

## ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE VÉTÉRINAIRE

### Projet de fin d'études

En vue de l'obtention du  
**Diplôme de Docteur Vétérinaire**

**EFFET DE DIFFERENTS TAUX PROTEIQUES ET ENERGETIQUES SUR  
LES PERFORMANCES ZOOTECHNIQUES ET L'HISTOMETRIE  
INTESTINALE DU LAPIN DE LA POPULATION LOCALE**

Présenté par : OUNIS Imane

MEGHERBI Farouk Mehdi

Soutenu le : 27/06/2018

**Devant le jury composé de:**

- Présidente : Mme BAKOUR.L Maitre assistant A (ENSV)
- Promotrice : Mme BENALLI.N Maitre assistant A (ENSV)
- Examinatrice1: Mme DAHMANI.Y Maitre assistant A (ENSV)
- Examinatrice 2 : Mme BENATELLAH.A Maitre de conférence B (ENSV)

Année universitaire : 2017 /2018

# REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier notre promotrice Mme. BENALI.N Maitre assistante A à l'école Nationale Supérieure Vétérinaire pour ses conseils son aide et sa disponibilité tout au long de ce mémoire.

On remercie également Mme. BAKOUR.L maitre assistante A à l'ENSV, Mme. DAHMANI.Y également maitre assistante A à l'ENSV et Mme. BENATALLAH.A maitre de conférence B à l'ENSV d'avoir accepté d'évaluer ce travail.

On adresse également nos remerciements à l'équipe du laboratoire d'anatomo-pathologie de l'ENSV et à l'équipe du laboratoire de zoologie de l'ENSV.

## Dédicaces

Je dédie ce mémoire à

Mes parents,

À ma sœur

Et à toute ma famille

# Dédicaces

Je remercie tout d'abord Allah de m'avoir donné la capacité et le courage de poursuivre mes études et la patience et la force pour réaliser mon rêve d'être Vétérinaire.

Je dédie ce modeste travail, à mes plus chères personnes, mes parents qui m'ont soutenu durant toute ma vie et particulièrement durant mon cursus, j'espère que vous êtes fiers de moi, grâce à vous j'ai pu réaliser mon rêve.

A ma grand-mère, qui sans ses prières je ne serais jamais arrivée là, je t'adore mma Rabi yerahmek.

A mes sœurs, Sabrina et Amira qui ont cru en mes rêves, objectifs et capacités.

A mon cher mari, qui a toujours été à mes côtés.

Aux personnes qui grâce à Allah puis à eux je suis dans cette école, à Mme MEDDI, et Mr BACHA, je ne saurai vous remercier de m'avoir donné l'occasion d'y être.

Un remerciement particulier à mon cher frère Mohamed,

A Samiha et Sarah, mes sœurs pour leurs encouragements, vous m'avez toujours boosté.

A mes cousines.

A mes amies, Nihad, Yasminna et Arwa

Je conclue par mes chers amis du groupe05: Yasmine, Dihia, Adelito, Nousseyba, Lamine, et mon binôme Mehdi.

**Mlle OUNIS Imane**

# Liste des figures

## Partie bibliographique

- Figure 1** : Anatomie générale du système digestif du lapin vue latérale.....06
- Figure 2** : Temps de séjour moyen des particules alimentaires dans les différents segments du tube digestif du lapin.....08
- Figure 3** : Les différentes zones sécrétrices de l'estomac chez le lapin.....09
- Figure 4** : Courbe de croissance des lapereaux.....15

## Partie expérimentale

- Figure 5**: Evolution du poids vif en fonction de l'âge .....40
- Figure6**: Evolution du GMQ en fonction de l'âge .....41
- Figure7**: Evolution du GMQ durant la période globale.....42
- Figure8**: Evolution de l'ingéré alimentaire en fonction de l'âge .....43
- Figure9**: Evolution de l'ingéré alimentaire durant la période globale .....43
- Figure10**: Evolution de l'ingéré énergétique sur la période globale (42-77 jours).....45
- Figure11**: Evolution de l'ingéré protéique sur la période globale (42-77 jours) .....45
- Figure12**: Evolution de l'Indice de consommation durant la période globale.....46

# Liste des tableaux

## Partie bibliographique

<b>Tableau 1 :</b> Composition moyenne des crottes dures et des caecotrophes.....	11
<b>Tableau 2 :</b> Estimation du besoin d'entretien des lapins jeunes et adultes.....	24
<b>Tableau 3 :</b> Besoins en acides aminés du lapin en croissance.....	28

## Partie expérimentale :

<b>Tableau 4.</b> Composition chimique des régimes expérimentaux.....	33
<b>Tableau 5.</b> Effet du niveau énergétique et protéique sur l'évolution du poids vif.....	39
<b>Tableau 6.</b> Effet du niveau énergétique et protéique sur la vitesse de croissance.....	41
<b>Tableau 7.</b> Effet du niveau énergétique et protéique sur la consommation .....	43
<b>Tableau 8.</b> Effet du niveau énergétique et protéique sur l'ingéré énergétique et protéique sur la période globale (42-77 jours).....	44
<b>Tableau 9.</b> Effet du niveau énergétique et protéique sur l'indice de consommation.....	46
<b>Tableau 10.</b> Poids vifs à l'abattage.....	47
<b>Tableau 11 :</b> Effet des régimes expérimentaux sur l'histométrie des villosités.....	49

# Liste des abréviations

% : pourcentage.

/j : par jour

/kg : par kilogramme.

/m<sup>2</sup> : par mètre carré

< : inférieur à

> : supérieur à

± : Plus ou moins

μm : micromètre

°C : degré Celsius

AA : acide aminé

AGL : acide gras libre

AGV : acide gras volatil

CA : consommation alimentaire

CB : cellulose brute

Cm : centimètre

Cm<sup>2</sup> : centimètre carré

CMQ : consommation moyenne quotidienne

ED : énergie digestible

ENSV : école nationale supérieure vétérinaire

G : gramme

g/j : gramme par jour

GH : Growthhormon

GMQ : gain moyen quotidien

H : heure

IC : indice de consommation

INRA : Institut nationale de la recherche agronomique

ITELV : Institut technique des élevages

J : jour

Kcal : kilocalorie

Kg : kilogramme

M : mètre

M<sup>2</sup> : mètre carré

MG : matière grasse

Mg : milligramme

MM : matière minérale

Mm : millimètre

MS : matière sèche

Ns : non significatif

P : page

PB : protéine brute

PD : protéines digestibles

pH : potentiel hydrogène

PM: poids métabolique

PV : poids vif

QI: quantité d'aliment ingéré

S : significatif

T° : température

# SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	1
-------------------	---

## PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

### CHAPITRE 1 : GENERALITES SUR LE LAPIN

1. Historique de la domestication du lapin.....	3
2. Les races de lapin.....	3
3. La cuniculture en Algérie.....	5

### CHAPITRE2 : ANATOMIE, PHYSIOLOGIE DE L'APPAREIL DIGESTIF ET HISTOLOGIE INTESTINALE

1. Anatomie de l'appareil digestif.....	6
1.1. La cavité buccale.....	7
1.2. L'œsophage.....	7
1.3. L'estomac.....	7
1.4. L'intestin grêle.....	7
1.5. Le caecum.....	7
1.6. Le colon.....	7
2. Physiologie de la digestion.....	8
1.1. La cavité buccale et œsophage.....	8
1.2. L'estomac.....	9
1.3. L'intestin grêle.....	10
1.4. Le caecum.....	10
1.5. Le colon.....	10
3. Histologie de l'intestin grêle.....	11

### CHAPITRE 03 : LA CROISSANCE CHEZ LE LAPIN

1. La croissance chez le lapin.....	14
-------------------------------------	----

1.1	La croissance foétale.....	14
1.2	La croissance de la naissance au sevrage.....	14
1.3	La croissance post sevrage ou engraissement.....	14
2.	Les facteurs de variation de la croissance.....	15
2.1	Age au sevrage.....	15
2.2	Environnement.....	16
2.2.1.	Saison et température.....	16
2.2.2.	Densité.....	16
2.2.3.		
	Hygrométrie.....	16

## **CHAPITRE 04 : L'ALIMENTATION**

1.	Présentation de l'aliment.....	17
2.	Les protéines.....	17
3.	L'énergie.....	17
4.	Le rapport protéines/ énergie digestible.....	18

## **CHAPITRE 05 : LE METABOLISME ENERGETIQUE**

1.	Le métabolisme énergétique.....	19
1.1	Le métabolisme glucidique.....	19
1.1.1.	Les mécanismes généraux de la régulation du métabolisme glucidique.....	20
1.1.2.	Les facteurs hormonaux régulateurs du métabolisme glucidique.....	21
1.2.	Le métabolisme des lipides.....	21
1.2.1.	La lipogenèse.....	22
1.2.2.	La lipolyse.....	23
1.3.	Les besoins d'entretien et de croissance.....	24

## **CHAPITRE 06 : LE METABOLISME PROTEIQUE**

1.	Métabolisme protéique.....	26
----	----------------------------	----

1.1. Biosynthèse des acides aminés.....	26
1.2. Dégradation des acides aminés.....	27
1.3. Régulation hormonale du métabolisme protidique.....	27
1.4. Intérêt de l'azote non protéique chez le lapin.....	27
1.5. Besoins en acides aminés.....	28
1.6. Besoins en protéines.....	29

## PARTIE EXPERIMENTALE

<b>1. OBJECTIF DE L'ETUDE.....</b>	<b>30</b>
<b>2. MATERIEL ET METHODE</b>	
2.1. Lieu et durée de l'essai.....	30
2.2. Le logement et le matériel d'élevage utilisé.....	30
2.2.1. Le logement.....	30
2.2.2. Le matériel d'élevage.....	30
2.3. Les animaux.....	30
2.4. L'alimentation.....	31
2.5. Conduite d'élevage.....	33
<b>3. Mesure.....</b>	<b>34</b>
3.1. Performances zootechniques.....	34
3.1.1. Poids vifs.....	34
3.1.2. Vitesse de croissance.....	34
3.1.3. La consommation alimentaire.....	34
3.1.4. Quantité ingérée de l'aliment.....	34
3.1.5. L'indice de consommation.....	34
3.1.6. Taux de mortalité.....	35
3.2. Rendement de carcasse .....	35
3.3. Histométrie de l'intestin grêle .....	35
<b>4. Analyse statistique.....</b>	<b>37</b>
<b>5. Résultats et discussion</b>	
1. Evolution de l'effectif des animaux.....	39

2.	Les paramètres zootechniques .....	39
2.1	Effet des régimes sur le poids vif.....	39
2.2	Effet des régimes sur le gain de poids.....	40
2.3	Effet des régimes sur la consommation alimentaire.....	42
2.4	Effet des régimes sur l'ingéré énergétique et protéique.....	44
2.5	Effet des régimes sur l'indice de consommation.	46
3.	Effet des régimes sur le rendement de carcasse.....	47
4.	Histométrie des villosités de l'intestin grêle.....	48
5.	<b>CONCLUSION.....</b>	<b>50</b>
6.	<b>ANNEXES</b>	

**Partie**  
**bibliographique**

## INTRODUCTION

Le lapin est un petit mammifère prolifique originaire de la péninsule ibérique et du sud de la France. Il n'a été domestiqué qu'au cours du Moyen âge. Cette domestication a conduit à une amélioration du poids des animaux grâce à la sélection génétique, aussi elle a permis une accoutumance des lapins à vivre à proximité de l'homme.

La diffusion de l'élevage du lapin domestique en dehors de l'Europe a eu lieu depuis, deux ou trois siècles. L'implantation du lapin sauvage a été une réussite, là où le climat était proche de celui de la région d'origine du lapin. De ses origines géographiques, le lapin s'est adapté au climat méditerranéen avec des étés chauds et secs, des hivers qui peuvent être froids et à la variabilité des ressources fourragères en zone méditerranéenne : fortes au printemps, modestes en été puis de plus en plus rares à l'automne (Lebas, 2004).

En Algérie, Selon Ait Tahar et Fettal (1990), l'élevage de lapin existe depuis longtemps. La colonisation a diffusé cet élevage pour devenir une activité millénaire des ruraux, mais sa rationalisation n'a commencé qu'au début des années 90 (Colin et Lebas, 1996). La production de viande de lapin a été estimée à 8345 tonnes en 2016 (FAOSTAT, 2016), et pourrait être fortement augmentée compte tenu de la demande.

Le développement de la production de lapin en Algérie nécessite au préalable une caractérisation de la population existant dans le pays. L'évaluation peut être réalisée par le contrôle des performances de croissance de cette population en élevage rationnel.

Des études ont déjà été réalisées, dans ce domaine (Berchiche et *al.*, 2000; Zerrouki et *al.*, 2001 ; Gacem et Lebas, 2000 ; Benali et *al.*, 2011). Ces travaux ont permis de mettre en évidence d'une part, ses faiblesses telles que son faible poids pour être exploité dans les élevages producteurs de viande ainsi que sa faible prolificité, et d'autre part, ses qualités tel que son adaptation aux conditions climatiques locales.

Toute fois, cette population tant incriminée par son statut, est alimentée avec un aliment commercial non équilibré (faible teneur en énergie digestible, en acides aminés et en fibres), ne lui permettant pas d'exprimer son potentiel génétique (Lebas, 2010).

Dans ce contexte, notre objectif est d'évaluer l'effet des régimes alimentaires variant par leur taux énergétique et protéique sur les performances de croissance, le rendement de carcasse et l'histométrie des villosités de l'intestin grêle.

Dans ce document, nous présenterons :

- **une première partie bibliographique**, où nous aborderons les généralités sur le lapin, sa physiologie digestive, la croissance, l'alimentation et enfin le métabolisme énergétique et protéique.
- **une deuxième partie expérimentale**, où les méthodes mises en œuvre et les résultats obtenus durant l'essai seront détaillés. Enfin une discussion générale permettra de faire une synthèse des résultats obtenus ainsi qu'une conclusion et des recommandations apportées à ce travail.

## Chapitre 1. Généralités sur le lapin

### **I. Historique de la domestication du lapin**

Les premiers écrits mentionnant l'élevage du lapin sont ceux de Varon (116-27 av. J.C.). Il préconise de garder les lapins dans des leporaria, parcs murés dans lesquels on conservait aussi des lièvres et autres gibiers afin de faciliter la chasse. Cet élevage d'animaux sauvages est à l'origine des garennes entretenues en France du Moyen Âge jusqu'à la fin du 18<sup>ème</sup> siècle. Mais il ne s'agit cependant pas encore de lapins domestiques (Lebas, 2008).

Au cours du 18<sup>ème</sup> siècle et de toute la première partie du 19<sup>ème</sup> siècle, les méthodes d'élevage pratiquées étaient celles décrites à la fin du 16<sup>ème</sup> et au début du 17<sup>ème</sup> siècle, pratiquement sans modification.

Le 19<sup>ème</sup> siècle a vu une modification profonde de la société, en Europe en particulier. Les populations rurales ont commencé fortement à migrer pour aller travailler dans les nouvelles industries urbaines. Dans le petit jardin souvent annexé à leur logement, les nouveaux ouvriers ont alors implanté des petits élevages de lapins. Il n'était plus question de garennes, ni même d'élevage en grands enclos. Les lapins ont alors été élevés dans de petites cages dans un local annexe de la maison.

Actuellement, l'élevage du lapin s'est développé en Europe à partir des années 1950 -1960. Des travaux de recherche spécifiques ont été conduits au USA, en France (à l'INRA) et également en Italie, puis en Belgique, en Espagne et enfin dans un grand nombre de pays de l'Europe de l'Ouest cela a permis la mise en place d'un élevage cunicole moderne basé sur l'exploitation des connaissances scientifiques.

### **II. Les races de lapin**

Les différentes races de lapin se distinguent en fonction de la nature et de la couleur du poil et du format de l'animal (Djago et *al.*, 2007).

- D'après la nature du poil :

- *Les races ordinaires* : sont caractérisées par la présence de poils de bourre (environ 2 cm) et de poils de jarre nettement moins nombreux mais plus épais et plus long (3-4 cm). Les jarres sont aussi parfois appelés "poils de garde".
- *Les rex ou races dites à poils ras* : sont des races où bourre et jarres ont la même longueur (2cm) donnant un aspect velouté à la fourrure.
- *Les races à laine*: les angoras qui fournissent du poil de 5 à 6 cm de long. En raison de l'épaisseur de ce pelage en fin de pousse (avant la mue), les lapins de ce type supportent très mal les fortes chaleurs.

➤ D'après le format :

- Les petites races : le mâle adulte pèse moins de 3 kg. Ce sont par exemple :
  - le Petit Russe,
  - l'Argenté Anglais,
  - le Noir et Feu.

Leur conformation est excellente, leur précocité bonne et leur chair est fine.

- *Les races moyennes* : le mâle adulte pèse de 3 à 5 kg.

Ce sont par exemple :

- l'Argenté de Champagne,
- le Fauve de Bourgogne
- le Néo-Zélandais Blanc
- le Blanc et le Bleu de Vienne
- le Californien.

Ce sont des races commerciales par excellence, bonne précocité, format correspondant à la demande en Afrique, conformation satisfaisante, chair fine et dense.

- *Les races géantes* : Les mâles adultes ont un poids vif de 5 à 7 kg, voire plus. Ce sont par exemple :
  - le Géant Blanc de Bouscat,
  - le Géant Papillon Français,
  - le Bélier Français,
  - le Géant des Flandres.

De croissance relative lente, elles possèdent une chair longue au grain grossier. Elles fournissent des viandes dites de fabrication (pâté, rillettes...). Elles sont souvent assez peu prolifiques.

### **III. La cuniculture en Algérie**

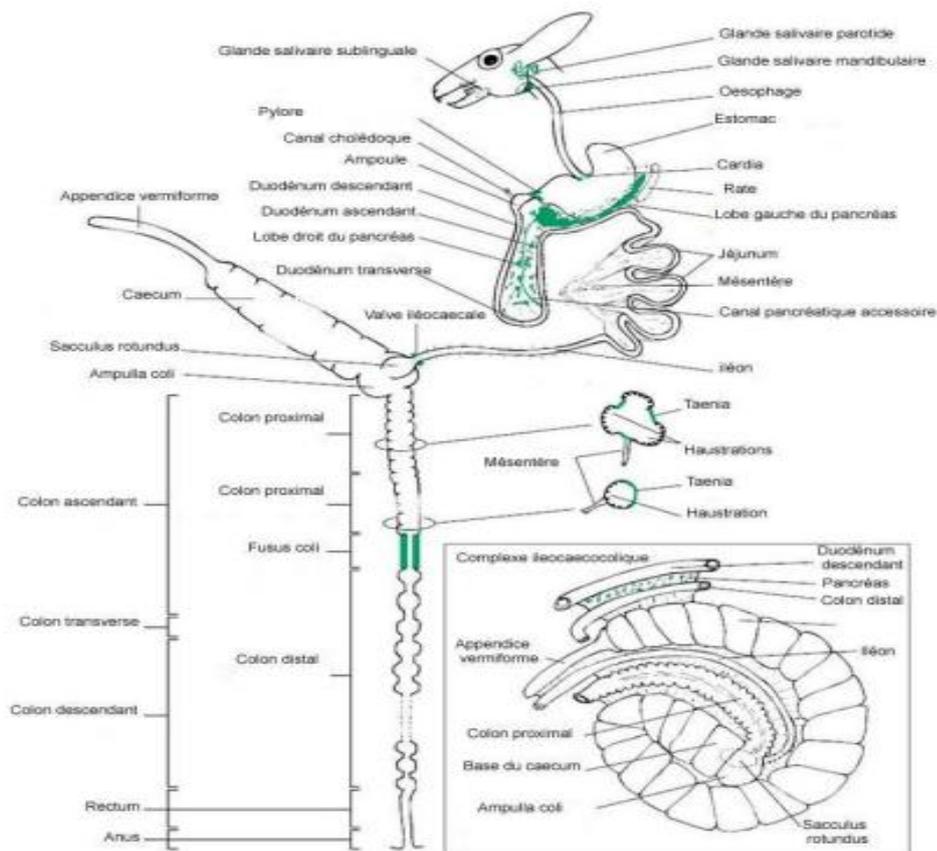
Les espèces cunicoles en Algérie sont représentées par la famille taxonomique des léporidés regroupant les lapins domestiques (*Oryctolagus cuniculus domesticus*) et le lièvre (*Lepus capensis*). Trois types génétiques caractérisent le cheptel cunicole en Algérie :

- **Le lapin kabyle:** Appartenant à la population locale de la Kabylie (région de Tizi Ouzou), il est classé dans le groupe des races légères avec un poids adulte moyen de 2,8kg (Zerrouki et *al.*, 2001 ; Zerrouki et *al.*, 2004), présentant plusieurs phénotypes de couleurs, conséquence des croisements avec des races importées: Fauve de Bourgogne, blanc Néo Zélandais, Californien (Berchiche et Kadi, 2002). Cette population a présenté une bonne adaptation aux conditions climatiques locales elle est utilisée principalement dans la production de viande, mais sa prolificité et son poids adulte sont trop faibles pour être utilisable telle quelle dans des élevages producteurs de viande. (Berchiche et Kadi, 2002 ; Gasem et Bolet, 2005; Zerrouki et *al.*, 2005).
- **Population blanche:** le phénotype albinos dominant, produite par une coopérative d'état. Elle a été décrite par Zerrouki et *al.* (2007). C'est une souche plus lourde et plus prolifique que la population locale.
- **Souche synthétique:** appelée ITEL2006, a été créée en 2003 pour améliorer le potentiel génétique des lapins destinés à la production de viande en Algérie. Elle a été obtenue par un croisement initial entre la population locale et la souche INRA2666. Elle est plus lourde et plus productive (Gacem et Bolet, 2005 ; Gacem et *al.*, 2008 ; Bolet et *al.*, 2012).

## Chapitre 2. Anatomie, physiologie de l'appareil digestif et histologie intestinale

### I. Anatomie de l'appareil digestif

Le système digestif du lapin (Figure 1) est adapté à son régime alimentaire qui est celui d'un herbivore, à cela s'ajoute des adaptations spécifiques, depuis la dentition jusqu'au développement d'un cæcum de grand volume pour permettre une fermentation, sans oublier le système de séparation des particules qui se trouve au niveau du côlon proximal qui permet la formation des cæcotrophes (Gidenne et Lebas, 2005).



**Figure 1.** Anatomie générale du système digestif du lapin vue latérale (Harcourt-brow, 2002)

### **1.1. La Cavité buccale**

Le lapin possède 28 dents profondément insérées dans la mâchoire (sans racines). La formule dentaire du lapin est 2/1 0/0 3/2 3/3. Les 28 dents se développent sans interruption durant toute la vie (1 à 2,4 millimètres/semaine) (Gidenne et Lebas, 2005).

### **1.2. L'œsophage**

Il est court et sert exclusivement au transit des aliments à l'estomac, le lapin ne peut pas vomir cela est due à une incapacité à la régurgitation (Gidenne et Lebas, 2005).

### **1.3. L'estomac**

Il est constituée de trois partie, partie supérieure fundus, partie « moyenne » le cardia ou arrive l'œsophage et enfin la partie inferieure, l'antrum. L'estomac se termine par le pylore qui possède un sphincter puissant, qui règle l'entrée des digestas dans le duodénum (Gidenne et Lebas, 2005).

### **1.3. L'intestin grêle**

L'intestin grêle ( $\approx 3\text{m}$  de long) est classiquement divisé en 3 parties : duodénum, jéjunum et iléum. Le canal biliaire s'ouvre juste après le pylore, alors que le canal pancréatique s'abouche 40 cm plus loin dans le duodénum. L'intestin grêle débouche dans le cæcum par la jonction iléo-cæcale ou sacculus rontondus, partie où la paroi est particulièrement riche en tissus lymphoïde (Gidenne et Lebas, 2005).

### **1.4. Le Cæcum**

Il représente, chez le lapin 49% de la capacité du tube digestif (Portsmouth, 1997) et 90% de l'ensemble intestin grêle-cæcum-colon. Le cæcum est de 40 a 45 cm de long, et contient 40 % contenu digestif total (Gidenne et Lebas, 2005).

### **1.5. Le colon**

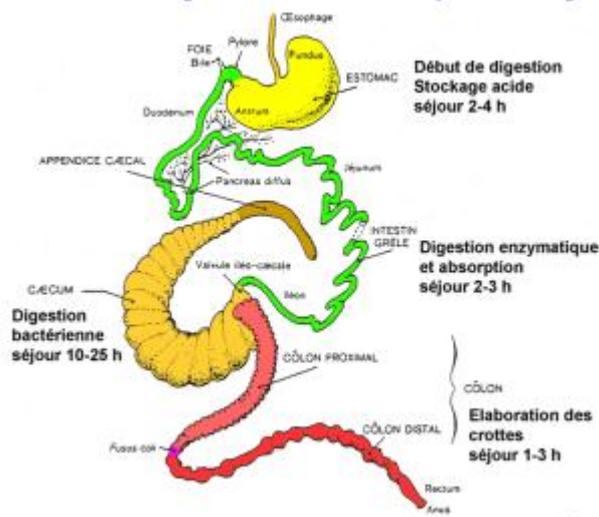
Le côlon (1,5 m de long) fait suite au cæcum, il est composé de 2 segments, d'abord le côlon proximal ( $\approx 50\text{cm}$ ) comportant 3 puis 2 haustrations et se terminant par le fusus coli

(segment de 1-2 cm), et ensuite le côlon distal ( $\approx 1,0$  m de long) et finissant avec le rectum et l'anus. (Gidenne et Lebas, 2005).

## II. Physiologie de la digestion

Le temps de sejours des particules alimentaire (Figure 2) n'est pas le meme et va diferer en foction du segment du tube digestif dans le quel il se trouve (Lebas, 2008).

### Durées moyennes des temps de séjour



**Figure 2.** Temps de séjour moyen des particules alimentaires dans les différents segments du tube digestif du lapin. (Lebas, 2008)

### II.1. Cavité bucale et oesophage

La cavité bucale est le lieu où la digestion est amorcée mécaniquement (dent) et chimiquement (la salive) (Fromont et Tanguy, 2011).

#### ➤ Digestion mécanique :

La dentition du lapin qui est un herbivore granivore est adaptée à son régime alimentaire, les incisives servent à attraper et à couper les aliments alors que les prémolaires et les molaires servent à les broyer. Cette opération constitue la première étape de la digestion, la digestion mécanique (Fromont et Tanguy, 2011).

#### ➤ Digestion chimique :

La salive produite par les glandes salivaires (parotide, mandibulaire, sublinguales) pendant la mastication contient de l'amylase celle-ci va servir à humecter les aliments afin de faciliter leur

brassage dans le bouche ainsi qu'à amorcer la digestion chimique (Fromont et Tanguy, 2011). Les aliments passent ensuite par l'œsophage pour arriver dans l'estomac.

## II.2. Estomac

Il peut contenir 90 à 100g d'aliment plus ou moins pâteux, son action est d'ordre chimique et mécanique (Fromont et Tanguy, 2011) :

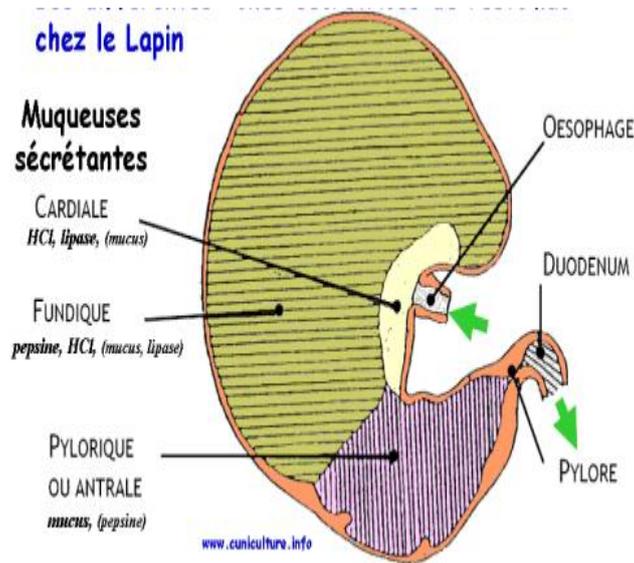


Figure 3. Les différentes zones sécrétrices de l'estomac chez le lapin (Lebas, 2008).

### ➤ L'action chimique :

Le suc gastrique sécrété par les glandes de l'estomac contient :

- ✓ de l'acide chlorhydrique HCl, ce qui maintient le pH moyen entre 1,2 et 2,0 (très acide);
- ✓ de la pepsine qui commence à hydrolyser les protéines;
- ✓ de la lipase, qui sépare les acides gras à chaîne courte et moyenne des triglycérides (valable surtout pour le lait). Elle est beaucoup moins active que la lipase pancréatique;
- ✓ du mucus qui protège les parois.

### ➤ L'action mécanique :

L'estomac se contracte plusieurs fois pendant la digestion afin de favoriser leur brassage avec le suc gastrique (Fromont et Tanguy, 2011).

L'aliment va séjourner 2 à 4 heures dans l'estomac. Les liquides y séjournent moins longtemps. Les particules grossières sont celles qui séjournent le plus longtemps (Lebas, 2008).

### **II.3. L'intestin grêle**

Il est composé de trois parties :

- Le duodénum, à ce niveau le bol alimentaire est très rapidement neutralisé par la bile, le suc pancréatique et les sécrétions de la paroi intestinale (bicarbonates en général). Il passe quasi instantanément d'un pH très acide à un PH neutre 6,5-7,2. Le suc pancréatique riche en enzyme (lipase, amylase, trypsine, chymotrypsine, ...) et les enzymes fournis par la muqueuse de la paroi intestinal (carboxypeptidases, disaccharasidases, ...) vont permettre la dégradation des aliments en nutriments (Lebas, 2008).
- Le jéjunum et l'iléon ce sont deux lieux d'absorption des nutriments vers le système sanguin (Fromont et Tanguy, 2011).

Les aliments ingérés mettent environ 2h pour parcourir l'intestin grêle, les parois végétales composées de lignine, de cellulose et d'hémicellulose ne sont pas dégradées et sont expulsés de l'intestin grêle vers le caecum sans être assimilés (Fromont et Tanguy, 2011).

### **II.4. Le caecum**

Le bol alimentaire se déplace de l'iléon terminal directement dans le cæcum, il va séjourner en moyenne 10 à 25 heures dans le cæcum. Dans le cæcum il n'y a aucune sécrétion enzymatique endogène, seules agissent les enzymes bactériennes (Lebas, 2008).

Le caecum est le lieu de l'hydrolyse et la synthèse, la flore microbienne du caecum va dégrader la cellulose en acide gras volatiles (AGV), utiliser l'ammoniac produit pour la fabrication d'acides aminés (AA) et synthétiser les vitamines B, C et K (Fromont et Tanguy, 2011).

### **II.5. Le colon**

La paroi du colon sécrète des enzymes capables d'hydrolyser les corps microbiens et peut absorber certains produits de la bactériolyse, vitamines et acides aminés. (Bréchet et *al.*, 2012).

Une fois évacués vers le colon, le tri des particules se fait selon leur taille, en fonction du moment où le contenu caecal s'engage (Bréchet et *al.*, 2012).

Si le contenu caecal s'engage au début de la matinée, il va subir peu de transformation, il aboutira à la formation de pelotes réunies en grappe de cinq à six recouvertes par un mucus sécrété par la paroi, ces grappes appelées caecotrophes sont éliminées généralement au cours de la

matinée et sont ingérées par le lapin qui les prélève directement de l'anus. (Bréchet et *al.*, 2012).

Si le contenu caecal s'engage dans le colon un autre moment de la journée, il est fractionné en :

- **fraction liquide** contenant les particules inférieure à 1mm, des produits solubles et des corps microbiens cette fraction est en grande partie refoulée vers le caecum.
- **Une fraction renfermant les grosses molécules (supérieur à 3 mm) acheminée vers le colon et le rectum où se forment les crottes dures non ingérées** (Bréchet et *al.*, 2012)

**Tableau 1.** Composition moyenne des crottes dures et des caecotrophes (Lebas, 2008)

	Crottes dures		Caecotrophes	
	moyenne	extrêmes	moyenne	extrêmes
<b>Matière sèche %</b>	<b>53,3</b>	48-66	<b>27,1</b>	18-37
En % de la MS				
<b>protéines</b>	<b>13,1</b>	sept-25	<b>29,5</b>	21-37
<b>cellulose brute</b>	<b>37,8</b>	22-54	<b>22</b>	14-33
lipides	2,6	1,2-5,3	2,4	1,0-4,6
minéraux	8,9	3,0-14	10,8	6,0-18

### **III. Histologie de l'intestin grêle**

L'intestin grêle comprend trois segments le duodénum, le jéjunum et l'iléon chaque segment est lui-même composé de quatre tuniques concentriques distinctes de la lumière la périphérie (Gartner et Hiatt, 2012) :

#### ➤ **La muqueuse :**

En contact avec la lumière elle est composée de trois couches concentriques : l'épithélium ayant des propriétés sécrétrices et absorbantes, le chorion (lamina propria) contenant des glandes et des vaisseaux et une musculaire muqueuse responsable des mouvements de contraction de la muqueuse.

### ➤ **La sous muqueuse :**

C'est une couche de tissu conjonctif qui intervient dans la vascularisation sanguine et lymphatique de la muqueuse.

### ➤ **La musculuse :**

Constituées d'une couche musculaire lisse circulaire interne et d'une couche musculaire lisse longitudinale externe. La musculuse a pour rôle de malaxer et de propulser le contenu digestif le long du tube digestif par péristaltisme.

### ➤ **La séreuse :**

Constitue la tunique la plus externe de l'intestin grêle, elle est constituée d'un tissu conjonctif recouvert d'un mésotélium.

L'intestin grêle présente une structure particulière au niveau de sa face luminale qui lui permet d'augmenter sa surface d'absorption, cette structure est représentée par les valvules conniventes visibles macroscopiquement et les villosités et microvillosité visibles microscopiquement.

### ➤ **Les villosités:**

Les villosités sont tapissées par un épithélium prismatic composé de :

#### ▪ Entérocytes :

Possèdent de nombreuses microvillosité qui forment le plateau strié, leurs fonctions est d'absorber les Nutriments présents dans la lumière (glucides, acides aminés, acide gras, électrolytes, eau).

#### ▪ Les cellules caliciformes :

Sa fonction est la protection de la surface intestinale en synthétisant du mucinogène qui une fois dans la lumière forme la mucine qui devient secondairement du mucus.

### ➤ **Les cryptes de lieberkuhn:**

Ce sont des glandes tubuleuses situées dans le chorion de la muqueuse, elles s'ouvrent entre les villosités et sont tapissées par un épithélium prismatic contenant des entérocytes, des cellules caliciformes, des cellules endocrines, et des cellules responsables du renouvellement de

l'épithélium constituant la population de cellules souches et les cellules de Paneth situées au fond des cryptes, elles synthétisent le lysosome.

➤ **Glandes duodénales glandes de Brunner :**

Les glandes de Brunner sont situées dans la sous-muqueuse duodénale. Ces glandes tamponnent l'acidité du chyme gastrique qui arrive au niveau du duodénum en sécrétant un liquide très alcalin qui contient des mucines.

## Chapitre 3. La Croissance chez le lapin

Prud'hon et *al.* (1970) ont défini la croissance comme étant l'ensemble des modifications du poids, de la composition anatomique et biochimique des animaux depuis la conception jusqu'à l'âge adulte.

### ***1. La croissance chez le lapin***

La croissance du lapin est très rapide ; il atteint six fois son poids à la naissance au cours des trois premières semaines d'âge. Le sevrage s'effectue vers l'âge de 28 à 35 jours, puis vient la période d'engraissement qui est variable selon le poids de vente désiré. Entre le sevrage et l'abattage le gain moyen quotidien est de l'ordre de 45 à 55 g/j (Bréchet et *al.*, 2013).

#### ***1.1. La croissance fœtale***

Le poids individuel des lapereaux est assez variable (Lebas, 2002). Selon Henaff et Jouve (1988), cette variation évolue avec le nombre de lapereaux dans la corne utérine et l'alimentation de la mère. Le fœtus pèse 1 g à 15 jours ; puis son poids atteint 55g à la fin de la gestation.

#### ***1.2. La croissance de la naissance au sevrage***

Selon Lebas (2002), la croissance est linéaire durant les trois premières semaines, puis elle s'accélère quand la prise de l'aliment solide devient plus conséquente.

#### ***1.3. La croissance post sevrage ou engraissement***

Le sevrage est à la fois une séparation physique des lapereaux de leur mère et une modification du régime alimentaire mixte (lait-granulé) à un aliment solide stricte (Moudache, 2002). L'âge du sevrage dépend du rythme de reproduction pratiqué en élevage, il a lieu entre les 27<sup>ème</sup> et 29<sup>ème</sup> jours pour le rythme intensif et 28<sup>ème</sup> et 35<sup>ème</sup> jours pour le type semi-intensif

(Lebas, 1991). Selon Djago et *al.* (2007), l'engraissement en cuniculture peut s'étaler de 2 à 3 mois, en fonction de la race, de la qualité d'aliment et du poids final recherché.

Quant à la croissance, celle-ci dépend essentiellement de la ration alimentaire apportée pour atteindre son maximum vers l'âge de 7 à 8 semaines (Blasco et Gomez, 1993). La variation du poids durant cette période est formellement liée à la vitesse de croissance.

Selon Cherfaoui-Yammi (2000) la vitesse de croissance est modeste chez la population locale (24g/j) alors qu'elle est de 33g/j chez le lapin Hylpus (Berchiche et Lebas1990).

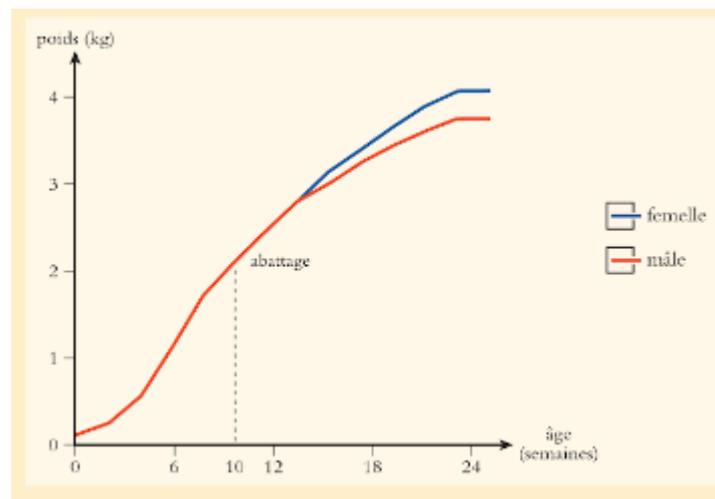


Figure 04: Courbe de croissance des lapereaux (Bréchet et al.2012)

## II. Les Facteurs de variations de la croissance

Le lapin se caractérise par une grande variabilité du poids adulte et de la vitesse de croissance. Cela dépend de plusieurs facteurs liés:

- à l'animal lui-même (**âge au sevrage**),
- à l'environnement (**saison, température, hygrométrie, densité**),
- à l'alimentation (**Protéines et le rapport protéines/énergie digestible**).

### II.1. Age au sevrage

Rouvier (1970) et Lebas (1971), considèrent généralement un poids élevé au moment du sevrage, un bon pronostic pour la période d'engraissement et donc un élément favorable pour la croissance ultérieure.

## **II.2. Environnement**

### **II.2.1. Saison et température**

Vue la physiologie des lapins en terme de thermorégulation, la température constitue le paramètre le plus néfaste pour leur croissance. La particularité anatomique représentée en l'absence de glandes sudoripares, fait que l'animal assure sa thermorégulation par différentes adaptations (Zemmoudj, 2001). Prud'hon (1976), évoque que les fortes températures affectent la prise de poids aux différents âges, due à la baisse de la prise alimentaire de 30% lorsque la température augmente de 20 à 30°C. Frank (1990) recommande des températures de 15 à 18°C en maternité et de 12 à 15°C à l'engraissement. Ainsi, pendant les saisons à faible température une meilleure croissance est enregistrée au printemps et en hiver (Belhadi, 2004 et Baselga, 2003).

### **II.2.2. La densité**

Elle se définit par le nombre (lapin/m<sup>2</sup>) ou masses d'animaux (kg/m<sup>2</sup>) par unité de surface du logement qui les héberge. Selon les recommandations, la densité appliquée aux lapins de chair dont le poids final est d'environ 2.5 kg, est de 800 cm<sup>2</sup> par animal soit 12.5 lapins/m<sup>2</sup>. Combes (2003) a montré que plus la densité augmente moins la croissance est meilleure, dans ce cas l'éleveur doit allonger la durée d'engraissement pour arriver au même poids vif.

### **II.2.3. Hygrométrie**

Le lapin est sensible aux changements de l'hygrométrie (Frank 1990). Une humidité trop basse aura pour une influence l'apparition des maladies respiratoires suite à la formation de poussière, d'où la sensibilité accrue du lapin à une hygrométrie faible (Lebas et al, 1996). D'après Lebas et al (1991), l'hygrométrie optimale pour la croissance du lapin se situe autour d'une fourchette de 60 à 70%.

## Chapitre 4. Alimentation

Selon (Bréchet et *al*, 2013) l'influence de l'aliment en qualité et en quantité, un apport en excès ou à défaut d'une matière première dans la ration, va provoquer un déséquilibre de la flore caecale et l'apparition différentes pathologies digestives.

### ***I. Présentation de l'aliment***

L'aliment en élevage rationnel se présente sous forme de granulés. La taille des granulés est très importante. La petite des granulés constitue une source de gaspillage et de perturbations digestives. Ainsi, des granulés trop gros ou trop longs, sont une source de gaspillage, et une gêne pour les lapereaux en début d'engraissement. Les dimensions optimales sont : de l'ordre de 5 à 10 mm pour la longueur et de 3.5 à 4 mm pour la largeur (Bréchet et *al*, 2013).

### ***II. Les protéines***

Le lapin étant un monogastrique, ses besoins azotés sont à considérer non seulement sur le plan quantitatif mais aussi sur le plan qualitatif. Lorsqu'il y 'a baisse au niveau de ces deux plans, le lapin réduira sa consommation et donc sa croissance (Lebas et *al.*, 1984).

Un apport en excès de protéines, sera à l'origine d'une perturbation de la flore caecale, et donc prolifération de bactéries pathogènes et protéolytiques, ce qui conduira aux troubles digestifs ( Maertens et De Groote, 1987).

### ***III. L'énergie***

Les besoin des lapin sont exprimés en énergie digestible ou ED. Les lapins à l'engraissement ajustent leur consommation volontaire de matière sèche de telle sorte que l'ingéré énergétique se maintient à un niveau global sensiblement constant (de l'ordre de 200 à 240 kcal/kg PV) (Bréchet et *al*, 2013).

#### ***IV. Le rapport protéines/ énergie digestible***

Les lapins à l'engraissement ajustent leur consommation volontaire de matière, compte tenu de cette régulation de l'ingestion, l'effet du niveau protéique dépend de la concentration énergétique de l'aliment. Un excès en énergie diminue les performances de croissance même si le taux protéique est dans les normes (Bréchet et al, 2013). Il faut donc veiller à ce que ce rapport se maintienne autour de 45g/ 1000kcal d'ED.

## Chapitre 5. Le métabolisme énergétique

### ***I. Le métabolisme énergétique***

Le métabolisme énergétique et par conséquent les besoins énergétiques chez le lapin varient selon plusieurs facteurs à savoir la taille, l'âge, le sexe, la croissance, la gestation, la lactation et l'environnement (température, humidité) (De Blas et Wiseman, 2010).

Les besoins du lapin sont exprimés en énergie digestible ou ED, le lapin ajuste sa consommation en matière sèche de telle sorte que l'ingéré énergétique se maintient à un niveau global constant, compte tenu de cette régulation le ratio PD /ED de l'aliment est calculé pour s'assurer d'un apport équilibré en protéine digestible PD et en énergie digestible ED (Bréchet et al., 2012).

#### ***I.1. Le métabolisme glucidique***

Le glucose n'est pas directement métabolisé dans l'organisme. Il est d'abord transformé par phosphorylation en un dérivé possédant une énergie potentielle plus élevée : le glucose-6-phosphate. Le glucose sanguin est régénéré, dans le foie, par hydrolyse, sous l'influence d'une enzyme, la phosphatase :  $\text{Phosphatase glucose-6-phosphate} + \text{eau} \rightarrow \text{glucose} + \text{phosphate} + \text{énergie}$  (perdue sous forme de chaleur). La réaction est également irréversible et à partir du stade glucose-6-phosphate le métabolisme du glucose est identique à celui du glycogène (Simonnet et Le Bars, 1954).

La mesure de la glycémie constitue un témoin commode et assez sûr de l'homéostasie glucidique. Il est certain que les variations des autres constituants glucidiques du plasma : sucre protidique, galactose, glycérol, acide lactique, acide citrique, acide diphosphoglycérique, acide pyruvique et acide ascorbique devraient être pris en considération pour avoir une image plus complète de l'état du métabolisme glucidique, mais leur dosage est difficile surtout chez les animaux (Simonnet et Le Bars, 1974).

### ***1.1.1. Les mécanismes généraux de la régulation du métabolisme glucidique***

Les fluctuations des apports de glucides et les besoins de l'organisme représentent les facteurs qui perturbent l'équilibre glycémique. L'apport alimentaire de glucides (source exogène) dépend de la fréquence, de l'importance et de la nature des repas, les besoins quand à eux varient principalement en fonction du travail musculaire et des exigences de la thermogénèse, ils sont également influencés par certaines productions, tel que la sécrétion lactée. Dans les conditions physiologiques ces facteurs perturbateurs n'exercent qu'une faible répercussion sur la glycémie grâce à des mécanismes régulateurs représentés par le stockage des glucides en nature ou sous forme de glycogène (Simonnet et Le Bars, 1974). Ces mécanisme sont représentés par :

#### **➤ *La glycogénèse***

Les sucres, de toute origine, peuvent être mis en réserve sous forme de glycogène (glycogénogénèse) par le foie et les muscles et accessoirement par les autres tissus. Mais la signification de ces réserves est différente suivant leur localisation. Le glycogène hépatique constitue une réserve générale, par glycogénolyse ; il retourne à l'état de glucose circulant qui contribue au maintien de l'homéostasie glycémique et qui est mis à la disposition de tous les tissus. Le glycogène des divers tissus, au contraire, constitue une réserve locale, utilisable seulement pour les besoins énergétiques in situ et qui ne contribue qu'indirectement au maintien du taux normal de la glycémie. (Simonnet et Le Bars, 1974).

#### **➤ *La lipogenèse***

Quand les apports glucidiques dépassent les possibilités de stockage sous forme de glycogène, l'excédent de sucres est transformé en lipides de réserve accumulés dans les cellules du tissu adipeux (Simonnet et Le Bars, 1974).

#### **➤ *La néoglucogénèse***

La néoglucogénèse est une voie de synthèse du glucose elle s'opère à partir de certains acides aminés dits glucoformateurs : glycolle, alanine, sérine, cystine, acides aspartique et glutamique, arginine et proline qui peuvent être d'origine exogène ou endogène. Elle est active par baisse de la glycémie associée à un épuisement des réserves de glycogène (Simonnet et Le Bars, 1974).

### ***1.1.2. Les facteurs hormonaux régulateurs du métabolisme glucidique***

L'équilibre glycémique du sang et des lipides tissulaires résulte du conflit de deux mécanismes antagonistes : la charge glycémique et la décharge glycémique : dans les conditions normales, la charge est égale à la décharge. La diminution de la charge glycémique s'effectue par inhibition de la glycogénolyse hépatique et de la néoglucogenèse. L'augmentation de la décharge glycémique résulte de trois mécanismes : augmentation de la glycogénèse hépatique, augmentation de l'utilisation tissulaire du glucose, augmentation de la conversion du glucose en acides gras dans le foie et facilitation du dépôt de lipides dans le tissu adipeux.

L'effet direct de l'adrénaline est fugace, son effet hyperglycémiant s'accompagne de modifications vasculaires (hypertension, tachycardie) qui font partie de l'ensemble des réactions dues à la stimulation des effecteurs ortho-sympathiques.

Les extraits corticaux n'ont pas d'effet sensible sur la glycémie de l'animal normal mais ils provoquent l'hyperglycémie et la glycosurie chez l'animal surrénalectomisé. Ils favorisent le dépôt de glycogène dans le foie et les muscles, en stimulant la néoglucogénèse, c'est-à-dire l'élaboration des glucides à partir des acides aminés gluco-formateurs.

La thyroxine, par son action stimulante générale sur les combustions, accroît la consommation de glucose.

Les deux hormones qui jouent le rôle principal dans la régulation du métabolisme glucidique sont l'insuline et l'hormone diabétogène. L'insuline stimule la consommation de glucose et facilite la formation de glycogène ; elle intervient aussi comme l'hormone de la faim. L'hormone diabétogène se comporte comme antagoniste de l'insuline et c'est l'interaction de ces deux hormones qui assure principalement l'équilibre glycémique ou provoque son déséquilibre. (Simonnet et Le Bars, 1974).

### ***1.2. Le métabolisme des lipides***

Le métabolisme des lipides dans le tissu adipeux du lapin se présente sous deux aspects essentiels, la lipogenèse qui a pour fonction de stocker l'énergie et la lipolyse qui intéresse la mobilisation de ses réserves en réponse aux exigences diverses de l'organisme.

### **1.2.1. La lipogenèse**

Veziñhet (1976) rapporte que les tissus adipeux chez les mammifères sont classés de la façon suivante :

- Les tissus adipeux profonds ou internes : tissus péri rénal, péri stomacal, mésentérique;
- Les tissus sous-cutanés;
- Les tissus intermusculaires;
- Le tissu adipeux de la moelle osseuse.

Veziñhet (1976) a étudié l'évolution du tissu adipeux chez le lapin sur une période courte postnatale, il a remarqué que les dépôts sous-cutanés diminuent entre 10 et 180 jours de 53% à 27% et les dépôts internes augmentent en passant de 23 à 50 % de la masse totale. Les dépôts intermusculaires conservent une croissance constante. Quant au tissu péri rénal il double entre le 40<sup>ème</sup> et le 180<sup>ème</sup> jour.

L'acétate est le précurseur privilégié des acides gras. Le glucose dont l'incorporation est plus faible, fournit l'alpha-glycérophosphate, seule une faible quantité de glucose se retrouve dans les acides gras.

#### ➤ **Dans le tissu adipeux**

- À 35 jours d'âge, la lipogenèse est intense à partir de l'acétate qui fournit 80 à 95% des acides gras formés.
- A 50 jours d'âge, l'utilisation de l'acétate décroît et la participation à la synthèse d'acides gras diminue.
- De 100 à 300 jours, la lipogenèse à partir de l'acétate et du glucose semble se maintenir à un niveau sensiblement constant (Veziñhet et Nougues, 1977).

#### ➤ **Dans le foie**

La lipogenèse à 35 jours d'âge est concurrencée par celle du tissu adipeux. A partir de 50 jours, le foie a une activité pré-dominante jusqu'au 140<sup>ème</sup> jour d'âge. A 200 d'âge jours, le foie de faible importance pondérale, participe à une incorporation accrue d'acétate dans les lipides et les acides gras (Veziñhet et Nougues, 1977).

### **1.2.2. La lipolyse**

#### Effet du froid et du jeûne

Selon Heim (1977), l'exposition au froid des lapereaux du quatrième jour au septième jour après la naissance empêche l'accumulation des lipides dans le tissu adipeux mais n'augmente pas la lipolyse, contrairement au jeûne. Le jeûne associé à une exposition au froid prolongée réduit la masse de graisse et aboutit à une diminution de la concentration en glycérides. Les concentrations plasmatiques d'AGL augmentent au cours du jeûne, ceux-ci témoignent de la mobilisation des réserves.

#### Action des hormones

De nombreuses hormones non protidiques ou peptidiques agissent sur la lipolyse par le biais de l'AMP cyclique, provoquant une élévation de son taux cellulaire.

Michelli (1970) a montré que la stimulation hormonale de la lipolyse est modifiée par l'augmentation du taux de formation de l'AMP cyclique. Les hormones lipolytiques sont les catécholamines, l'ACTH, la GH, la MSH et d'autres peptides.

##### ➤ **Les Catécholamines :**

Le stock des catécholamines de la médullosurrénale chez le lapin adulte est de 98% d'adrénaline et de 2% de noradrénaline (Kumon et al., 1977). Une perfusion d'adrénaline de 0,2 microgramme par kg et par minute dans la veine marginale de l'oreille, administrée pendant 60 minutes sur des lapins induit une augmentation des AGL (Lafontan, 1979).

##### ➤ **L'ACTH :**

Lafontan (1978) s'est intéressé aux diverses agressions réalisables chez le lapin, une agression légère (perfusion de sérum physiologique) est sans effet sur la mobilisation lipidique. Une agression plus sévère sous la forme d'un stress à l'éther provoque une augmentation importante des taux d'AGL ceci montre que l'ACTH stimule nettement la lipolyse.

##### ➤ **La GH :**

L'hormone somatotrope appartient à la catégorie des hormones à action retardée, induisant la lipolyse après un temps de latence. Son effet se manifeste in vivo sur la mobilisation lipidique par l'élévation des AGL plasmatiques apparaissant de 1 à 9 heures après l'injection (Davtes, 1973).

➤ **La MSH :**

La fonction de la mélanotropine chez les mammifères reste obscure, seule l’alpha-mélanotropine et la beta-mélanotropine ont été isolées chez de nombreuses espèces comme le rat.

Il faut considérer les faits de la façon suivante. L'adipocyte de rat contient des récepteurs spécifiques de l'ACTH qui répondent à des concentrations physiologiques de cette hormone. Chez le rat, l’alpha-MSH est capable d'interagir avec les récepteurs uniquement à de très hautes concentrations, certainement a cause de l'absence de structures qui existent dans l'ACTH. Si l’alpha -MSH est plus puissante que l’ACTH pour stimuler la lipolyse chez le lapin, il est possible que le récepteur membranaire soit spécifique de l’MSH (Ramachandran et Lee, 1976).

**1.3. Les Besoins d’entretiens et de croissances**

Prigi-Bini et Xiccato (1986) ont estimé Les besoins d’entretiens quotidiens d’énergie digestible chez le lapin à 484 kj ED/Kg de poids métabolique (PM), ce dernier étant le poids vif<sup>0,75</sup>. Partridge et al (1989) ont estimé cette valeur à un niveau plus faible 377kj ED/Kg PM cette valeur se rapproche de celle qui avait été proposées par Schurch 1949 : 399 KJ ED/Kg. On doit remarquer le travail de Scheele et al (1985) qui indiquent une réduction de 16% du besoin quotidien en ED lorsque la température ambiante s’accroît de 17°C à 28°C (tableau 2).

**Tableau 2.** Estimation du besoin d’entretien des lapins jeunes et adultes. (Lebas 1989)

Année	AUTEURS	Besoins d'entretien (kJ ED/kg PM)	Type	Race
1949	Schürch	399	jeune	-
1952	Eriksson	494	jeune	Petit Chinchilla
		402	adulte	Petit Chinchilla
1981	Isar	470	jeune	NZW
1985	De Blas et al.	550	jeune	Géant Espagnol
1985	Parigi-Bini et Xicato	484	jeune	NZW
1985	Scheele et al.	345 (à 28°C)	jeune	NZW
		413 (à 17°C)	jeune	NZW
1985	Harris et al.	480	jeune	Rex
1986	Partridge et al.	343	adulte	NZW*x (NZWxCAL)
1989	Partridge et al.	377	jeune	NZW x Cal

\* : NZW : lapin Néo-Zélandais blanc      CAL : lapin californien

Chez les jeunes lapins néozélandais ou californien la capacité d'ingestion pour une croissance maximale serait de l'ordre de 920 à 1000 Kj ED/Kg (LEBAS, 1988), ceci signifie qu'environ 40% de l'ingéré quotidien sont nécessaires à l'entretien de l'animal et que 60 % sont disponibles pour la croissance.

Selon Parigi-bini (1988), l'efficacité de l'énergie digestible pour les dépôts de protéines et de lipides est de 38-44% et de 64-70% respectivement. L'efficacité moyenne de l'utilisation de l'ED au dessus du besoin d'entretien pour la rétention corporelle (gain de poids) a été estimée à 47% par Partridge et al (1989). Cette efficacité modérée est la conséquence de la faible proportion de graisse dans le gain de poids du lapin en croissance.

## Chapitre 6. Le métabolisme Protéique

La nutrition azotée constitue un volet très important. En effet transformer des végétaux en viande, cela veut dire essentiellement transformer des protéines végétales en protéines animales.

### *I. Métabolisme protéique*

Les protéines sont renouvelées en permanence par des processus de synthèse et catabolisme protéique. Le maintien de la masse protéique résulte de l'équilibre entre synthèse et catabolisme selon un rythme dépendant des apports alimentaires.

#### *I.1. Biosynthèse des acides aminés*

La biosynthèse des acides aminés n'est possible que dans la mesure où l'organisme dispose de groupements aminés NH<sub>2</sub>, de chaînes carbonées et d'enzymes spécifiques assurant la transamination. Tandis que ces groupements aminés proviennent de la dégradation d'autres acides, les chaînes carbonées peuvent être des intermédiaires du métabolisme glucidique. (Jean-Claude Blum, 1989).

Deux acides aminés seulement lysine et thréonine ne peuvent pas être synthétisés à partir de leur dérivés alpha cétonique parce que les transaminases correspondantes n'existent pas chez les animaux supérieurs ceci explique leur caractère strictement indispensable (Jean-Claude Blum, 1989).

La consommation d'acides aminés résulte de l'édification de tissus nouveaux (protéinogénèse) durant la croissance par exemple, ou de l'entretien des structures protéiques existantes (transpeptidation) représenté principalement par la régénération globulaire, le renouvellement des épithéliums et la production des phanères, l'élaboration des enzymes digestifs et des hormones protéiques (Simonnet et Le Bars, 1974).

### **1.2. Dégradation des acides aminés**

En état de jeûne ou lorsque l'apport alimentaire de nutriments énergétiques est insuffisant et que les réserves corporelles de glycogène sont trop faibles pour assurer le maintien de la glycémie à son niveau normal, certains acides aminés sont dégradés et leur copule carbonée convertie en glucose (gluconéogenèse) (Jean-Claude Blum, 1989).

Les réactions métaboliques mises en œuvre peuvent aussi aboutir à la production de substances non énergétiques, telles que des hormones ou des médiateurs chimiques : thyroxines, adrénaline et dopamine provenant ainsi respectivement de la phénylalanine et de la tyrosine. Lorsque l'apport alimentaire d'acides aminés dépasse le besoin lié à la synthèse protéique, l'excès est catabolisé. Chez le lapin l'urée constitue la principale forme d'excrétion de l'azote (Jean-Claude Blum, 1989).

### **1.3. Régulation hormonale du métabolisme protidique**

L'intervention du système endocrinien dans la régulation du métabolisme protidique est manifeste durant la croissance, au cours de laquelle interviennent les deux hormones qui règlent ce phénomène, l'hormone somatotrope et la thyroxine. D'autre part, du fait des interrelations métaboliques et des phénomènes de néo-gluco-génèse, l'insuline et les glucocorticoïdes sont capables de modifier indirectement le métabolisme protidique (Simonnet et Le Bars, 1974).

### **1.4. Intérêt de l'azote non protéique chez le lapin**

L'urée est sécrétée au niveau du caecum à partir de la circulation sanguine, pour maintenir un apport adéquat pour le métabolisme bactérien (Forsyth et Parker, 1985 ; Knutson et *al.*, 1977 ; Vialard, 1984).

Selon les auteurs sus cités, le site majeur d'hydrolyse de l'urée est le caecum. Tandis que Candau et *al.* (1979) avaient rapporté que cette hydrolyse se fait majoritairement au niveau de l'estomac et seulement une petite fraction gagne le caecum directement.

L'urée absorbée dans l'intestin grêle étant rapidement excrétée dans les urines. Selon de nombreuses études, un ralentissement voire un arrêt total de croissance on été observé suite à une supplémentation d'urée à des rations déficitaires en protéines.

**1.5. Besoins en acides aminés**

Les acides aminés sont le résultat de la digestion des protéines végétales ingérés par le lapin. Vingt (20) acides aminés utilisés pour l’anabolisme protéique, dont 10 sont essentiels ou indispensables et doivent être ramenés par l’alimentation (Adamson et Fisher, 1971).

Selon ces mêmes auteurs, les 10 indispensables sont : arginine, histidine, isoleucine, leucine, tryptophane, lysine, méthionine, phénylalanine, thréonine, valine. Pour le démontrer, Fisher (1971) a alimenté des lapins avec des protéines obtenues par un mélange d’acides aminés purs. L’auteur a omis des acides aminés et a noté la croissance chez ces lapins. Une perte de poids a été observée lors de l’omission de chaque acide aminés essentiel, tandis qu’une croissance plus ou moins normal a été remarqué pour le reste.

Plusieurs études ont été réalisées sur la lysine, arginine et méthionine. La lysine et méthionine sont les plus intéressants car ces deux acides aminés sont limitant dans l’aliment des monogastriques (Adamson et Fisher, 1971 ; Cheeke, 1971 ; Colin, 1975).

Bien que considéré comme essentiel, l’arginine est synthétisée via le cycle de l’urée, dont les besoins sont moindres (Cheeke et Amberg, 1971). Les principaux acides aminés du lapin sont rapportés sur le tableau 3.

**Tableau 3.** Besoins en acides aminés du lapin en croissance (Lebas, 1980).

Acide aminé	Besoins pour croissance optimale (%)
Methionine	0,5
Lysine	0,6
Arginine	0,9
Histidine	0,35
Leucine	1,05
Isoleucine	0,6
Phénylalanine	1,2
Threonine	0,55
Tryptophane	0,18
Valine	0,7

Les besoins en acides aminés sont influencés par la concentration d’énergie digestible présente dans l’aliment. Donc, ces besoins sont exprimés en kcal/ED. Colin et Allain (1978) ont

rapporté que les besoins en lysine pour la croissance est de l'ordre de 2.4 g/1000kcal DE (2.4 mg/kcal).

### ***1.6 Besoins en protéines***

La fourniture de matières azotées au lapin doit se faire totalement sous forme de protéines. Dans la mesure où l'équilibre en acides aminés indispensable est respecté, le taux optimal de protéines à apporter dans la ration est de l'ordre de 15 à 16% (Lebas, 2004).

Lebas (1973) a mentionné par exemple que le taux protéique pour une croissance optimale est de l'ordre de 18% pour la race Californienne.

# **Partie expérimentale**

## **I. OBJECTIF DE L'ETUDE**

L'objectif de l'essai réalisé, consiste à mettre en évidence l'influence de l'apport des différents niveaux protéiques et énergétiques sur les performances zootechniques, le rendement de carcasse et la morphologie des villosités intestinales du lapin de population locale.

## **II. Matériel et méthodes**

### ***II.1. Lieu et durée de l'essai***

L'essai s'est déroulé au niveau du clapier de l'ENSV et les analyses des échantillons ont été réalisées au laboratoire d'anatomie pathologique et laboratoire d'alimentation de l'ENSV. L'expérimentation a duré 77 jours du 23 Octobre date de naissance des animaux au 03 Janvier 2017 ; date de leur abattage.

### ***II.2. Le logement et le matériel d'élevage utilisés***

#### ***II.2.1. Le Logement***

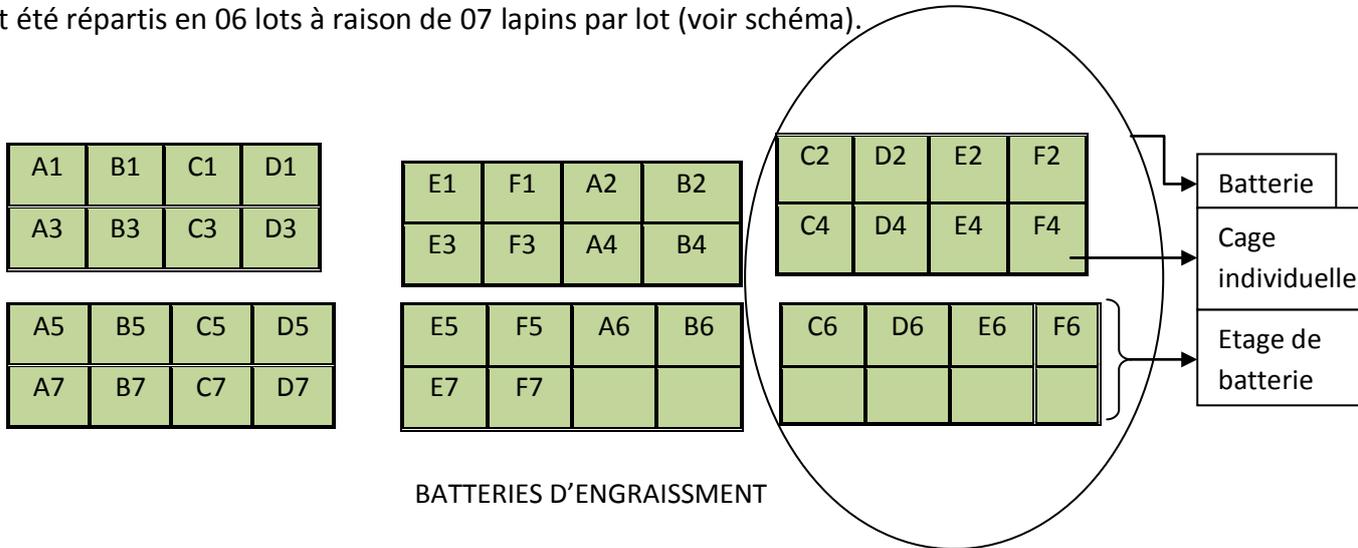
La superficie du clapier est de 72 m<sup>2</sup> (voir en annexe, photo 1). Il est construit en dur et possède une charpente de type métallique. L'aération statique est assurée par des vasistas (06), placés des deux côtés du bâtiment, ainsi qu'une faîtière tout le long du bâtiment. En plus des fenêtres, le clapier est éclairé à l'aide de 4 néons, le chauffage est quant à lui assuré par deux radiants placés de part et d'autre des batteries. La température et l'hygrométrie du clapier sont contrôlées respectivement à l'aide de quatre thermomètres classiques placés chacun sur une batterie d'engraissement et d'un hygromètre digital.

#### ***II.2.2. Le Matériel d'élevage***

Le clapier est équipé de 3 batteries à engraissement à deux étages (voir en annexe, photo 2). La cage est équipée d'une trémie d'alimentation et d'un système d'abreuvement automatique avec tétine. Les déjections sont directement réceptionnées sur le sol carrelé avec une légère pente permettant l'écoulement des urines.

**II.3. Les animaux**

L'expérimentation a été réalisée sur 42 lapins de population locale de la 3<sup>ème</sup> génération, ils sont issus du clapier de l'ENSV (voir en annexe, photo 3). Les lapereaux ont été sevrés à 35 jours et allotés à 42 jours d'âge dans des cages individuelles. Les animaux ont été répartis en 06 lots à raison de 07 lapins par lot (voir schéma).



**II.4. L'alimentation**

Les lapereaux ont reçu ad libitum six aliments iso cellulosique mais renfermant différents taux de protéines et d'énergie (Tableau 4) (voir en annexe, photo 4). Ces régimes sont présentés sous forme de granulés, composés de maïs, de son, de luzerne de tourteau de soja, de phosphate bicalcique de calcaire et de CMV. Ces derniers proviennent de l'unité de fabrication d'aliment de bétail (Ougeffoun) située à Khemis El Khechna. Dès leur réception, un prélèvement a été effectué sur chaque sac. Après échantillonnage, une analyse fourragère a été réalisée pour chaque aliment.

Les échantillons d'aliment ont été broyés dans un appareil de marque (IKA 40). La matière sèche, la matière minérale, la matière azotée, la cellulose brute, la matière grasse de l'aliment ont été effectuées au laboratoire d'alimentation de l'ENSV, selon les méthodes référencées par AFNOR (1985), et l'énergie brute a été mesurée au niveau du laboratoire miliaire de Dar El Beida.

- La teneur en matière sèche des aliments est déterminée conventionnellement par le poids de ces aliments après dessiccation dans une étuve à circulation d'air (type Memmert) à 103°C.

$$\text{Teneur en MS \%} = (Y / X) 100$$

Y : Poids de l'échantillon après dessiccation

X : Poids de l'échantillon humide

- La teneur en matière minérale d'une substance alimentaire est conventionnellement, le résidu de la substance après destruction de la matière organique après incinération four à moufle de type (Nobertherm) à 550°C durant 3h.

$$\text{Teneur en MM\%} = (A * 100) / (B * MS)$$

A : Poids des cendres

B : Poids de l'échantillon séché (en %)

MS : Teneur en matière sèche en %

- L'azote total est dosé par la méthode de Kjeldhal. Le produit est minéralisé par l'acide sulfurique concentré en présence d'un catalyseur : l'azote (N) organique est transformé en azote ammoniac par lessive de soude puis dosé après l'avoir reçu dans de l'acide borique (indicateur).

N = g d'azote.

$$\text{Teneur en MAT \% MS} = N \times 6,25$$

- La teneur en cellulose brute (CB) est déterminée par la méthode de Weende à l'aide de l'appareil de type Gerhardt ; les matières cellulosiques constituent le résidu organique obtenu après deux hydrolyses successives, l'une en milieu acide et l'autre en milieu alcalin. A la suite de ce traitement subsistent une grande partie de la cellulose vraie, une partie de la lignine, des résidus d'hémicellulose ainsi qu'une petite quantité de matières minérales insolubles.

$$\text{Teneur en CB (\%MS)} = (A - B \times 100) / (C \times MS) \times 100$$

A : Poids du creuset + résidu après dessiccation

C : Poids de l'échantillon de départ

B : Poids du creuset + résidu après incinération

- L'extraction est faite dans un extracteur Soxhlet (de type Gerhardt) pendant 6 h. Le ballon plus le résidu sont placés dans l'étuve à 102°C pendant 3 h.

$$\text{Teneur en MG (\%MS)} = ((A - B \times 100) / (C \times MS)) \times 100$$

A : Poids du ballon + résidu après étuve de 2h

B : Poids du ballon vide

C : Poids de la prise de l'essai

**Tableau 4.** Composition chimique des régimes expérimentaux.

<b>Composition</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>
<b><u>Composition chimique %</u></b>						
<i>Matière sèche</i>	92,52	93,12	92,8	93,53	92,61	92,92
<b>Protéine brute</b>	<b>16</b>	<b>18</b>	<b>23</b>	<b>16</b>	<b>18</b>	<b>20</b>
<i>Matière grasse</i>	2,65	2,32	3,57	2,22	2,44	3,59
<i>Cellulose brute</i>	11,94	12,55	11,35	12,35	11,92	12,49
<i>NDF</i>	37,3	40,6	42,6	39,6	39,9	39,5
<i>ADL</i>	6,49	3,92	3,98	3,21	4,97	4,56
<i>ADF</i>	18,53	18,72	19,41	17,06	17,83	17,58
<i>Hemicellulose</i>	16	18	25	16	18	20
<i>Matière minérale</i>	7,25	7,40	7,65	7,10	7,60	7,25
<i>Energie brute (Kcal/kg)</i>	3742	3513	4850	2777	3474	4930
<b><i>Energie digestible (Kcal/kg)</i></b>	<b>2300</b>	<b>2300</b>	<b>2300</b>	<b>2500</b>	<b>2500</b>	<b>2500</b>

### **II.5. Conduite d'élevage**

Durant toute la période de l'essai les lapereaux ont été nourris *ad libitum*. La température et l'hygrométrie étaient enregistrées quotidiennement à 8h 30, 12h et 15 h. Elles étaient en moyenne de 17°C et 85%. Le contrôle de mortalité se faisait quotidiennement.

### III. Mesures

#### *III.1. Performances zootechniques*

##### *III.1.1. Poids vifs*

Les lapins ont été pesés au début de chaque semaine soit le Dimanche matin, à J 42, J 49, J 56, J 63 et enfin à J70.

##### *III.1.2. Vitesse de croissance*

La vitesse de croissance est représentée par le gain moyen quotidien, calculé chaque semaine après avoir effectué les pesées. Le GMQ se calcule selon la formule :

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

##### *III.1.3. La consommation alimentaire*

La quantité d'aliment consommée est calculée comme suit :

$$\text{CA} = \text{quantité d'aliment distribué} - \text{quantité d'aliment refusé}$$

La quantité d'aliment ingérée par individu est calculée selon la formule :

$$\text{QI} = \text{CA} / \text{nombre d'individu présents}$$

##### *III.1.4. Quantité ingérée de nutriments*

Afin d'apprécier l'ingestion de nutriments, les critères suivant sont calculés :

- Consommation moyenne quotidienne d'énergie digestible (kcal EDa/jour) :

$$\text{Consommation énergétique} / j = \text{CMQ} \times \text{teneure en énergie digestible de l'aliment}$$

- Consommation moyenne quotidienne de protéines (en g /jour) :

$$\text{Consommation de protéines g} / j = \text{CMQ} \times \text{teneure protéines digestibles de l'aliment}$$

##### *III.1.5. L'indice de consommation*

L'indice de consommation est défini comme étant la quantité d'aliment nécessaire pour l'obtention d'1 kg de poids vif.

$$\text{IC} = \text{quantité d'aliment ingérée par jour} / \text{gain moyen quotidien}$$

### **III.1.6. Taux de mortalité**

$$\text{Taux de mortalité} = \frac{(\text{nombre d'individus initial} - \text{nombre d'individus final})}{\text{nombre d'individus initial}} * 100$$

### **III.2. Rendement de carcasse**

A 77 jours d'âge les animaux ont été abattus par saignée. La peau a été enlevée selon les recommandations de Blasco et al (1993). Après avoir éviscéré les animaux, la carcasse chaude a été placée au frais pendant 24 h, puis pesée.

### **III.3. Histométrie de l'intestin grêle**

Après l'abattage des prélèvements ont été réalisés au niveau de l'intestin grêle sur 36 animaux (6 par lot), plus précisément au milieu de chaque segment de celui-ci, en considérant que le duodénum, le jéjunum et l'iléon représentent respectivement 1/5, 3/5, et 1/5 de la longueur totale de l'intestin grêle (Gallois, 2006). Deux segments d'environ 1 cm sont prélevés et ouverts dans le sens de la longueur, puis plongés dans une solution de formol tamponnée à 4% pendant 48 h afin de fixer les tissus (Martoja et Martoja, 1967). Les échantillons sont analysés par la technique histologique dont la procédure a été décrite par Gabe (1968). Les échantillons sont rincés à l'eau courante puis traités selon les étapes suivantes (voir en annexe, photo : 5, 6, 7, et 8).

#### **A. Réalisation des coupes**

Des coupes transversales et longitudinales de tous les fragments d'intestins, à raison de 0.5 cm pour la transversale et 0.7 cm pour la longitudinale.

#### **B. Fixation**

Le but de la fixation est la conservation des structures et le durcissement des pièces. Elle a été faite par immersion du matériel dans du liquide fixateur qu'est l'alcool 70°.

#### **C. Déshydratation**

Une étape indispensable pour l'inclusion. Elle a pour but de débarrasser les tissus de leur eau qui empêche la pénétration de la paraffine. Elle se fait par immersion dans des bains d'alcool de degrés croissants et enfin des bains de toluènes, comme suit :

Alcool 70°: 1 bain pendant 1H

Alcool 90°:1 bain pendant 1h

Alcool 95°: 2 bains successifs (1h/bain)

Alcool 100° : 2 bains successifs (1h/bain)

Toluène : 2 bains

#### D. Inclusion ou paraffinage

Elle a pour but la réalisation de coupes fines et régulières. Le milieu d'inclusion utilisé est la paraffine, comme elle est hydrophobe, l'étape précédente a permis la déshydratation. Les coupes ont été coulées dans un moule contenant la paraffine fondue par chauffage, qui infiltre alors toute la pièce. Après refroidissement, un bloc de paraffine dur à l'intérieur duquel la pièce prélevée est incluse.

#### E. Coupe

La coupe est réalisée à l'aide d'un microtome (Leika RM : 21-25). Le ruban très fin obtenu correspond à l'échantillon. Une coupe de chaque segment est placée sur trois lames contenant deux gouttes de liquide d'étalement (0,2% de gélatine) puis séchés pendant 12h sur un séchoir.

#### F. Déparaffinage

A pour but de débarrasser les tissus de leur paraffine afin de permettre au colorant d'y pénétrer car les colorants sont en solutions aqueuses. Se fait par passage successifs dans des bains d'alcools décroissants. Puis, des bains d'eau distillée jusqu'à obtention d'une eau claire.

#### G. Coloration

La coloration est topographique réalisée par de l'Hémalun Eosine dont le principe consiste à colorer le noyau par une laque aluminique (hemalun) et le cytoplasme par un colorant acide (éosine).

On procède de la manière suivante :

- Déparaffiner dans 2 bains de xylène pendant 5 mn chacun.

- Réhydrater avec de l'alcool éthylique à concentration décroissante : 1 bain à 100°, 1 bain à 90°, 1 bain à 70° pendant 30 secondes pour chaque bain puis un bain à l'eau courante pendant 1 mn.
- Colorer avec de l'hématinine pendant 46 secondes puis laver à l'eau courante
- Colorer à l'éosine pendant 2 mn.
- Pour monter les coupes entre lame et lamelle, on doit :
- Déshydrater à l'alcool éthylique à concentration croissante : 70°, 90° et 100° pendant 30 secondes pour chaque bain.
- Eclaircir avec 2 bains de xylène pendant 5 mn chacun
- Placer 2 gouttes de résine sur la lamelle puis la poser délicatement sur la lame contenant l'échantillon.

#### H. Montage

Les coupes colorées sont montées entre lame et lamelle avec une résine synthétique dont l'indice de réfraction est voisin de celui du verre. On dispose alors d'une préparation microscopique appelée communément lame prête à être observée au microscope optique.

##### I. lecture des lames

Les longueurs et les largeurs des villosités ont été mesurées à l'aide d'un microscope optique (type Motic) à faible grossissement (grossissement x 10), munie d'une caméra et un logiciel d'analyse d'images (Motic Image plus 2.0) (voir en annexe, photo 9).

La surface de la villosité a été calculée selon la formule suivante :

$$\text{Surface} = (H \times B) \times 3,14$$

H = Hauteur de la villosité

B = Base de la villosité

#### IV. Analyse statistique

Les différents résultats sont décrits par la moyenne et l'erreur standard (SE, calculée à partir de l'écart-type selon la formule :  $SE = \text{Ecart type} / n^{0,5}$ ; n étant la taille de l'échantillon).

Ces résultats sont soumis à une analyse de variance à un facteur (ANOVA 1) pour déterminer l'effet des différents régimes sur les différents paramètres considérés. Le seuil de signification est d'au moins 5% ( $P < 0.05$ ).

Toutes ces analyses sont effectuées à l'aide du programme StatView (Abacus Concepts, 1996, Inc., Berkeley, CA94704-1014, USA).

# **Résultat et discussions**

## RESULTATS ET DISCUSSION

### 1. Evolution de l'effectif des animaux

Au cours de la période expérimentale, soit du 24 novembre 2016 au 03 janvier 2017, nous avons enregistré la perte de 04 lapins des 06 lots, ce qui représente un taux de 9%. D'après l'autopsie, effectuée immédiatement, la perte des animaux, était due à une entérite. Ce taux de mortalité semble élevé par rapport à celui rapporté par Lebas et al (1991).

### 2. Les paramètres zootechniques

#### 2.1. Effet des régimes sur le poids vif

Le poids vif des lapins obtenus à l'issue de chaque semaine, sont mentionnés dans le tableau 05. D'après les résultats rapportés, nous constatons deux périodes : de 42 à 56 jours d'âge le poids vif des animaux évolue de manière similaire, alors qu'à la période de 63 à 77 jours d'âge nous avons noté des différences significatives. En effet, nous avons relevé que le poids des lots A et B sont plus élevés significativement ( $P < 0.05$ ) par rapports aux lots C, D, E et F respectivement (1684 et 1753 g **vs** 1343, 1509, 1601 et 1628 g ;  $P < 0.05$ ).

Par ailleurs, à 77 jours d'âge soit à la fin de la période expérimentale, nous avons constaté que le poids des animaux nourris avec le régime B avaient un poids plus important ( $P > 0.05$ ) par rapport à celui du lot témoin (A) soit un écart de 4%.

**Tableau 5.** Effet du niveau énergétique et protéique sur l'évolution du poids vif. (n=6, moyenne  $\pm$  SE, période élevage de 42 à 77 jours)

Lots	A (témoin)	B	C	D	E	F	P
J42	657 $\pm$ 43,37	653,2 $\pm$ 43,26	638,3 $\pm$ 40,49	606,6 $\pm$ 45,58	607,6 $\pm$ 45,03	636,8 $\pm$ 41,54	ns
J49	846,8 $\pm$ 45,72	850,3 $\pm$ 49,16	793 $\pm$ 51,33	802,6 $\pm$ 59,09	800,2 $\pm$ 58,54	814,4 $\pm$ 54,31	ns
J56	1108 $\pm$ 59,26	1121 $\pm$ 48,27	1005,7 $\pm$ 59,06	1015 $\pm$ 55,78	1035 $\pm$ 58,04	1073 $\pm$ 65,35	ns
J63	1341 $\pm$ 64,75 <sup>a</sup>	1372 $\pm$ 61,91 <sup>a</sup>	1160 $\pm$ 58,08 <sup>b</sup>	1197 $\pm$ 46,74 <sup>b</sup>	1242 $\pm$ 58,36 <sup>b</sup>	1295 $\pm$ 69,82 <sup>b</sup>	S
J70	1548 $\pm$ 69,11 <sup>a</sup>	1598 $\pm$ 59,57 <sup>a</sup>	1297 $\pm$ 38,87 <sup>b</sup>	1377 $\pm$ 44,89 <sup>b</sup>	1461 $\pm$ 49,94 <sup>b</sup>	1416 $\pm$ 69,48 <sup>a</sup>	S
<b>J77</b>	<b>1684<math>\pm</math>70,84<sup>a</sup></b>	<b>1753<math>\pm</math>63,33<sup>a</sup></b>	1343 $\pm$ 60,75 <sup>c</sup>	1509 $\pm$ 51,75 <sup>b</sup>	1601 $\pm$ 59,57 <sup>b</sup>	1628 $\pm$ 64,22 <sup>b</sup>	S

<sup>a, b</sup> : Moyennes différentes par les lettres sur la même ligne entre les régimes différents significativement,  $p < 0.05$ .

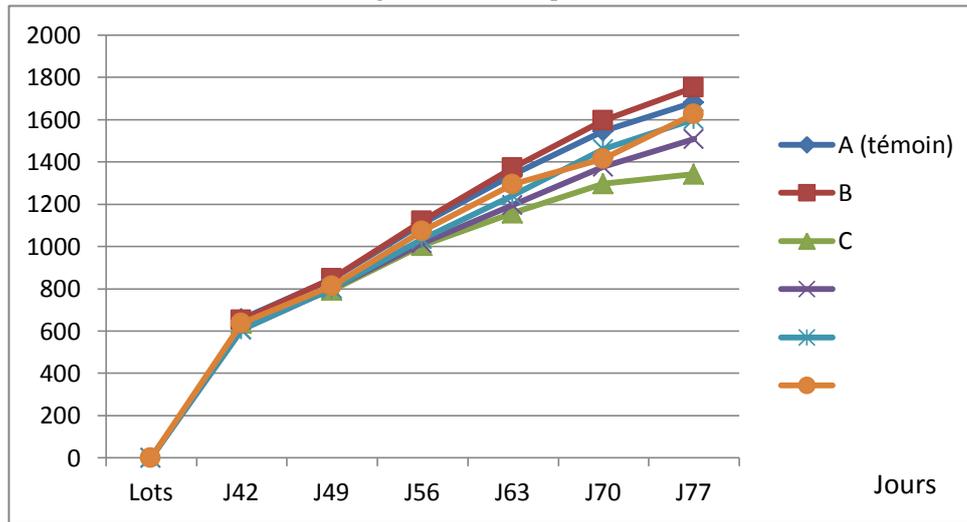


Figure 05: Evolution du poids vif en fonction de l'âge

Le choix de la durée d'engraissement de 5 semaines n'est pas fortuit, en comparaison à diverses études menées sur le lapin local dont la durée est de 7 semaines. En effet, nous avons voulu comparer le poids final des lapins de notre étude avec ceux des races sélectionnées. En premier lieu nous allons examiner l'effet des différents régimes sur le poids vif.

A travers nos lectures des différentes études, nous constatons que nos résultats rejoignent ceux mentionnés par Obinn et al (2010) et WANG Xuepeng et al (2012) sur des lapins de race californienne et New zélandaises quant à l'effet de l'énergie et des protéines. Cependant, en comparaison aux races sélectionnées, le poids final du lapin local, dans nos conditions expérimentales est inférieur : en moyenne 1600g **vs** 2200g.

Aussi, nous avons constaté que le poids des animaux nourris avec le régime C (2300 Kcal/ kg et 23% de PB) était plus bas significativement par rapport aux animaux des lots A, B, D, E et F : 1343 **vs** 1684, 1753, 1509, 1601 et 1628 g. Lebas (1971) a rapporté que lorsque le taux protéique dépasse le besoin des animaux ces derniers, diminuent leur ingéré. Ce qui pourrait expliquer ce faible poids affecté par les lapins de notre étude.

## 2.2. Effet des régimes sur le gain de poids

La vitesse de croissance désignée par le gain moyen quotidien est représentée dans le tableau 06. Nous constatons qu'aux périodes de 42-49 et 49-56 jours d'âge, le gain

moyen quotidien (GMQ) est similaire. Cependant aux périodes de 56 à 77 jours d'âge, nous avons enregistré des gains plus élevés significativement en faveur des lots A et B. Aussi, nous avons relevé qu'à la période globale le gain de poids des lots A et B étaient supérieurs en comparaison à C, D, E et F (**31.19 et 32.22 g/j vs** 24.45, 27.84, 29.79 et 29.38 g/j ; P< 0.05).

**Tableau 6.** Effet du niveau énergétique et protéique sur la vitesse de croissance  
(n=6, moyenne ± SE, période élevage de 42 à 77 jours)

Lots	A (témoin)	B	C	D	E	F	P
42-49 J	27,11±4,08	28 ,16±3,96	25 ,93±3,17	28±3,01	27,51±2,43	25,38±2,62	ns
49-56 J	30,4±2,64	31,7±1,57	28,23±3,5	30,45±1,58	30,59±1,8	30,06±2,57	ns
56-63 J	33,25±3,29 <sup>a</sup>	35,9±3,59 <sup>a</sup>	27,2±2,22 <sup>b</sup>	25,90±2,52 <sup>b</sup>	28,65±2,97 <sup>b</sup>	27,69±1,18 <sup>b</sup>	S
63-70 J	32,55±1,93 <sup>a</sup>	32,3±2,41 <sup>a</sup>	26,25±4,93 <sup>b</sup>	25,74±3,43 <sup>b</sup>	30,28±2,33 <sup>b</sup>	30,92±2,14 <sup>b</sup>	S
70-77 J	33,65±1,77 <sup>a</sup>	33,06±1,59 <sup>a</sup>	14,87±3,03 <sup>b</sup>	29,12±5,4 <sup>a</sup>	31,96±2,7 <sup>b</sup>	31,36±2,16 <sup>b</sup>	S
<b>42-77 J</b>	<b>31,19±2,32<sup>a</sup></b>	<b>32,22±1,3<sup>a</sup></b>	24,45±1,17 <sup>b</sup>	27,84±1,31 <sup>b</sup>	29.79±1,21 <sup>b</sup>	29,38±0,73 <sup>b</sup>	S

<sup>a, b</sup>: Moyennes différentes par les lettres sur la même ligne entre les régimes différent significativement p<0.05.

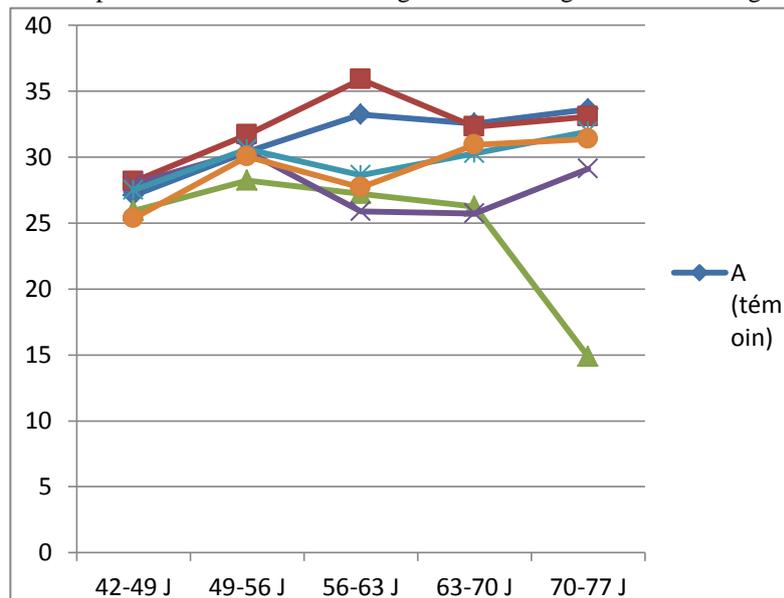


Figure06: Evolution du GMQ en fonction de l'âge

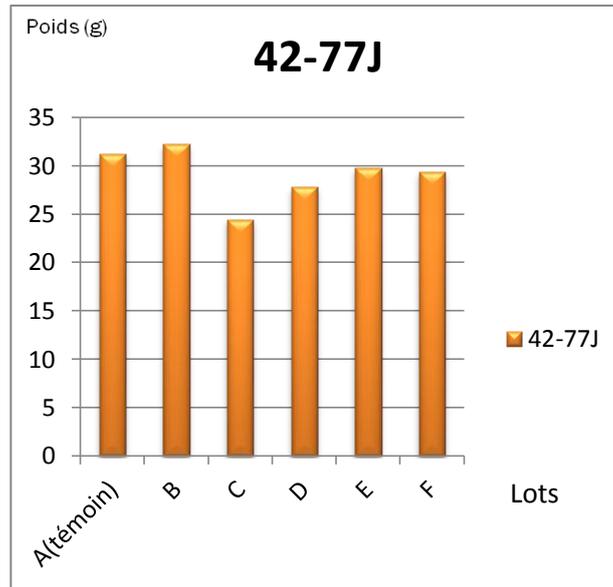


Figure07: Evolution du GMQ durant la période globale

Nos résultats rejoignent ceux rapportés par les travaux rapportés par Obinn et al (2010) et WANG Xuepeng et al (2012) sur des lapins de race californienne et New zélandaises. Même constatation quant au gain de poids des animaux du lot C, ces derniers ont accusé un gain de poids plus faible par rapport aux animaux nourris avec les autres régimes expérimentaux : **24.45 /j vs** 31.19, 32.22, 27.84, 29.79 et 29.38 g/j.

### 2.3. Effet des régimes sur la consommation alimentaire

Sur l'ensemble de la période d'engraissement, l'étude de la consommation alimentaire des animaux durant la période de l'essai est représentée dans le tableau 07. Nous constatons qu'à la période 49-56 jours d'âge, les animaux ont ingéré de manière comparable. Tandis qu'à la période de 42-49, 56 à 77 jours d'âge et à la période globale (42-77 jours), l'ingéré des animaux des lots A et B est supérieur à celui des lots C, D, E et F. Toute fois à la période globale l'ingéré des animaux du lot B semble être plus élevé ( $P > 0.05$ ) que le lot A soit un écart de 5%.

**Tableau 7.** Effet du niveau énergétique et protéique sur la consommation. (n=6, moyenne  $\pm$  SE, période élevage de 42 à 77 jours)

Lots	A (témoin)	B	C	D	E	F	P
42-49 J	92,36 $\pm$ 7,82 <sup>a</sup>	82,5 $\pm$ 5,23 <sup>a</sup>	70,78 $\pm$ 10,38 <sup>b</sup>	74,06 $\pm$ 4,63 <sup>b</sup>	72,58 $\pm$ 7,83 <sup>b</sup>	70,67 $\pm$ 4,9 <sup>b</sup>	S
49-56 J	100,8 $\pm$ 8,55	102,8 $\pm$ 2,54	91,82 $\pm$ 10,79	93,94 $\pm$ 8,95	91,53 $\pm$ 6,1	96,17 $\pm$ 5,68	ns
56-63 J	126,6 $\pm$ 10,54 <sup>a</sup>	138,1 $\pm$ 10,33 <sup>b</sup>	112,9 $\pm$ 6,8 <sup>c</sup>	119,8 $\pm$ 8,79 <sup>c</sup>	117,1 $\pm$ 5,81 <sup>c</sup>	110,2 $\pm$ 4,51 <sup>c</sup>	S
63-70 J	137,6 $\pm$ 8,97 <sup>a</sup>	150,1 $\pm$ 4,36 <sup>a</sup>	110,1 $\pm$ 12,78 <sup>b</sup>	108,6 $\pm$ 9,42 <sup>b</sup>	102,9 $\pm$ 4,32 <sup>b</sup>	108,1 $\pm$ 2,41 <sup>b</sup>	S
70-77 J	143,2 $\pm$ 8,85 <sup>a</sup>	156,7 $\pm$ 6,39 <sup>a</sup>	100,1 $\pm$ 15,39 <sup>b</sup>	113 $\pm$ 12,94 <sup>b</sup>	111,6 $\pm$ 4,87 <sup>b</sup>	111,8 $\pm$ 2,92 <sup>b</sup>	S
<b>42-77 J</b>	<b>120,4<math>\pm</math>7,02<sup>a</sup></b>	<b>126,7<math>\pm</math>3,01<sup>a</sup></b>	98,64 $\pm$ 4,55 <sup>b</sup>	98,59 $\pm$ 4,34 <sup>b</sup>	101,4 $\pm$ 3,9 <sup>b</sup>	104 $\pm$ 1,77 <sup>b</sup>	S

<sup>a, b, c</sup>: Moyennes différentes par les lettres sur la même ligne entre les régimes différents significativement  $p < 0.05$

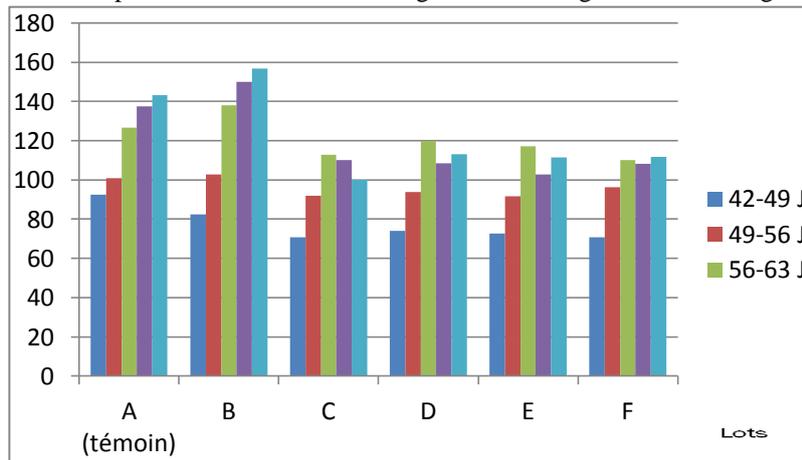


Figure08: Evolution de l'ingéré alimentaire en fonction de l'âge

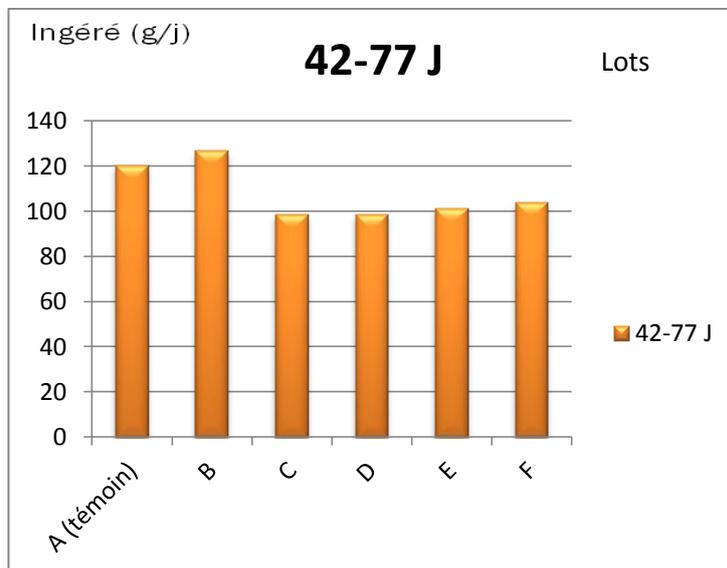


Figure09: Evolution de l'ingéré alimentaire durant la période globale

L'étude de la consommation journalière des animaux dans nos conditions expérimentales, montre que le niveau d'ingestion du lapin local à la période globale (42-77 jours d'âge), est plus élevé **avec la faible concentration énergétique** (120 et 126g/j vs 98, 101 et 104 g/ j). Ainsi, l'augmentation du niveau énergétique en moyenne de 2300 Kcal/kg à 2500 Kcal/kg d'ED a réduit significativement l'ingestion de l'aliment.

En effet des travaux réalisés ont été rapportés chez cette population sur la régulation de l'ingéré en fonction de la concentration énergétique de l'aliment (Berchiche et al, 2000 et Benali et al, 2018) qui suggèrent que le lapin régule son ingéré en fonction de la concentration énergétique.

#### 2.4. Effet des régimes sur l'ingéré énergétique et protéique

L'ingéré énergétique et protéique des animaux soumis aux différents régimes sont consignés dans le tableau 08. L'analyse statistique a révélé que les animaux nourris avec le régime bas en énergie (2300 kcal/kg) ont un ingéré énergétique plus bas ( $P < 0.05$ ) que celui des animaux nourris avec les régimes haut en énergie (2500 Kcal/kg) : 234, 245 et 192 kcal/kg vs 246, 253 et 260 kcal/kg ;  $P < 0.05$ ).

Par ailleurs, l'ingéré protéique des animaux nourris avec les régimes à teneur protéique élevés (B, C, E et F) sont supérieurs à ceux du lot témoin (A) et le lot D.

**Tableau 8.** Effet du niveau énergétique et protéique sur l'ingéré énergétique et protéique sur la période globale (42-77 jours) (n=6, moyenne  $\pm$  SE).

Lots	A (témoin)	B	C	D	E	F	P
Ingéré énergétique Kcal d'EDa/jour	234,1 $\pm$ 16,14 <sup>a</sup>	245,4 $\pm$ 6,93 <sup>a</sup>	192,3 $\pm$ 10,47 <sup>b</sup>	246,4 $\pm$ 10,85 <sup>b</sup>	253,7 $\pm$ 9,75 <sup>b</sup>	260 $\pm$ 4,41 <sup>b</sup>	S
Ingéré protéique g /jour	15,27 $\pm$ 1,05 <sup>a</sup>	16,73 $\pm$ 0,91 <sup>b</sup>	19,21 $\pm$ 0,54 <sup>c</sup>	14,79 $\pm$ 0,65 <sup>a</sup>	17,27 $\pm$ 0,7 <sup>b</sup>	19,8 $\pm$ 0,35 <sup>c</sup>	S

<sup>a, b</sup> : Moyennes différentes par les lettres sur la même ligne entre les régimes différents significativement,  $p < 0.05$ .

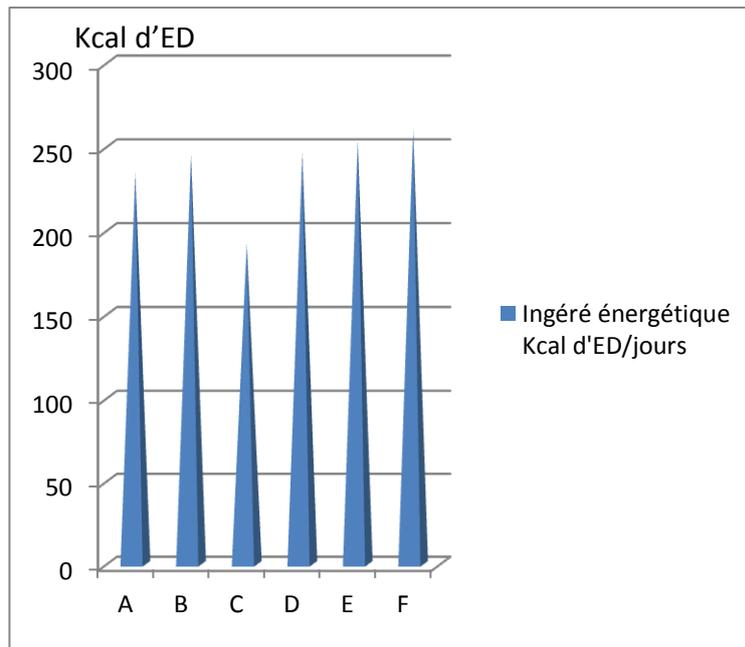


Figure10: Evolution de l'ingéré énergétique sur la période globale (42-77 jours)

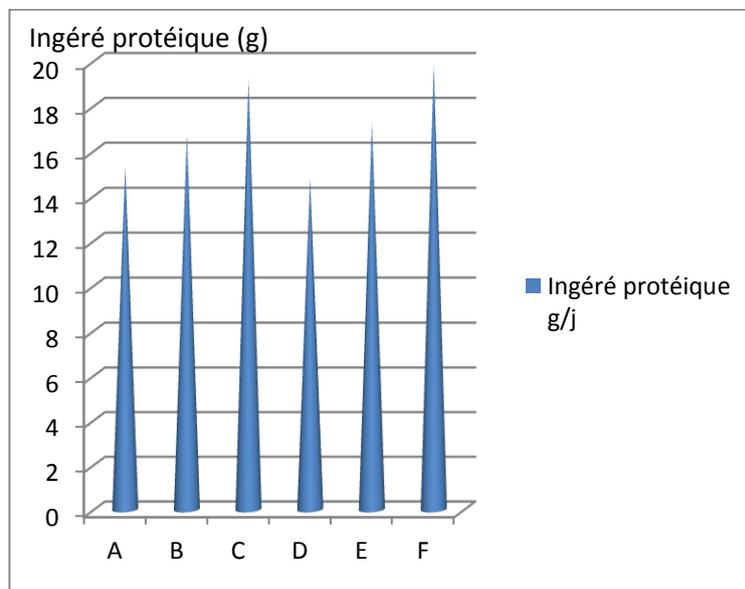


Figure11: Evolution de l'ingéré protéique sur la période globale (42-77 jours)

Sur l'ensemble de la période globale, la consommation moyenne d'énergie digestible est supérieure avec les concentrations énergétiques élevée des régimes (2500 Kcal vs 2300 kcal/kg).

En comparaison aux races sélectionnées, Prazard et al (1996), n'a pas enregistré d'effet significatif de l'énergie sur l'ingéré énergétique et protéique.

Toute fois, nous avons remarqué que l'ingéré énergétique du lapin local reste faible en comparaison aux hybrides enregistrée par ce même auteur.

**2.5. Effet des régimes sur l'indice de consommation**

Dans le tableau 09, nous rapportons l'évolution des indices de consommation hebdomadaires pour tous les lots. L'analyse statistique n'a pas révélé de différences statistiques sauf à la période de 63 à 77 jours d'âge et à la période globale (42-77 jours d'âge) où nous avons enregistré un indice de consommation plus bas avec les lots A et B par rapport aux autres lots C, D, E et F (3.07 **et** 3.13 **vs** 5.14, 4.5 4.23 et 4.55 ; P<0.05).

**Tableau 9.** Effet du niveau énergétique et protéique sur l'indice de consommation

(n=6, moyenne ± SE, période élevage de 42 à 77 jours)

Lots	A (témoin)	B	C	D	E	F	P
42-49 J	3,61±0,35	3,13±0,32	3,48±0,37	3,83±0,32	3,66±0,22	3,79±0,39	ns
49-56 J	2,97±0,15	2,94±0,13	3,01±0,5	3,12±0,31	2,99±0,07	2,92±0,17	ns
56-63 J	3,88±0,2	3,96±0,28	4,01±0,55	4,05±0,5	4,07±0,26	4,00±0,12	ns
63-70 J	4,69±0,23 <sup>a</sup>	4,75±0,3 <sup>a</sup>	5,33±0,88 <sup>b</sup>	5,59±1,16 <sup>b</sup>	4,46±0,5 <sup>b</sup>	4,51±0,25 <sup>b</sup>	S
70-77 J	5,01±0,18 <sup>a</sup>	5,08±0,19 <sup>a</sup>	6,75±1,77 <sup>b</sup>	5,92±0,35 <sup>b</sup>	5,26±0,35 <sup>b</sup>	6,65±0,65 <sup>b</sup>	S
<b>42-77 J</b>	<b>3,13±0,06<sup>a</sup></b>	<b>3,07±0,11<sup>a</sup></b>	5,14±0,47 <sup>b</sup>	4,5±0,32 <sup>b</sup>	4,23±0,08 <sup>b</sup>	4,55±0,09 <sup>b</sup>	S

<sup>a, b</sup> : Moyennes différentes par les lettres sur la même ligne entre les régimes différent significativement, p<0.05.

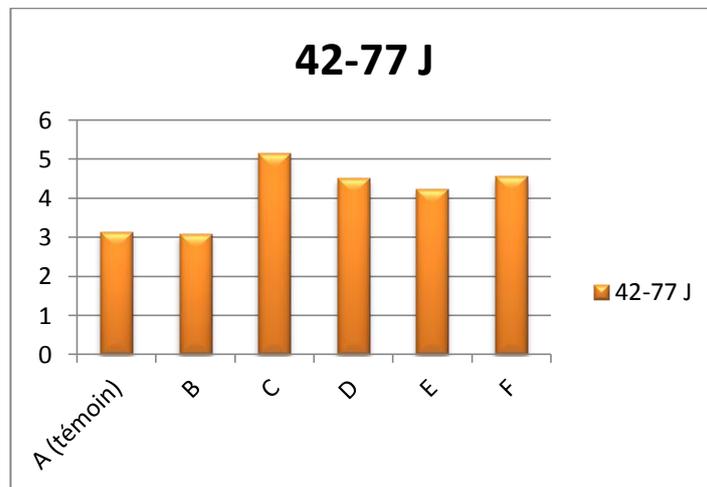


Figure12: Evolution de l'Indice de consommation durant la période globale

Toute fois, les IC enregistrés par nos animaux, sont légèrement inférieurs par rapport à ceux enregistrés par Obinne et *al.* (2010) sur les hybrides.

### 3. Effet des régimes sur le rendement de carcasse

Le poids vif à l'abattage et le rendement de carcasse des lapins soumis aux 6 régimes sont mentionnés dans le tableau 10. Nous constatons que le poids vif à l'abattage et le rendement de carcasse des lapins abattus à 77 jours d'âge est meilleur avec les lots A et B (1684 et 1753 *vs* 1343, 1509, 1601 et 1628 ; 64,42% et 65,65 % *vs* 53,01%, 56,39%, 56,21% et 55,28% ;  $P < 0.05\%$ ).

**Tableau 10.** Effet des régimes sur le poids vifs à l'abattage et le rendement de carcasse  
(n=6, moyenne  $\pm$  SE, abattage à 77 jours)

Lots	A (témoin)	B	C	D	E	F	P
PV à l'abattage	1684 $\pm$ 70,84 <sup>a</sup>	1753 $\pm$ 63,33 <sup>a</sup>	1343 $\pm$ 60,75 <sup>c</sup>	1509 $\pm$ 51,75 <sup>b</sup>	1601 $\pm$ 59,57 <sup>b</sup>	1628 $\pm$ 64,22 <sup>b</sup>	S
Carcasse froide	1085 $\pm$ 32,14 <sup>a</sup>	1151 $\pm$ 35,24 <sup>a</sup>	812 $\pm$ 30,13 <sup>a</sup>	851,1 $\pm$ 31,84 <sup>a</sup>	900,1 $\pm$ 32,85 <sup>a</sup>	904 $\pm$ 33,14 <sup>a</sup>	S
Rendement (%)	<b>64,42<math>\pm</math>12,14<sup>a</sup></b>	<b>65,65<math>\pm</math>14,14<sup>a</sup></b>	53,01 $\pm$ 12,24 <sup>b</sup>	56,39 $\pm$ 12,14 <sup>b</sup>	56,21 $\pm$ 14,12 <sup>b</sup>	55,28 $\pm$ 12,16 <sup>b</sup>	S

<sup>a, b</sup> : Moyennes différentes par les lettres sur la même ligne entre les régimes différent significativement,  $p < 0.05$ .

PV : poids vif

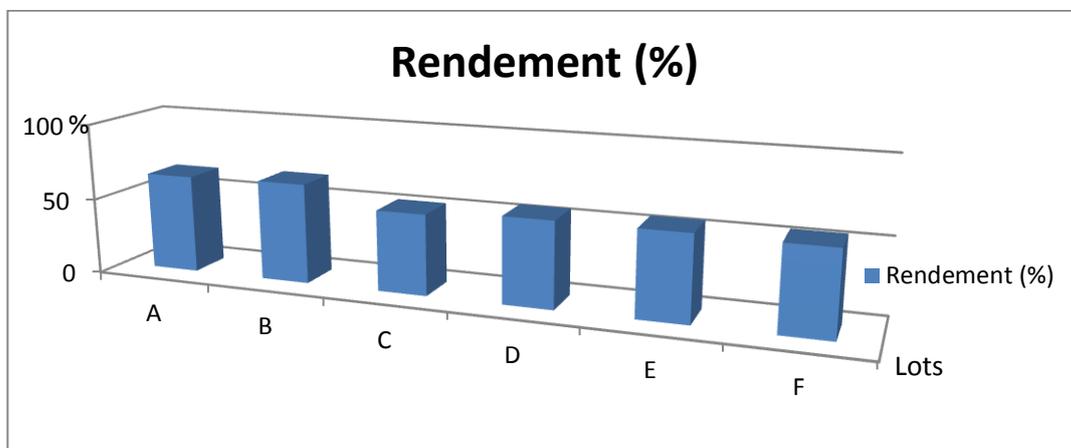


Figure13: Rendement de carcasse

L'augmentation significative des poids et du rendement de carcasse des lapins de notre étude, est une indication de l'effet synergétique interactif des niveaux de protéines et de l'énergie. Ce ci implique qu'une énergie suffisante est nécessaire pour que les protéines produisent un effet significatif sur la composition de la carcasse. Ce fait concorde avec ce qu'Ouyahoun (1989) a annoncé, selon cet auteur l'effet de la teneur en protéines sur la composition corporelle des lapins dépend de la concentration énergétique.

#### **4. Histométrie des villosités de l'intestin grêle**

Les résultats relatifs à l'histométrie des trois segments de l'intestin grêle des lapins des six lots, sont représentés dans le tableau 11. L'examen histologique des trois portions intestinales (duodénum, jéjunum, iléon) montre que le régime C a augmenté significativement la hauteur et la superficie des villosités du duodénum en comparaison à A, B, D, E et F. Tandis que les hauteurs et les superficies des villosités du jéjunum et de l'iléon semblent être plus élevées avec le régime B par rapport aux autres lots.

Dans nos conditions expérimentales, l'examen histologique des trois portions intestinales (Duodénum, jéjunum et l'iléon) nous a permis de constater que **l'augmentation** de la hauteur des villosités, des superficies, du duodénum, jéjunum et de l'iléon ont été observés dans la muqueuse intestinale des lapins nourris **avec les régimes B et C**. Notons que l'allongement des villosités peut augmenter la surface absorbante totale des villosités et par la suite entraîner une action satisfaisante des enzymes digestives et un transport plus élevé des nutriments à la surface des villosités (Tufarelli et *al.* 2010), améliorant ainsi l'efficacité de la digestion et de l'absorption.

Tableau 11. Effet des régimes expérimentaux sur les l'histométrie des villosités.

Traitement	A	B	C	D	E	F	P
<b><u>Duodénum</u></b>							
Hauteur	808±21.42 <sup>a</sup>	1379±33.50 <sup>b</sup>	<b>1927±63.08<sup>c</sup></b>	870.3±23.56 <sup>a</sup>	1311.5±42.56 <sup>b</sup>	1330±37.5 <sup>b</sup>	<b>S</b>
Superficie	334.898±10494 <sup>a</sup>	840.974±25050 <sup>b</sup>	<b>1.072.819±45599<sup>c</sup></b>	361.357±13558 <sup>a</sup>	792.050±28758 <sup>b</sup>	754.218±42195 <sup>d</sup>	<b>S</b>
<b><u>Jéjunum</u></b>							
Hauteur	1268±40,17 <sup>a</sup>	<b>1945±61,28<sup>b</sup></b>	1677±34,27 <sup>c</sup>	1412±29,2 <sup>d</sup>	1489±54,69 <sup>d</sup>	1424±49,48 <sup>d</sup>	<b>S</b>
Superficie	731.830±35993 <sup>a</sup>	<b>1.155 288±59845<sup>b</sup></b>	948 573±43305 <sup>c</sup>	833.831±390633 <sup>a</sup>	864 960 ±37042 <sup>a</sup>	824 510±47418 <sup>a</sup>	<b>S</b>
<b><u>Iléon</u></b>							
Hauteur	705,3±23,33 <sup>a</sup>	<b>943,9±15,89<sup>b</sup></b>	724,22±19,01 <sup>a</sup>	916,8±17,53 <sup>b</sup>	828,7±32,39 <sup>b</sup>	915,4±37,00 <sup>b</sup>	<b>S</b>
Superficie	252.273± 9716 <sup>a</sup>	<b>590.189± 15930<sup>b</sup></b>	406.802±20166 <sup>c</sup>	325.715± 9344 <sup>a</sup>	466.694± 17296 <sup>c</sup>	550.993±31691 <sup>b</sup>	<b>S</b>

<sup>a, b, c, d</sup> : Moyennes différentes par les lettres sur la même ligne entre les régimes différent significativement, p<0.05.

## Conclusion

**N**otre étude a permis d'étudier l'effet de six régimes alimentaires différents par le taux énergétique et protéique sur des lapins de population locale pendant la croissance sur les paramètres zootechniques, le rendement de carcasse et l'histométrie intestinale.

Il en ressort que les lapins nourris ad libitum avec les régimes alimentaires A, B, C, D, E et F et placés dans les mêmes conditions expérimentales présentent des variations significatives au niveau du poids final à 77 jours. De même pour le gain de poids et la consommation durant la période globale.

En effet, les lapins de population locale nourris avec les régimes **A** (2300 kcal/kg et 16% PB) et **B** (2300 Kcal/kg et 18% de PB) semblent avoir obtenu de meilleurs résultats comparés aux lots C, D, E et F respectivement, avec un poids vif à l'abattage plus élevé et un indice de consommation plus bas. La hauteur et la superficie des villosités du jéjunum (principal site d'absorption) des lots B sont plus élevées. Aussi, le rendement de carcasse est meilleur avec les régimes A et B

A l'issue de cette étude, les régimes concentrés à 2300 kcal/kg et 16% de PB et 2300 Kcal/kg et 18% de PB semblent être les plus adaptés aux lapins de population locale. Cependant, vu le coût élevé de l'aliment dosé à 18% de PB, il serait judicieux de préconiser l'aliment à 2300 Kcal/kg et 16 % de PB, sachant que les résultats sont similaires entre ces deux régimes cités préalablement.

Les conclusions auxquelles nous avons abouti, nous amènent à recommander quelques aspects :

- Elaborer des programmes de recherche en vue d'améliorer les connaissances des populations locales, permettant ainsi d'évaluer leurs capacités et performances de production.
- développer des projets appliqués à des problèmes de nutrition.

- Des nouvelles investigations sur les lapins de population locale et leurs conditions d'alimentations et d'élevage sont indispensables car la cuniculture s'avère être une production animale promouvoir.

## Les références

### A

**Adamson, I., & Fisher, M. (1971).** Nutr. Rep. Int . *The amino acid requirement of the growing rabbit qualitative needs (4)* , 59-64.

### B

**Belhadi, S. (2004).** Characterisation of local rabbit performance in Algeria: Environnemental variation of litter size and weights. pp. 218-223.

**Belhadi, S., & Baselga, M. (2004).** Effets non génétiques directs sur les caractères de croissance d'une lignée de lapin. *10ème journée de recherche cunicole* . Paris .

**Berchiche, M., & Lebas, F. (12 et 13 Décembre 1990).** Essai chez le lapin de complémentation d'un aliment pauvre en cellulose par un fourrage distribué en quantité limitée: Digestibilité et croissance. *5ème journée de la recherche cunicole, vol1, communication n°61*. Paris.

**Berchiche, M.; Kadi, S. A. (2002).**The kabyle rabbits (Algeria). Rabbit Genetic Resources in Mediterranean Countries. Options méditerranéennes, Serie B: Etudes et recherches, N° 38, pp 11-20.

**Blasco, A., & Gomez, E. (1993).** A note on growth curves of rabbit lines selected on growth tare or litter size. *Animal production* , pp. 332-334.

**Bolet G. Zerrouki N., Gacem M., Brun J.M., Lebas F., 2012.**Genetic parameters and trends for litter and growth traits in a synthetic line of rabbits created in Algeria.[Proceedings 10th World Rabbit Congress - September 3 - 6, 2012- Sharm El- Sheikh - Egypt, 195 – 199.

**Bréchet C., Delteil L., Fournier E., 2012** Nutrition et alimentation des animaux d'élevage. Tome 1. 3éd Dijon educagri 84p.

**Bréchet C., Delteil L., Fournier E., 2012**Nutrition et alimentation des animaux d'élevage. Tome 2. 3éd Dijon educagri 57p

### C

**Candau, M., Delpon, G., & Fioramonti, J. (1979).** Ann. Zootech. *Influence of the nature of cell wall carbohydrates on the anatomicro-functional development of the digestive tract in the rabbit(28)* , 127.

**Cantier, J., Prud'hon, M., & Viznhet, A. (1970).** *Croissance, qualité bouchère et coût de production des lapins de chair*.

**Cheeke, P. R. (1971).** Nutr. Rep. Int. *Arginine, lysine and methionine needs of the growing rabbit*(3) , 123-128.

**Cherfaoui-Yammi, D. (2000).** Elevage de lapin de population locale: Etude de la reproduction et de la croissance à un niveau rationnel., (p. 110).

**Christophe, B., Emmanuel, F., Laurent, D., & Marie-Christine, L. (2013).** *Nutrition et alimentation des animaux d'élevage* (Vol. 2). Dijon: Educagri.

**Colin, M. (1975a).** Ann. Zootech. *Effets sur la croissance du lapin de la supplémentation en L-lysine et en DL-méthionine de régimes végétaux simplifiés*(24) , 465-472.

**Colin, M. (1975b).** Ann. zootech. *Effets de la teneur en arginine du régime sur la croissance et le bilan azoté chez le lapin: Relation avec le taux de la lysine*(24) , 629-638.

**Colin, M., & Allain, D. (1978).** Ann. Zootech. *Etude du besoin en lysine du lapin en croissance en relation avec la concentration énergétique de l'aliment* (27) , 17-31.

**Combes, S., & Lebas, F. (2003).** Les modes de logement du lapin en engraissement: influence sur les qualités des carcasses et des viandes. *10ème journée de la recherche cynicole*. Paris.

## D

**De BLAS et WISEMAN , 2010** nutrition of the rabbit 2éd

[DJAGO A.Y., KPODEKON M., LEBAS F., 2007.](#)Méthodes et Techniques d'élevage du Lapin. Elevage du lapin en milieu tropical

## F

**FAOSTAT. (2013).** Données statistiques de la FAO, domaine de la production agricole : Division de la statistique, Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture, Site web : <http://faostat3.fao.org/download/Q/QL/E>.

**Forsythe, S. J., & Parker, D. S. (1985).** Ammonia nitrogen turnover in the rabbit caecum and exchange with plasma urea-N. 285-252.

**Forsythe, S. J., & Parker, D. S. (1985a).** Br. J. Nutr. *Urea turnover and transfer to the digestive tract in the rabbit*(53) , 189-190.

**Frances, R. S., Hall, J. I., Heisinger, I. F., Knutson, R. S., & Moore, B. H. (s.d.).** Comp Biochem Physiol . *Ammonia and urea distribution and urease activity in the gastro intestinal tract of rabbits* (A58A) , 151-154.

**Frank, T. (1990).** Etude comparative de deux systèmes d'engraissement de lapins de chair: semi plein air et tunnel isolé.

**Fromont et Tanguy, 2011** l'élevage de lapin tome 1dijon educagri

## G

**Gacem M., Zerrouki N., Lebas F., Bolet G. 2008.** Strategy of developing rabbit meat in Algeria: creation and selection of a synthetic strain. 9th World Rabbit Congress (10-13 June, Verona, Italy.

**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. 11èmes Journées de la Recherche Cunicole, 29-30 novembre, Paris, 15-18.

**Gartner et Hiatt, 2012** atlas en couleur d'histologie 3ed

[Gidenne T., Lebas F., 2005.](#) Le comportement alimentaire du lapin. *11èmes Journées de la Recherche Cunicole, 29-30 novembre 2009, Paris*, 184-196.

## H

**H. Simonnet, H. Le Bars.** LES RÉGULATIONS HORMONALES DES MÉTABOLISMES CHEZ LES ANIMAUX DOMESTIQUES. Annales de zootechnie, INRA/EDP Sciences, 1954, 3 (1), pp.47-88

**Harcourt-Brown F (2002).** Textbook of rabbit medicine. Butterworth-Heinemann, Oxford, 432 p.

**HEIM T., SCHENK H., VARGA F., GOETZE E. (1977)** Tracer kinetic studies on in vivo fatty acid metabolism in white adipose tissue of well fed and starving new born rabbits during acute or prolonged exposure to cold. Acta Physiol. Acad. Sci. HUNG, 49/1, 1-17.

**Henaf, R., & Jouve, R. (1988).** *Mémento de l'éleveur du lapin.* (L. A. ITAVI, Éd.) Paris.

## J

**Jean-Claude Blum, 1989** l'Alimentation des animaux monogastriques: porc, lapin, volailles 2 édition Inra p18.

## L

**LAFONTAN M. (1979)** Mise en évidence d'une réceptivité alpha adrénergique inhibitrice de la lipolyse. Intervention de l'ACTH dans la mobilisation lipidique chez le lapin. TheseDoct. Sciences , Toulouse 252 P.

[LEBAS F, 2008](#). Méthodes et techniques d'élevage du lapin. Historique de la domestication et des méthodes d'élevage.

**Lebas F. 1988**. livestock feedresources and feedevaluation in Europe:3.2  
RABBITS.livest.Prod.Sci 289-298

[Lebas F., 2008](#). Physiologie digestive et alimentation du Lapin. *Enseignement Post Universitaire "Cuniculture : génétique - conduite d'élevage - pathologie" Yasmine Hammamet (Tunisie), 16-17 avril 2008*

**Lebas, F. (1980)**. Proc. World. Rabbit. Congr. *Les recherches sur l'alimentation du lapin et perspectives d'avenir* , 2(2) , 1-17.

**Lebas, F., Coudert, P., De Rochambeau, H., & Thebault, R. (1996)**. Le lapin. Elevage et pathologie. *Collection FAO: Production et santé animale*, (pp. 21-40).

**Lebas, F., Coudert, P., Rouvier, R., & De Rechambeau, H. (1984)**. Le lapin: Elevage et pathologie. (p. 289). Collection FAO. Production et santé animale.

## M

**Maertens, L., & De Groot, G.** Elevage. *Revue de l'Agriculture n°05* .

**MICHELI H. (1970)**Some characteristics of lipolysis in rabbit adipose tissue. Effects of noradrenaline, ACTH, theophylline and prostaglandin E, *Acta Physiol. Scand.*, 79, 289-298.

**Moudache, M. (2002)**. *Influence des conditions d'ambiance estivales sur les performances de reproduction de la lapine race locale élevée en semi plein air*. France.

## O

**OBINNE J.I. MMEREOLE F.U.C , 2010:** effects of different dietary crude protein and energy levels on production performance, carcass characteristics and organ weight of rabbits raised under the humid environment of Nigeria. *Agricultur tropica et subtropica*, VOL. 43

**OUHAYOUUN J., 1989**. La composition corporelle du lapin, facteurs de variation. INRA, *ProdAnim* ,2(3),215-226.

## P

**Parigi-Bini R et Xiccato G 1986**. Utilizzazione dell'energia e della proteina digeribile nel coniglio in accrescimento con iglicoltura p 54-56.

**Parigi-Bini R. Xiccato G. Cinetto M. 1988** integrazione con metionina e lisina di sintesi di un mangime per coniglio in accrescimento .coniglicoltura 33-38

**Partridge G. Garthwaite P, Findlay M. 1989** Protein and energy retention by growing rabbits offered diets with increasing proportions of fibre. *J.agric. Sci. camb.* 171-178

**Prazard R, Karim S A and Patnayak BC 1996** Growth performamnce of broiler rabbits maintained on diets with varying levels of energy and protein. *World Rabbit Science*, 4 (2), 75-78.

## R

**RAMACHANDRAN J., LEE V. (1976)** Divergent effects of adrenocorticotropin and melanotropin on isolated rat and rabbit adipocytes. *Biochim. Biophys. Acta*, 428, 339-446.

**Rud'hon, M. (1976).** Comportement alimentaire du lapin soumis à des températures de 10°, 20° et 30°. *1er congrès mondiale de cuniculture*. Dijon France.

## S

**Scheelec.W, Van den Brock A, Hendricks F 1985.** Maintenance requirement and energy utilization of growing rabbits at different temperature *Proceedings 10<sup>th</sup> Energy metabolism symposium*, Airlie USA, Rowman and littlefielded 202-205

## V

**VEZINHET A. (1976)** Etude du tissu adipeux chez l'agneau et le lapin après la naissance : développement, lipolyse, lipogenèse, influence de l'hypophysectomie et de l'hormone de croissance. *TheseDoct. Sciences*, Montpellier 160 p.

**VEZINHET A., NOUGUES J. (1977)** Evolution postnatale de la lipogenèse dans le tissu adipeux et le foie du mouton et du lapin. *Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys.*, 17, 5B, 851-863.

**Vialard, V. (1984).** *Ann. Nutr. Metab. Endogeneous urea as a nitrogen source of microorganisms of the rabbit digestive tract* , 151-155.

## W

**WANG Xuepeng, MA Mingwen,SUNLiangzhan, WANG Chunyang ZHU Yanli, LI Fuchang 2012:** effects of different protein, fibre and energy levels on groth performance and the development of digestive organs in growing meat rabbit. *World Rabbit Congress-September 3-6,2012-Sharm el Sheikh-Egypt,641-645*

## Z

**Zemmoudj, A. (2001).** Influence des conditions d'ambiance du printemps sur les performances de croissance du lapin de race locale élevée en semi plein air. *Alger: ENSA.*

**Zerrouki N. ; Hannachi R. ; Saoudi A. ; Lebas F. 2007.** « Productivité des lapines d'une souche blanche de la région de TiziOuzou en Algérie ». In: *Proc. 12èmes Journées Rech. Cunicole*, Novembre 2007. Le Mans, France, 141-144.

**Zerrouki N. ; Kadi S.A. ; Berchiche M., ;Bolet G.,(2005).** Evaluation de la productivité des lapines d'une population locale algérienne, en station expérimentale et dans des élevages. 11èmes J. Rech. Cunicole, Paris, 29-30 nov.2005, ITAVI, 11-14.

**Zerrouki N.; Bolet G.; Berchiche M.1.; Lebas F. (2004).**Breeding performance of local kabyle rabbits does in Algeria. 8th World Rabbit Congress (accepted communication), 371- 377.

**Zerrouki N.; Bolet, G.; Berchiche M.; Lebas F. (2001).**Caractérisation d'une population locale de lapins en Algérie: performances de reproduction des lapines. 9èmes journées de la recherche cunicole. Paris, 28-29 Nov: 163-166.

# Annexes



Clapier ENSV (photo 1)



Clapier (vue de l'intérieur) (photo 2)



Lapin de population local (photo 3)



Granulé des lapins (photo 4)



Echantillonnage+fixation dans l'alcool (photo 5)



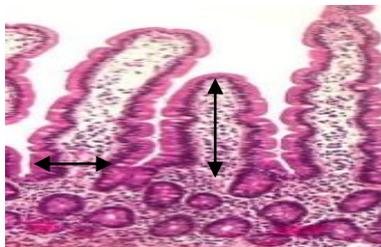
Paraffinage (photo 6)



Coupes au microtome (photo 7)



Lames histologique (photo 8)



Mesure de la base et de la longueur des villosités (photo 9)

## Résumé

Cet essai a été réalisé afin de déterminer l'effet de six régimes alimentaires sur les performances zootechniques, le rendement de carcasse et l'histométrie intestinale sur 42 lapins de population locale âgés entre 42 et 77 jours. Les animaux ont été allotés en six lots à raison de 07 animaux par lot, et nourris avec six régimes alimentaires iso cellulosiques mais renfermant 02 taux énergétiques différents associés chacun à un taux protéique différent : lot A témoin : 2300 kcal/kg et 16%, lot B : 2300 kcal/kg et 18% PB, lot C : 2300 kcal/kg et 20% PB, lot D : 2500 kcal/kg et 16% PB, lot E : 2500 kcal/kg et 18% PB, lot F : 2500 kcal/kg et 20% PB

Les performances zootechniques (poids vifs, vitesse de croissance, ingéré, indice de consommation) ont été mesurés chaque semaine. Le rendement de carcasse a été estimé à 71 jours d'âge et l'histométrie a été déterminée sur 36 lapins.

Les résultats ont révélé que le poids vif, le gain de poids, l'ingéré, l'indice de consommation et le rendement de carcasse ont été plus élevés significativement ( $p < 0.05$ ) avec les régimes A et B. La hauteur et la superficie du jéjunum ont augmenté avec le régime B.

**Mots clés :** lapins de population locale, protéines, énergie, performances zootechniques, histométrie, villosités.

## SUMMARY

This test was performed to determine the effect of six diets on zootechnical performances, carcass yield and intestinal histometry in 42 local rabbits aged between 42 and 77 days. The animals were allotted in six batches at a rate of 07 animals per batch, and fed with six iso-cellulosic diets containing 02 different energy levels each associated with a different protein level: batch A control: 2300 kcal / kg and 16%, lot B: 2300 kcal / kg and 18% CP, lot C: 2300 kcal / kg and 20% CP, lot D: 2500 kcal / kg and 16% CP, lot E: 2500 kcal / kg and 18% CP, lot F : 2500 kcal / kg and 20% PB.

Zootechnical performances (live weight, growth rate, ingest, consumption index) were measured weekly. Carcass yield was estimated at 71 days of age and histometry was determined on 36 rabbits.

The results showed that body weight, weight gain, ingest, consumption index and carcass yield were significantly ( $p < 0.05$ ) higher with regimes A and B. Height and area jejunum increased with diet B.

Key words: rabbits of local population, proteins, energy, zootechnical performances, histometry, villi.

## الملخص

وقد أجريت هذه التجربة لتحديد تأثير ستة وجبات غذائية على أداء النمو ومحصول الذبيحة وطول الزغابة المعوية من 42 أرنب من الفصيلة المحلية الذين تتراوح أعمارهم بين 42 و 77 يوماً. كانت الحيوانات مقسمة إلى ستة مجموعات بمعدل 07 حيوانات في كل مجموعة، وتغذية من الوجبات الغذائية بنفس نسبة السليلوز ولكن تحتوي على 02 مستويات الطاقة المختلفة كل منها مرتبط مع البروتين مختلفة: شاهد عيان: 2300 كيلو كالوري / كجم و 16% الكثير B: 2300 كيلو كالوري / كجم و 18% PB، الكثير C: 2300 كيلو كالوري / كجم و 20% PB، الكثير D: 2500 كيلو كالوري / كجم و 16% PB، الكثير E: 2500 كيلو كالوري / كجم و 18% PB، الكثير F: 2500 كيلو كالوري / كجم و 20% بيزو

تم قياس أداء الحيوان (الوزن الحي، ومعدل النمو، وتناولها)، أسبوعياً. ويقدر العائد الذبيحة في 71 يوماً من العمر، وكان قياس اطوال الزغابات على 36 الأرناب.

وأظهرت النتائج أن وزن الجسم، وزيادة الوزن، استهلاك العلف، الكفاءة الغذائية والعائد الذبيحة كانت الأهم أعلى (ف > 0.05) مع الوجبات الغذائية A و B. مع ارتفاع في طول الزغابات في B

الكلمات المفتاحية: الأرناب من الفصيلة المحلية، البروتينات، الطاقة، الأداء التنفسي، تنظير النسيج، الزغابات