journée de recherche Avicoles et Cunicoles, décembre 1973, INRA , France, 75-78.
- **Ouhayoun J et Vigneron P. 1975.** La comparaison corporelle du lapin facteurs de variation. INRA. Prod. Anim.2(3) p 215-225.
- **Ouhayoun J et Poujardieu B., 1978.** Etude comparative des races de lapins en croisement. Relation interraciales et intra raciales entre les caractères des produits terminaux. 2<sup>ème</sup> JRC, 4 5 Avril, Toulouse, France. Communication n° 25.
- **Ouhayoun J, 1980.** Evolution compare de la composition corporelle de lapins de trois types génétiques, au cours du développement postnatal. Repro. Nutri. Develop, 20 (4), 949-959.
- **Ouhayoun J, 1983.** La croissance et le développement du lapin de chaire. Cuni-sciences vol 1, fasc 1 ; 1-15.
- **Ouhayoun J., Poujardieu B., Delamax D . 1986.** Etude de la croissance et de la composition corporelle au dela de l'âge de 11 semaines II. Composition corporelle. 4<sup>ème</sup> JRC, 10-11 Déc, paris. Communication 24.
- **Ouhayoun J, 1990.** Abattage et qualité de viande de lapin 5eme journées de la recherché cunicole 12-13 décembre 1990, paris 40, ppl-20.
- **Ouhayoun, J. 1992.** Quels sont les facteurs qui influencent la qualité de la viande de lapin ?Cuniculture, 19, 137-175.
- **Ouyed A et Brun J.M. 2008.** Heterosis, direct and maternal additive effects on rabbit growth and carcass characteristics. 9th World Rabbit Congress, Verona, Italy, 195-200.
- **Ouyed A., Lebas F., Lefrançois M., Rivest J. 2007.** Performances de croissance de lapins de races pures et de lapins croisés en élevage assaini au Québec. In: Proc. 12èmes Journ. Rech. Cunicole, INRA-ITAVI, 2007 November, Le Mans, France,149-152.
- **Owen R. W., R. Haubner, W. E. Hull, G. Erben, B. Spiegelhalder, H. Bartsch et B. Haber 2003.** Isolation and structure elucidation of the major individual polyphenols in carob fibre, Food and Chemical Toxicology Vol. 41, N°12, pp. 1727-1738.
- **Ozcan M.M., Arslan D., Gökçalik H., 2007.** Some compositional properties and mineral contents of carob (*Ceratonia siliqua*) fruit, flour and syrup. Nt. J. Food SciNutr., vol.58, N°8, pp.652-8.
- **Ozimba C.E, Lukefahr S.D. 1991.** Comparison of rabbit breed types for postweaning litter growth, feed efficiency, and survival performance traits.J. Anim. Sci., 69,3494-3500.
- **Pablo U A. 1952.** Treatment of acut infantile diarrhea with carob flour (Arobon).The journal of pediatrics 41 (2); 182-187.
- **Papagiannopoulos M, Wollseifen HR, Mellenthin A, Haber B, Galensa R. 2004.** Identification and quantification of polyphenols in carob fruits (*Ceratonia siliqua* L.)and derived products by HPLC-UV-ESI/MSn, J Agric Food Chem., Vol.52, N°12,pp.3784-91.
- **Pascual M., Pla M., Blasco A. 2008 a.** relative growth of organs, tissues and retail cuts in rabbits selected for growth rate. 9<sup>th</sup> World Rabbit Congress – June 10-13, Italy, 211-216.

- **Passos de Carvalho J. 1988.** Carob pollination aspects, in Proceedings of the III International Carob Symposium (P. Fito and A. Mulet, eds.). Valencia, Spain, pp. 281-291.
- **Perez J-M., Gidenne T., Bouvarel I., Arveux P., Bourdillon A., Briens C., Le Naour J., Messenger B, Mirabito L. 2000.** Replacement of digestible fibre by starch in the diet of the growing rabbit. II. Effects on performances and mortality by diarrhea. *Ann. Zootech.* 49 (369–377).
- **Perrier G 1998.** Influence de deux niveaux et de deux dure´es de restriction alimentaire sur l'efficacite´ productive du lapin et les caractéristiques bouchères de la carcasse. In 7<sup>ème</sup> JRC, Lyon, France , 179–182. ITAVI publ., Paris.
- **Petit M. D. et Pinilla J. M., 1995.** Production and Purification of a Sugar Pods Syrup from Carob Pods *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.* 28, 145-152.
- **Piattoni F., Maertens L., Mazzoni D. 1999.** Effect of weaning age and solid feed distribution before weaning on performances and caecal traits of young rabbits. *Cah. Opt. Médit.*, 41, 85-91.
- **Piles M., Gomez E.A., Rafel O., Ramon J., Blasco A. 2004.** Elliptical selection experiment for the estimation of genetic parameters of the growth rate and feed conversion ratio in rabbits. *J. Anim. Sci.* 2004. 82:654-660.
- **Pinheiro V., Guedes C.M., Outor-Monteiro D., Mourao J.L. 2009.** Effects of fibre level and dietary mannanoligosaccharides on digestibility, caecal volatile fatty acids and performances of growing rabbits. *Animal Feed Science and Technology*, 148 (2009) 288–300.
- **Poujardieu B., Ouhayoun J., Tudella F. 1986.** Etude de la croissance et de la composition corporelle des lapins au-delà de l'âge de 11 semaines. 1. Croissance et efficacité entre l'âge de 11 et 20 semaines. 4<sup>ème</sup> JRC, 10-11 déc, Paris, communication n° 23.
- **Prayaga K.C., Eady S.J. 2002.** Performance of purebred and crossbred rabbits in Australia: Individual growth and slaughter traits. *Aust. J. Agric. Res.*, 54 (2), 993-1001.
- **Priolo A., Waghorn G.C., Lanza M., Biondi L. et Pennisi P., 2000.** Polyethylene glycol as a means for reducing the impact of condensed tannins in carob pulp: Effects on lamb growth performance and meat quality. *J. Anim. Sci.* 78: 810-816.
- **Quezel P. et S. Santa 1963.** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales (tome 1), Editions du centre national de la recherche scientifique, pp.557.
- **Rebour H. 1968.** Fruits Méditerranéen, la maison rustique Paris, 330pp.
- **Rejeb M. N. 1995.** Le caroubier en Tunisie: Situations et perspectives d'amélioration, in *Quel avenir pour l'amélioration des plantes?* Edit. AUPELF-UREF. John Libbey Eurotext, Paris, pp. 79-85.
- **Rejeb M. N., Laffray D. et Louguet P. 1991.** Physiologie du caroubier (*Ceratonia siliqua* L.) en Tunisie, in *Physiologie des arbres et arbustes en zones arides et semi-arides*, Group d'Etude de l'Arbre, Paris, France, pp. 417-426.
- **Retana J., Ramoneda J. et Garcia del Pino F. 1990.** Importancia de los insectos en la polinización del algarrobo. *Bol. San. Veg. Plagas*, N°16, pp.143-150.
- **Rivière CH. et Leco H., 1900.** Manuel pratique de l'agriculteur algérien. Editeur: Augustin CHALLAMEL. Paris, pp. 349-353.
- **Rödel H. G.; Hudson R.; Von Hoist D. 2008 a.** Optimal litter size for individual growth of European rabbit pups depends on their thermal environment. *Oecologia*. vol. 155, n°4, pp. 677-689.

- **Rouvier R. 1969.** Variation des besoins d'entretien et de croissance chez les jeunes lapins (42 a 84 jours) de deux races. Journée de génétique animale. 197.
- **Sahle M., Coleon J. et Haas C., 1992.** Carob pod (*Ceratoniasiliqua*) meal in geese diets. *Brit. PoultrySci.* 33: 531-541.
- **Saidj D. 2006.** Performances de reproduction et paramètres génétiques d'une lignée maternelle d'une population de lapin local sélectionnée en Go.Thèse de magister; ENV Alger.
- **Sánchez S., Lozano L.J., Godinez C., Juan D., Pérez A. et Hernández F.J., 2010.** Carob pod as a feedstock for the production of bioethanol in Mediterranean areas.*Applied Energy* 87: 3417-3424.
- **Santos M., Rodrigues A, Teixeira J. A., 2005.** Production of dextran and fructose from carob pod extract and cheese whey by *Leuconostocmesenteroides* NRRL B512 (f), *Biochemical Engineering Journal* 25, 1–6.
- **Schroeder C.A. 1959,** The floral situation of the Carob in California, *Proc. Am. Soc. hort. Sci.* N°74, pp. 248-251.
- **Serairi-Beji R., Mekki-Zouiten L., Tekaya-Manoubi L., Loueslati M.H., Guemira F. & Ben Mansour., 2000.** Can carob powder be used with oral rehydration solution for the treatment of acute diarrhea.*Med. Top.* 60: 125.
- **Sid S. 2005.** Etude des paramètres génétiques et zootechniques sur les critères de reproduction chez le lapin locale (*Oryctolagusuniculus*).Mémoire d'ingénieur, USDB, 80 p.
- **Surdeau P, Hanafe H, 1981.** La production du lapin. Edition J.B,baillerez. 198p.
- **SzendróZs., Metzger Sz., Fébel H., Hullár I. , Maertens L., Bianchi M., Cavani C., Petracci M., Biró-Németh E., Radnai I. 2008 .** Effect of energy restriction in interaction with genotype on the performance of growing rabbits I: Productive traits. *Livestock Science.* 118 (123–131).
- **SzendroZs.,GerencsérZs., MaticsZs., Biró-Németh E., Nagy I ., Lengyel M., Horn P., DalleZotte A. 2010.** Effect of dam and sire genotypes on productive and carcass traits of rabbits. *J. Anim Sci.* 88:533-543.
- **Talbi M. 2008.** Etude des performances zootechnique et des paramètres génétiques sur les critères de reproduction du lapin local, mené en croisement réciproque. USDB. 71p.
- **Tankary M, H. 2007.** Etude des performances de reproduction chez le lapin local (lignée prolifique et lignée croissance). Mémoire d'ingénieur en agronomie, USDB.
- **Teillet B ., Colin M., Armengol J., Pringent A.Y. 2011.** Effet d'un extrait de graines de caroube partiellement décortiquées sur les performances de viabilité et de croissance chez le lapin. 14<sup>ème</sup> JRC, 22-23 nov 2011, Le Mans, France. 4.
- **Thomson P., 1971.** The carob in California. *California Rare Fruit Growers Yearbook* III: 61 102.
- **Tous j. et Baltte I. (1990).** El algarrobo, Ed. Mundi-Prensa, Madrid.
- **Tucker S. C. 1992.** The developmental basis for sexual expression in *Ceratoniasiliqua* (Leguminosae:Cesalpinoideae: Cassieae), *Am. J. Bot.* Vol.79, N°3, pp. 367-327.
- **Vardar Y., Seçurenand Ö. et Ahmed M. 1972.** Preliminary results on the chemical composition of the Turkish carob beans, *Qual. Plant Mater*, vol. XXIN°4, pp. 318-327.
- **Vavilov N.I., 1951.** The Origin, Variation, Immunity, and Breeding of Cultivated Plants [translated from the Russian by K.S. Chester]. The Ronald Press Co., New York.

- **Volek Z., Marounek M., Skrivanová V. 2006.** Technical note: health status and growth performance of rabbits fed diets with different starch level during the post-weaning period. *World Rabbit Sci.* 2006, 14: 27 – 31.
- **Vostry L., Mach K., Jakubec V., Dokoupilova A., Majzlik I. 2008.** The influence of weaning weight on growth of the hyplus broiler rabbit. 9<sup>th</sup> WRC, June 10-13, Italy, 255-230.
- **Warner A. 1981.** Mean retentions times of degesta in the gutof different animal species nutrition abstracts and reviews series B, 51, 789-820.
- **Wursch P., Vedovo S., Rosset J., Smiley M, 1984.** The tannins granules from ripe carob pod, *Lebensm.Wiss.u.Technol.* N°17, pp.351-354.
- **Xiccato G., Trocino A., Sartori A., Queaque P.I.2002.** Effect of dietary starch level and source on performance, caecal fermentation and meat quality in growing rabbits. *WRS*, 10 (4), 147-157.
- **Yamani K.A., Ayyat S.M., Bassung A.A., Rashwan A.A., Adballah M.A. 1994 a.** Additional energy supplements in the diet for fattening rabbits. *Opt. Méditer.* 223-231.
- **Yousif A.K. etAlghzawi H.M. 2000.** Processing and characterization of carob powder, *Food chemistry*, Vol. 69, N°3, pp.283-287.
- **Zerrouki N., Bolet G., Berchiche M., Lebas F. 2005a .**Evaluation of breeding performance of a local Algerian rabbit population raised in the Tizi-Ouzou is. *WRS.* 13(1), 29-37.
- **Zerrouki N., Bolet G., Gacem M., Lebas F.2014.** Ressources génétiques cunicoles en Algérie: Analyse des performances de production de la souche synthétique en station et sur le terrain, en comparaison avec les deux types génétiques locaux : population Blanche et Population locale. 7èmes Journées de Recherche sur les Production Animales : 10-11 Novembre 2014 – Tizi-Ouzou Algérie.50.
- **Zerrouki N., HannachiR., Lebas F., Saoudi A. 2007a.** Productivité des lapines d'une souche blanche de la région de Tizi-Ouzou en Algérie. 12èmes Journées de la Recherche Cunicole, 27-28 novembre 2007, Le Mans, France. 4.
- **Zerrouki N., Kadi S.A., Berchiche M., Bolet G. 2005b.** Evaluation de la productivité des lapines d'une population locale algérienne, en station expérimentale et dans des élevages. 11ème Jour. Rech. cunicole, Paris 29-30 Nov.2005, ITAVI . 11-14.
- **Zerrouki N., Kadi S.A., Lebas F., Bolet G. 2007a.** Characterisation of a kabylian population of rabbits in Algeria: birth to weaning growth performance. *World Rabbit Sci.*, 15: 111 – 114.
- **Zerrouki, N.; Bolet, G.; Berchiche, M.; Lebas, F. 2001.** Caractérisation d'une population locale de lapins en Algérie: performances de reproduction deslapines. 9èmesjournées de la recherche cunicole. Paris, 28-29 Nov: 163-166.
- **Zerrouki, N.; Bolet, G.; Berchiche, M.1.; Lebas, F. 2004.** Breeding performance of local kabylian rabbits does in Algeria.8th World RabbitCongress (accepted communication), 371-377.
- **Zitouni. 2010.** Monographie et perspectives d'avenir du caroubier (*Ceratonia siliqua*) en Algérie. Th. Ing. Agrn.,INRA, El-Harrach, pp.201.
- **Zohary M. 1973.** Geobotanical Foundations of the Middle East, vol. 2, Stuttgart.



## Table des matières

Introduction.....	1
-------------------	---

### Partie Bibliographique.

#### I. La production cunicole

I.1. La cuniculture dans le monde .....	2
I.1.1. Origine et domestication du lapin .....	2
I.1.2. Principales races cunicoles.....	2
I.1.3. Production mondiale .....	3
I.2. La cuniculture dans l'Algérie .....	3
I.2.1. Histoire du lapin local .....	4
I.2.2. Les performances de croissance de principales races cunicoles.....	5
I.2.2.1. Population locale (robe hétérogène).....	5
I.2.2.2. Population locale blanche .....	5
I.2.2.3. Souche synthétique.....	6
I.2.3. L'élevage de lapin en Algérie .....	6
I.2.3.1. Secteur traditionnel.....	6
I.2.3.2. Secteur rationnel.....	7
I.2.4. Importance et intérêt de la cuniculture en Algérie .....	7
I.2.4.1. Importance économique .....	7
I.2.4.2. La production Algérienne de la viande lapine .....	7
I.2.4.3. La commercialisation .....	8
I.2.4.4. La composition de la viande du lapin .....	8
I.2.4.5. Acceptabilité de la viande .....	8

#### II. L'engraissement chez le lapin

II.1. L'alimentation chez le lapin .....	9
II.1.1. L'appareil digestif du lapin.....	9
II.1.2. La digestion chez le lapin .....	9

II.1.3. Les besoins alimentaires à l’engraissement.....	10
II.2. Les normes zootechniques de l’engraissement .....	10
II.2.1. Poids et l’âge au sevrage.....	11
II.2.2. GMQ post-sevrage .....	11
II.2.3. Poids et l’âge à l’abattage .....	11
II.2.4. Quantité ingérée (Qi) .....	11
II.2.5. L’indice de consommation (IC).....	12
II.2.6. La mortalité .....	12
II.3. Facteur de variation des performances d’engraissement .....	12
II.3.1. Facteur génétique.....	12
II.3.2. Facteurs de milieu .....	12
<b>III. Le caroubier</b>	
III.1. Généralité sur l’espèce .....	19
III.1.1. Taxonomie.....	19
III.1.2. Description .....	19
III.2. Origine et répartition géographique .....	20
III.3. La répartition géographique de production .....	21
III.3.1. Production mondiale .....	21
III.3.2. Production Algérienne .....	22
III.4. Principaux constituant de caroubier .....	23
III.4.1. Composition chimique de la graine.....	23
III.4.2. Composition chimique de la pulpe .....	23
III.5. Intérêt et utilisation de caroubier.....	24
<b>Partie Expérimentale</b>	
<b>1. Lieu et durée d’expérimentation.....</b>	<b>26</b>
<b>2. L’objectif du travail.....</b>	<b>26</b>
<b>3. Matériels et méthodes.....</b>	<b>26</b>

3.1. Matériels.....	26
3.1.1. Matériels Biologiques.....	26
3.1.2. Matériels non Biologiques.....	27
3.1.2.1. Le Bâtiment.....	27
3.1.2.2. Equipement d'élevages.....	29
3.2. Méthodes.....	32
3.2.1. La durée d'expérimentation.....	32
3.2.2. Les mesure réalisées.....	32
3.2.2.1. La consommation alimentaire.....	32
3.2.2.2. Contrôle de la croissance.....	33
3.2.2.3. La mortalité.....	33
3.2.3. Les analyses chimiques.....	33
3.2.4. Les paramètres étudiés.....	34
<b>4. Résultats et discussion</b>	
4.1. Les analyses chimiques.....	35
4.2. Les conditions d'ambiance.....	36
4.3. Les paramètres de croissances.....	36
4.3.1. La consommation alimentaire des lapereaux à l'engraissement.....	36
4.3.2. La croissance pondérale des lapereaux à l'engraissement.....	37
4.3.3. Le gain moyen des lapereaux (GMQ).....	38
4.3.4. L'indices de consommation d'aliment.....	39
4.3.5. L'apparition des diarrhées.....	40
4.3.6. Taux de mortalité.....	41
Conclusion.....	43
Références bibliographiques.....	44

