

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire



Domaine : Sciences de la nature et de la vie  
Filière : Sciences vétérinaires

**Mémoire présenté pour l'obtention  
Du diplôme de Master 2**

en  
Médecine vétérinaire  
**THEME**

**EFFET DU NIVEAU PROTEIQUÉ SUR  
L'HISTOMETRIE INTESTINALE DU  
LAPIN DE LA POPULATION LOCALE  
ELEVÉ AU CHAUD**

**Présenté par :**  
Mr MEBAREK Wail

Soutenu publiquement, le 13 septembre 2022 devant le jury :

Mme BAKOUR, L	MCB (ENSV)	Présidente
Mme BOULBINA, I	MAA (ENSV)	Examinatrice
Mme DAHMANI, Y	MAA (ENSV)	Promotrice

Année universitaire : 2021/2022.

# Remerciements

*Tout d'abord, je tiens à remercier **ALLAH**, le Tout Puissant et le Miséricordieux, de m'avoir donné la santé, la volonté et la patience pour mener à terme ma formation de master.*

*Et à ma famille qui ont toujours encouragés et soutenus Tout au long de la réalisation de ce mémoire.*

*A ma promotrice **Mme.DAHMANI Y**, pour avoir Accepter de me guider sur le bon chemin de travail.*

*Aux membres de jury qui nous ont fait l'honneur de juger notre Travail : **Mme BAKOUR.L, Mme BOULBINA. I.***

*Que toutes les personnes ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail*

*Présent travail soient assurées de notre profonde gratitude.*

*Merci à tous, très sincèrement.*

## **Dédicaces**

**Je dédie ce mémoire à :**

**Mes parents,**

**Pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur  
tendresse, leur**

**Soutien et leurs prières tout au long de mes études**

**A mon frère Fouad et mes deux sœurs, Safaa et  
Asma pour leur assistance et leur présence dans ma  
vie,**

**Que Dieu me les garde n'chalah**

**A Tous Mes enseignants tout au long de mes études.**

**A tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la  
Réalisation de ce travail.**

## SOMMAIRE :

**PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE**

INTRODUCTION GENERALE.....	01
----------------------------	----

**CHAPITRE I : Généralités sur le lapin**

I. Généralités.....	03
I.1. Taxonomie.....	03
I.1.1. Origine et classification.....	03
I.2. Anatomie spécialisée .....	04
I.2.1. Dentition.....	04
I.2.2. Appareil digestif.....	05
I.3. Alimentation.....	07
I.3.1. Mode d'alimentation.....	07
I.3.2. Besoins alimentaires.....	08

**CHAPITRE II : Facteurs de variation des performances de croissance**

II.1. La croissance.....	11
II.1.1. Notion de Croissance.....	11
II.2. Facteurs de variation des performances de croissance.....	11
II.2.1. L'influence du facteur génétique.....	11
II.2.2. L'influence de l'exercice physique .....	12
II.2.3. L'influence du numéro de portée .....	12
II.2.4. Influence de l'alimentation.....	12
II.2.4.1. L'effet de l'apport des protéines .....	13
II.2.4.2. L'effet du rapport protéines / énergie .....	13
II.2.4.3. L'effet de l'apport de lest .....	14
II.2.5. Influence de l'environnement .....	14
II.2.5.1. L'effet de la température ambiante .....	14
II.2.5.2. L'effet de la saison .....	15
II.2.5.3. L'effet de l'hygrométrie .....	15
II.2.5.4. L'effet de la densité .....	15
II.2.5.5. L'effet du mode de logement.....	16
II.2.6. L'influence de mode logement.....	16

**CHAPITRE III : Histologie et physiologie digestive du lapin**

<b>III.1.</b> Anatomie de l'intestin grêle.....	17
<b>III.2.</b> Transit, digestion et absorption au niveau de l'intestin grêle.....	18
<b>III.3.</b> Evolution du tube digestif chez le lapereau.....	19
<b>III.4.</b> Histologie del'appareil digestif.....	20
<b>III.4.1.</b> Intestinal grêle.....	20
<b>III.4.1.1.</b> La muqueuse .....	21
<b>III.4.1.2.</b> La sous-muqueuse .....	21
<b>III.4.1.3.</b> La musculieuse.....	21
<b>III.4.1.4.</b> La séreuse.....	22
<b>III.4.2.</b> Architecture de la muqueuse .....	23
<b>III.4.2.1.</b> Cellules de l'épithélium villositaire.....	24

## **PARTIE EXPERIMENTALE**

### Matériel et méthode

<b>I.</b> Matériel et méthode.....	25
<b>I.1.</b> Présentation de l'étude.....	25
<b>I.1.1.</b> Lieu de l'expérimentation.....	25
<b>I.1.2.</b> Aliment.....	25
<b>I.1.3.</b> Les animaux.....	25
<b>I.2.</b> Conditions d'ambiance.....	26
<b>I.2.1</b> Température et hygrométrie .....	26
<b>II.</b> Les mesures .....	26
<b>II.1</b> Paramètres zootechnique .....	26
<b>II.1.1.</b> Poids vif moyen .....	26
<b>II.1.2.</b> Le gain de poids .....	26
<b>II.1.3</b> L'ingéré alimentaire .....	26
<b>II.1.4</b> L'indice de conversion .....	27
<b>III.3</b> L' histométrie.....	27
<b>III.1.</b> Les techniques histologiques.....	27
<b>III.1.1.</b> La fixation.....	27
<b>III.1.2.</b> L'inclusion et l'enrobage.....	28
<b>III.1.3.</b> La micromisation et le collage des coupes sur lame.....	28
<b>III.1.4.</b> Coloration des lames.....	29
<b>III.1.5.</b> Le montage des coupes.....	30

<b>IV. LES MESURES</b> .....	30
<b>III.1. Mesure des villosités intestinales</b> .....	30
<b>V. L'analyse statistique</b> .....	31
<b>Résultat et discussion</b>	
<b>Résultat</b>	
<b>I. Performances Zootechniques</b> .....	32
<b>I.1. Effet de la teneur en protéine de l'alimentation sur le poids vif et le gain du poids du lapin locale élevé au chaud</b> .....	32
<b>I.2. Effet de la teneur en protéine de l'alimentation sur l'ingéré alimentaire et l'indice de conversion du lapin locale élevé au chaud</b> .....	33
<b>II. L'histométrie de l'intestin grêle</b> .....	35
<b>II.1. L'histométrie duodénal</b> .....	35
<b>II.2. L'histométrie jéjunale</b> .....	36
<b>II.3. L'histométrie iléale</b> .....	38
<b>Discussion</b>	
<b>1. La croissance</b> .....	40
<b>2. L'ingéré alimentaire</b> .....	41
<b>3. L'indice de conversion</b> .....	41
<b>4. L'histométrie intestinale</b> .....	41
<b>Conclusion</b> .....	43
<b>Recommandations</b> .....	43
<b>Références bibliographiques</b> .....	44

**LISTE DES ABREVIATIONS**

**ADF** : Fibre détergente acide

**ADL** : Lignine détergente acide.

**Cyst** : Cystine

**FAO** : Organisation des nations unies pour alimentation et agriculture.

**G** : gramme

**GMQ** : Gain Moyen Quotidien

**IC** : indice de consommation

**UI** : Unité internationale

**J** : jour

**Kg**: Kilogramme

**Mét** : Méthionine

**Mg** : milligramme

**MJ** : mégajoule

**MS** : matière sèche

**Nmbr** : nombre

**P** : Poids.

**PB** : protéine brute.

**PD** : protéine digestible

**Pv** : poids vif

**Liste des figures :**

**Figure 01:** Mâchoires du lapin (Barone *et al.* , 1973).

**Figure 02:** Positionnement des viscères chez le lapin (d'après Domini, 1967)

**Figure 03:** Schéma des différents éléments du tube digestif du lapin (d'après Lebas et al., 1996)

**Figure 04:** Evolution moyenne du poids vif entre 4 et 12 semaines des lapins de population locale algérienne (Lebas et *al.*, 2007).

**Figure 05:** Schéma des différents éléments du tube digestif du lapin (d'après Lebas et al., 1996b)

**Figure 06:** structure et fonction de pancréas (Bernard., 1993)

**Figure 07 :** évolution des villosités intestinales vues au microscope électronique (Yu et chfou., 1997)

**Figure 08 :** Structure histologique de la paroi digestive (coupe transversale) ; (Bucket et al.,1993)

**Figure 09 :** Structure histologique d'une villosité, d'après Polycopié d'histologie, Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort

**Figure 10 :** Effet du niveau proteique de l'alimentation sur le poids vif final des trois lots (A, B et C, a j91; n=6)

**Figure 11 :** Le gain moyen quotidien cumulé des trois lots (A, B et C), n=6

**Figure 12:** Effet de la teneur en protéine de l'alimentation sur l'ingéré alimentaire cumulée du lapin locale élevé au chaud ( moyenne  $\pm$ SE, n=6)

**Figure 13 :** Effet de la teneur en protéine de l'alimentation sur l'indice de conversion (n=6)

**Figure 14 :** Largeur et la longueur des villosités duodénales des trois traitements en ( $\mu$ m) (n=10)

**Figure 15 :** Superficie des villosités duodénales des trois traitements (n=10)

**Figure 16 :** la largeur et la longueur des villosités jéjunale des trois traitements ( $\mu$ m) (n=10)

**Figure 17 :** Superficie des villosités jéjunales des trois traitements (n=10)

**Figure 18 :** la largeur et la longueur des villosités iléales des trois traitements ( $\mu$ m) (n=10)

**Figure 19 :** Superficie des villosités iléale des trois traitements (n=10)

**Liste des tableaux:**

**Tableau 01 :** Recommandations pour la composition d'aliments complets granulés pour des lapins en croissance (Gidenne, 2015)

**Tableau 02:** Variation de poids adulte et de gain moyen quotidien selon différent phénotype, un essai à Toulouse (Lebas, 2007)

**Tableau 03:** L'effet du niveau protéique et de la concentration en énergie digestible de l'aliment sur les performances de l'abattage du lapin âgé de 90 jours (Martina et al., 1974).

**Tableau 04:** Effet des basses et hautes températures sur la croissance (Cheiriccatto et al., 1992).

**Tableau 05:** Effet de saison sur les caractères de croissance (Baselga, 1978).

**Tableau 06:** L'incidence du mode de logement sur les performances zootechniques du lapin (souche Hyplus) (Jehl et al., 2003).

**Tableau 07:** Les quatre couches de la paroi du tube digestif

**Tableau 08:** Particularités structurelles histologiques de l'intestin grêle.

**Tableau 09 :** Principaux types et sécrétions cellulaires épithéliales de l'intestin grêle.

**Tableau 10 :** Les températures enregistrées durant l'essai.

**Tableau 11 :** Effet de la teneur en protéine de l'alimentation sur le poids vif et le gain du poids du lapin locale élevé au chaud les trois lots (A, B et C, n=6).

**Tableau 12 :** Effet de la teneur en protéine de l'alimentation sur l'ingéré alimentaire et l'indice de conversion du lapin locale élevé au chaud (n=6)

**Tableau 13 :** Histométrie de l'intestin grêle (partie duodénal) n=10.

**Tableau 14 :** Histométrie de l'intestin grêle (jéjunum) n=10.

**Tableau 15 :** Histométrie de l'intestin grêle (iléon) n=10.

***INTRODUCTION***  
***GÉNÉRALE***

**Introduction générale :**

La cuniculture est l'une des filières qui peut contribuer à un meilleur approvisionnement en viande. La promotion de cet élevage peut se justifier par les potentialités biologiques et zootechniques du lapin, mais elle exige la disponibilité des facteurs de production et la maîtrise de l'alimentation (**De Blas et Mateos, 1998**).

Les lapins possèdent cette ambivalence que peu d'animaux possèdent : ils sont caressés comme animaux de compagnie et exploités pour leur viande et leur fourrure. Mais ce sont aussi des modèles indispensables et des fondements établis de la recherche scientifique.

Le lapin a la capacité de convertir les protéines contenues dans les plantes riches en cellulose, inutilisables par l'homme, en protéines animales de haute qualité nutritionnelle : en effet, jusqu'à 20% des protéines alimentaires absorbées par un lapin sont fixées en viande. Ce chiffre est de 8 à 12% chez la vache, seul le poulet a une capacité de transformation supérieure de 22 à 23 % mais à partir d'aliments potentiellement consommables par l'homme comme le soja, le maïs ou le blé (**Colin et Lebas, 1995**).

L'intestin grêle est le site majeur où l'absorption s'effectue en plus grande quantité alors on peut dire que la grande partie de la digestion se produit lorsque le bol alimentaire traverse l'intestin grêle. Le fructose, la plupart des glucides et jusqu'à 90 % des protéines sont absorbés (**Gidenne, 1994**).

La paroi de l'intestin grêle est composée de petites saillies appelées villosités intestinales, qui augmentent considérablement la surface disponible pour l'absorption. L'intestin grêle comporte trois parties fonctionnelles : Le duodénum est la première étape de la neutralisation de l'acide gastrique, Il reçoit aussi des enzymes pancréatiques impliquées dans la digestion des glucides, des protéines et des graisses, et des acides biliaires du foie, qui sont importants pour l'absorption des vitamines et des graisses (**Perez et al, 1994**).

Le diamètre des villosités intestinales affecte de manière directe sur les paramètres zootechniques et physiologiques de lapin, aussi l'importance de protéine dans la ration de lapin sur la croissance et la production de viande conduit à faire cette recherche pour voir l'effet des niveaux protéiques sur le développement de villosités et parallèlement sur l'absorption des nutriments (**Madara et Trier, 1980**).

Dans ce contexte, l'objectif de notre essai est d'évaluer l'effet du niveau protéique sur les l'histométrie intestinale chez le lapin (en phase de croissance) de la population locale élevée au chaud. Ce présent travail est divisé en deux parties :

Une recherche bibliographique, portant sur une mise au point des connaissances des : généralités sur le lapin, facteurs de variation des performances de croissance chez le lapin ; et enfin l'histologie et la physiologie digestive du lapin sont revue en détail.

La deuxième partie présente une étude expérimentale. L'objectif et les méthodes entreprises dans ce travail sont d'abord présentés en détail, puis les principaux résultats obtenus sont exposés et discutés, enfin une conclusion générale termine ce manuscrit.

**CHAPITRE I:**  
**GÉNÉRALITÉS SUR**  
**LE LAPIN**

## I. Généralités :

### I.1. Taxonomie

#### I.1.1. Origine et classification :

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 Moyen Âge, et cette domestication particulièrement, conduit à une augmentation spectaculaire du poids corporel des animaux jusqu'à 6-7 kg, tandis que le lièvre primitif "*Oryctolagus cuniculus*" ne pèse que 1,3-1,7 kg chez l'adulte. Elle a aussi habitué les lapins à vivre à proximité des humains (Nezar, 2007).

La diffusion de l'élevage du lapin domestique en dehors de l'Europe est un phénomène historiquement récent qui a, au plus, deux ou trois siècles et le plus souvent depuis moins de 100 ans. (www.cuniculture.info -)

L'implantation du lapin sauvage a été une "réussite" là où le climat était proche de celui de la région d'origine du lapin mais surtout où la niche écologique était libre, où il n'existait pas des prédateurs. De ses origines géographiques, le lapin tient une adaptation au climat méditerranéen avec des étés chauds et secs et 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).

Le lapin européen, *Oryctolagus cuniculus* fait partie de l'ordre des lagomorphes, littéralement ceux qui ressemblent au lièvre. Il appartient à la famille des Léporidés (Leporidae) et à la sous-famille des Leporinae.

Identification zoologique du lapin selon : (Arnold, 2000 et Lebas, 2008).

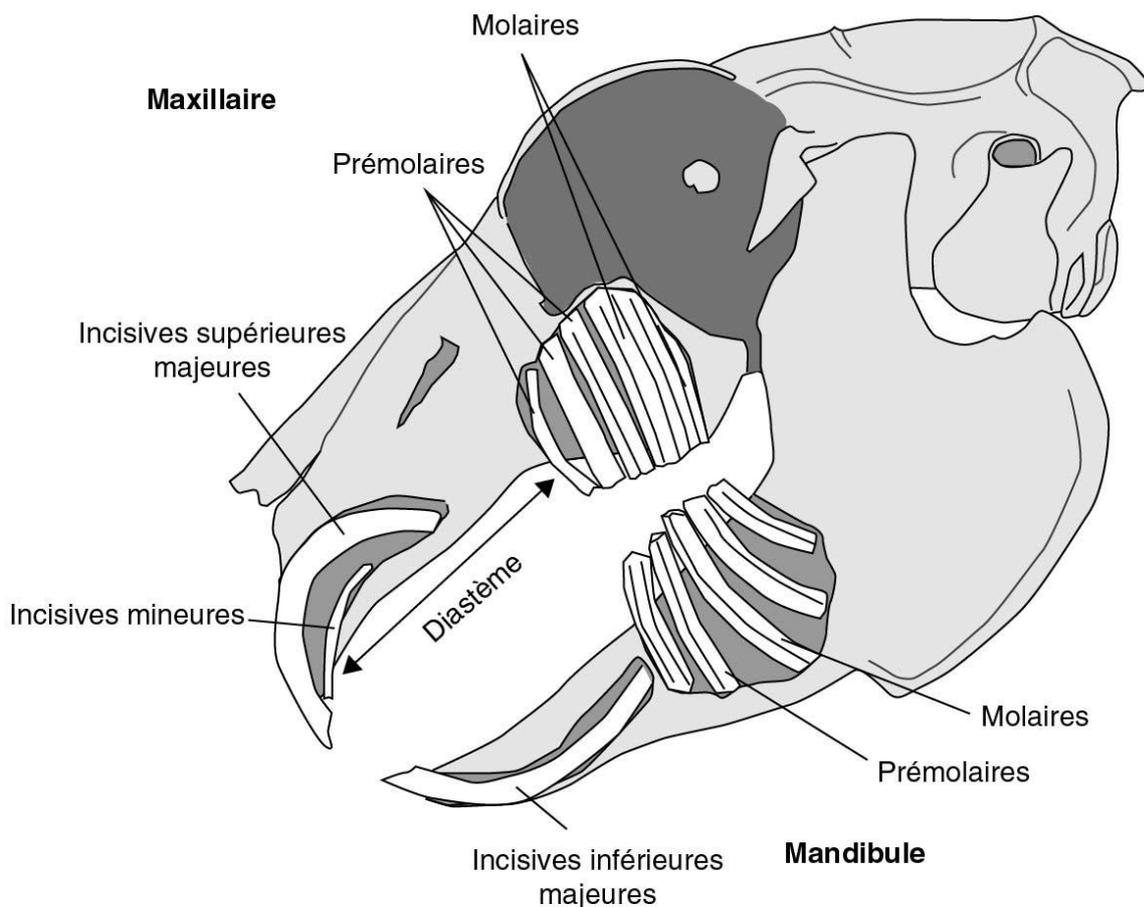
- Type** : chordés
- Embranchement** : vertébrés
- Classe** : mammifère
- Ordre** : lagomorphe
- Famille** : léporidé
- Genre** : oryctolagus
- Espèce** : cuniculus

## I.2. Anatomie spécialisée

### I.2.1. Dentition

Le lapin possède 28 dents. Nous retrouvons 2 paires d'incisives à la mâchoire supérieure et une seule à la mâchoire inférieure. Ceci permet de distinguer les lagomorphes des rongeurs qui n'ont qu'une seule paire d'incisives à chaque mâchoire. Chez le lapin, la deuxième paire se place derrière la première qui la cache totalement. Les incisives sont entièrement revêtues d'une couche d'émail qui est plus mince en arrière qu'en avant. De cette façon, le lapin affûte ses dents en biseaux en usant celles du haut contre celles du bas et inversement. Leur face antérieure porte un sillon longitudinal. Le lapin ne possède pas de canines. Un long diastème sépare les incisives des prémolaires et des molaires (**Barone et al., 1973**).

La formule dentaire du lapin est donc la suivante :  $I : 2/1 - C : 0/0 - P : 3/2 - M : 3/3$  (d'après **Barone et al., 1973**).



**Figure 1 : Mâchoires du lapin (Barone et al. , 1973).**

Les dents sont profondément insérées dans la mâchoire mais sont sans racine (figure 1). Leur croissance est continue. En moyenne, la vitesse de croissance est de 2 millimètres par semaine pour les incisives supérieures et 2,4 millimètres pour les incisives inférieures. Celle des molaires et prémolaires (dites aussi dents jugales) est beaucoup moins rapide et a été estimée à 2 millimètres par mois.

Concernant le changement de dentition, le passage de la dentition déciduale à la dentition définitive s'opère vers 18 jours chez les lapereaux.

### I.2.2. Appareil digestif

Les particularités anatomiques spécialisées digestives chez un lapin adulte (4-4,5 kg) ou subadulte (2,5 à 3 kg), le tube digestif a une longueur totale d'environ 4,5 à 5 mètres. Le positionnement du tube digestif dans la cavité abdominale est rappelé sur la figure 2 (Domini, 1967).

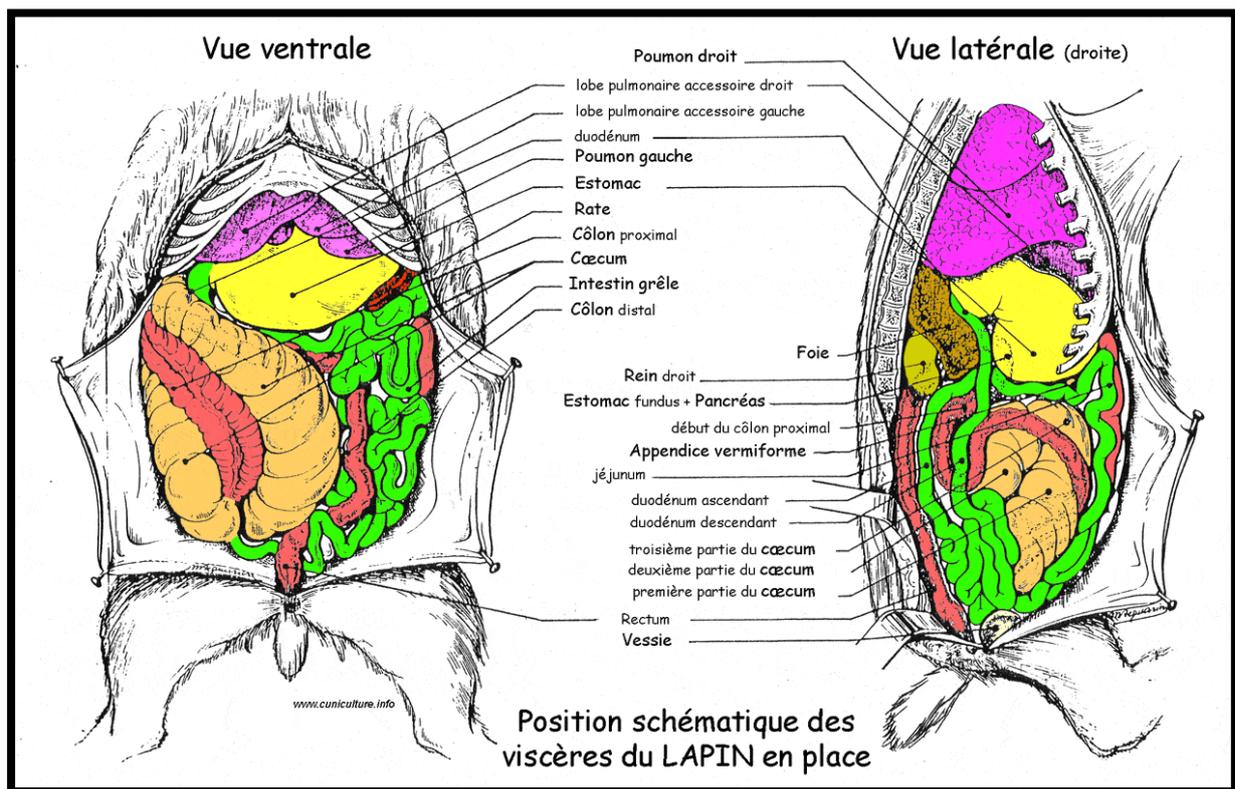
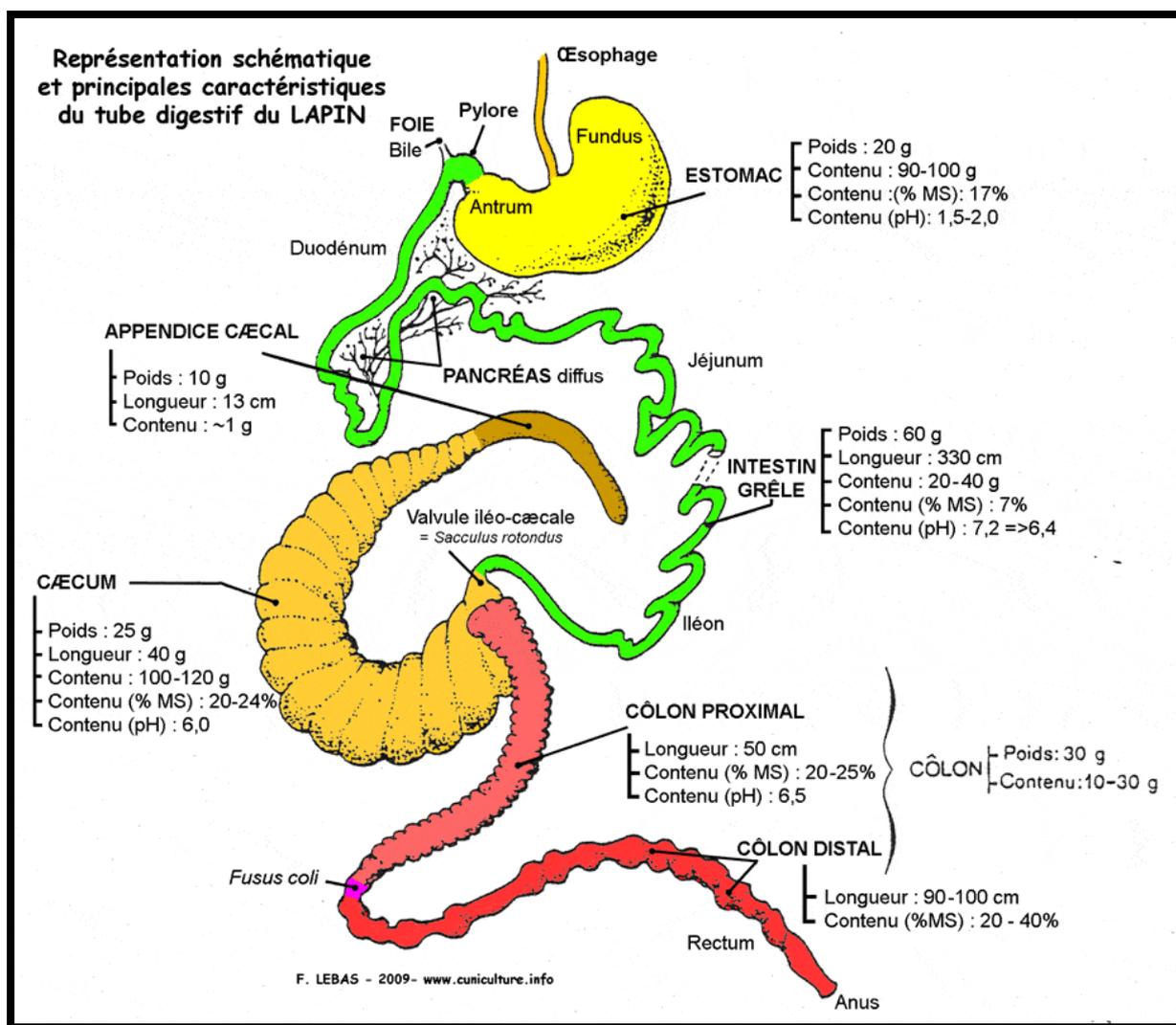


Figure 2: Positionnement des viscères chez le lapin (d'après Domini, 1967)

Tout d'abord, la cavité buccale est étroite, profonde. La langue présente de grosse tubérosité qui rend l'intubation trachéale difficile. L'ouverture buccale est très limitée du fait de l'anatomie de l'articulation temporo-maxillaire : les condyles mandibulaires glissent dans les gouttières temporales orientées d'avant en arrière (Lebas et al., 1996).

La durée de transit En moyenne entre leur entrée par la bouche et leur sortie définitive à l'anus les particules non digérées restent 18 à 20 heures dans le tube digestif. Avec certains types d'aliments, ce temps peut être réduit à 14-15 heures, avec d'autres il peut atteindre plus de 30 heures. Certaines particules peuvent être éliminées en 5 heures seulement (durée de transit minimum), d'autres peuvent rester plus 4 jours dans le tube digestif avant d'être éliminées (Lebas.,2006).

L'organisation des segments digestifs et leurs caractéristiques principales sont décrites sur la figure 3 :



**Figure 3** : Schéma des différents éléments du tube digestif du lapin (d'après Lebas et al., 1996b)

L'estomac volumineux présente une paroi à la musculature fine, ce qui explique le météorisme fréquent chez le lapin. La structure anatomique et le positionnement du sphincter pylorique est facilement comprimé par la courbure du duodénum, ce qui rend la vidange

gastrique souvent difficile et favorise la stase gastrique. La motilité gastrique est sous contrôle, elle exige des fibres alimentaires digestibles de bonne qualité nutritive. L'estomac a un rôle de réservoir. Il contient en permanence un mélange de poils, caecotrophes et fibres alimentaires végétales (**Lebas et al., 1996**).

Aucun reflux de l'estomac vers la bouche n'est possible, même de manière accidentelle : un lapin ne vomit donc pas.

L'intestin grêle est très long, il mesure près de 2,5 mètres en moyenne. Il est constitué de trois parties anatomiquement distinctes : le duodénum, le jéjunum et l'iléon. Il est relié au caecum par le sacculus rotundus, formation ronde, riche en follicules lymphoïdes.

Le caecum est l'organe le plus volumineux de la cavité abdominale. Il en occupe le tiers. C'est le siège de la digestion de la cellulose et des fermentations bactériennes. Outre une population dominante de Firmicutes Gram + et à un moindre degré de bactéries Gram – anaérobies strictes constituées principalement de *Bacteroides* sp, elle peut renfermer des protozoaires du genre *Isotricha* et des levures (*Cyclinomyces guttulatus*). Au sein du caecum, les fibres alimentaires sont hydrolysées et entrent en fermentation. Ces fermentations produisent des acides aminés, des acides gras volatils (essentiellement des acétates) et des vitamines B et K (**Maertens et De Groote, 1987 ; Peeters, 1988**).

Le côlon est caractérisé par la présence de saccules divisés par des stries transversales. La partie transverse du côlon proximal se termine par une partie épaissie riche en tissu lymphoïde, le *fusus coli*. Ce dernier contrôle les mouvements péristaltiques et antipéristaltiques de l'intestin, qui aboutissent à la formation séparée des crottes dures et des crottes molles appelées caecotrophes. Très sensibles aux cathécolamines sécrétées en cas de souffrance, il est inhibé par toute augmentation de ces dernières et peut alors provoquer un arrêt du transit intestinal (**Lebas et al., 1996**).

### **I.3. Alimentation**

#### **I.3.1. Mode d'alimentation**

Le lapin est un herbivore vrai, c'est un animal qui sélectionne des aliments concentrés ; L'alimentation traditionnelle des lapins pour la production de viande était basée sur les céréales, le son et les fourrages, ces derniers étaient distribués verts en été et secs en hiver, en complément de betterave fourragère et les carottes. Actuellement, ce type d'alimentation

décroit rapidement mais il est encore employé pour les lapins produits pour l'autoconsommation et dans les très petites unités de productions (Lebas, 1989).

Une alimentation basée exclusivement sur les aliments composés complets et par contre Utilisé dans les élevages rationnels qui représente actuellement la quasi-totalité de la production commerciale. La production cunicole permet la transformation de protéines végétales associées à des fibres en protéines animales avec un rendement de 18% ; dans les meilleures unités de production ce rendement atteint 22% (Lebas, 1989).

### I.3.2. Besoins alimentaires

Pour maintenir son organisation, pour tous les types de production dont il a besoin, Les lapins ont besoin de nombreux nutriments, mais l'apport de ces nutriments doit Conditionner sur une alimentation équilibrée pouvant apporter tous est nécessaire pour les lapins et évitée en raison d'un ou de plusieurs nutriments. En effet, les lapins ont besoin de tout, comme tous les animaux éléments de ce flux. (Lebas et al; 1991), (Tableau 1).

**Tableau 01** : Recommandations pour la composition d'aliments complets granulés<sup>1</sup> pour des lapins en croissance (Gidenne, 2015)

Unité = g/kg l'aliment, sauf indication contraire		Indication contraire Jeunes en croissance		Aliment unique
		Péri sevrage	Fin de croissance	
<b>Âge des lapins</b>		<b>3 à 6 semaines</b>	<b>7 à 11 semaines</b>	<b>Tout âge</b>
<b>Énergie et Protéine D</b>				
Énergie digestible (ED)	MJ	9,4 à 9,8	9,8 à 10,2	9,6 à 10,2
Protéine digestible (PD)	g	110 à 120	100 à 115	110 à 125
Ratio PD/ED	g/MJ	11,6 à 12,2	9,8 à 11,3	11,5 à 12,3
<b>Acides aminés digestibles</b>				
Lysine	g	6,0	5,7	5,9
Soufrés totaux (mét. + cyst.)	g	4,7	4,3	4,7
Thréonine	g	4,4	4,2	4,3
<b>Fibres</b>				
Lignocellulose (ADFom) <sup>2</sup>		≥ 190	≥ 170	≥ 170
Lignines (ADL) <sup>3</sup>	g	≥ 55	≥ 50	> 45
Fibres « digestibles » <sup>4</sup>	g	<240	<250	
Ratio FD/ADF		≤ 1,3	1,3 à 1,6	≤ 1,3
<b>Minéraux</b>				
Calcium		8,0	7,0	10,0
Phosphore		4,0	3,0	5,0

<sup>1</sup> Valeurs pour des lapins de lignées commerciales européennes nourris librement avec un aliment granulé à 12 % d'humidité.

<sup>2</sup> Critères de la méthode d'analyse séquentielle des fibres selon la méthode de Van Soest.

<sup>3</sup> Critères de la méthode d'analyse séquentielle des fibres selon la méthode de Van Soest.

<sup>4</sup> Fibres « digestibles » : somme des hémicelluloses (aNDFom-ADFom) et des pectines insolubles.

Sodium		2,0	2,2	2,2
<b>Oligoéléments</b>				
Cuivre	mg/kg	6	6	8
Fer	mg/kg	30	30	45
Zinc	mg/kg	35	35	50
<b>Vitamines</b>				
Vitamine A	UI/kg	6 000	6 000	8 000
Vitamine D	UI/kg	900	900	900
Vitamine E	UI/kg	40	40	40
Vitamine K3	mg/kg	1	1	2

**a) En eau :**

La quantité d'eau nécessaire dépend de la qualité de l'aliment distribué, de la température, de l'âge de l'animal et de l'état physiologique de l'animal. L'eau doit toujours être à la disposition des animaux car le volume d'eau bue correspond, en poids, à deux fois la quantité en matière sèche ingérée. les besoins journaliers varient selon les différents stades du cycle vital (**Colombo, 2006**).

**b) En énergie :**

L'énergie contenue dans l'aliment sert d'une part à l'entretien et à la thermorégulation de l'animal, et d'autre part à assurer les productions (Lebas, 1991). Il est important de savoir que le lapin règle lui-même, selon ses besoins énergétiques, le volume d'aliment consommé, il peut alors superflu d'évaluer avec précision les quantités à distribuer, l'essentiel c'est d'avoir un taux énergétique adéquat qui répond aux besoins métaboliques de l'organisme. (**Colombo, 2006**).

**a) En protéines :**

Les besoins du lapin en acides aminés n'ont pratiquement été étudiés avec précision que pour l'arginine, la lysine, les acides aminés soufrés (méthionine et cystine) et la thréonine (**Xiccato et Trocino, 2010 et Gidenne et al, 2015**).

Ainsi, les besoins en lysine et en acides aminés soufrés sont proches de 0,6 % et ceux en arginine sont d'au moins 0,8% (**Blum, 1984**).

Lorsque les protéines alimentaires apportent ces acides aminés indispensables, la ration peut ne contenir que 10 à 12% de protéines digestibles (**Gidenne et al, 2015**).

La réduction de taux de protéique (21% vs 18%) ou la supplémentation en arginine réduit la mortalité et modifie le profil de la communauté bactérienne iléale et caecale (**Combes et al, 2011**).

**b) En lipide :**

Les aliments qui composent normalement la ration contiennent suffisamment de matières grasses naturelles, de 2,5 à 3% en général, ces matières grasses peuvent servir comme source d'énergie. En effet, il ya deux fois plus d'énergie digestible dans la graisse que dans l'amidon. (Lebas *et al* ,1991).

**c) En cellulose :**

Chez le lapin la cellulose joue un rôle essentiel au niveau de l'encombrement du tube digestif comme facteur de lest, une teneur de 13 à 14 % est satisfaisante pour les jeune en croissance.

**d) En matière azoté :**

Elles doivent représenter 15 à 16% de la ration pour les jeunes en croissance, il faut que les protéines doivent admettre une certaine qualité, et doivent être constituées par un taux suffisant des acides aminés indispensables.

**e) En minéraux :**

Les besoins existent, donc les principaux éléments minéraux sont apportés en supplémentation des matières végétales, à l'intérieur des granulés (Lebas *et al*, 1991).

## ***CHAPITRE II:***

# ***Facteurs de variation des performances de croissance***

## II.1. La croissance

### II.1.1. Notion de Croissance

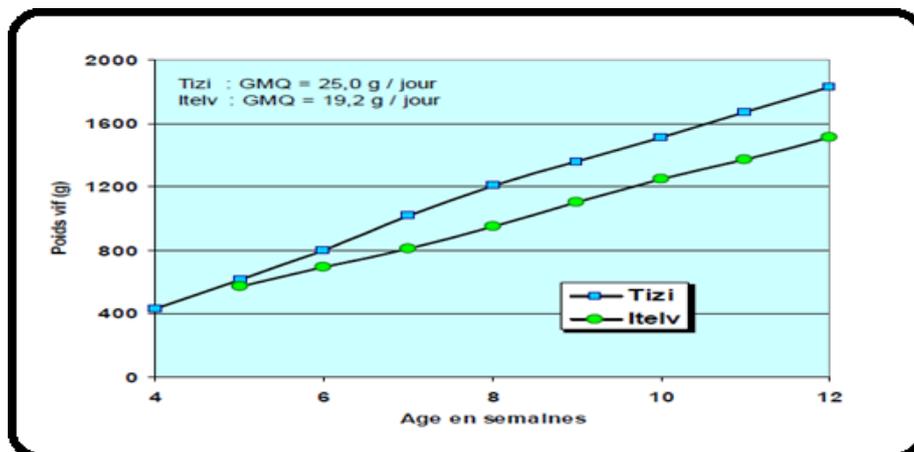
C'est une augmentation de la mesure de l'organisme. D'après (**Prud'hon et al, 1970**), la croissance est le changement du poids corporel, de l'anatomie et de la composition biochimique d'un animal de la conception à l'âge adulte. Cette augmentation est le résultat de mécanismes complexes régulant cette croissance, dont des phénomènes de prolifération, et des augmentations de la différenciation cellulaire, tissulaire et organique.

## II.2. Facteurs de variation des performances de croissance :

### II.2.1. L'influence du facteur génétique :

La croissance du lapereau avant le sevrage dépend de l'influence maternelle qui est la résultante du génotype de la mère et des facteurs environnant (milieu utérin, taille de la portée, aptitude laitière de la mère et comportement maternel post natal de la mère). Le poids du lapin à 11 semaines subit encore une influence maternelle, mais résulte de l'expression des potentialités génétiques transmises par le mâle de divers souches ou races (**Henaff et Jouve, 1988**).

La vitesse de croissance enregistrée à Baba Ali (19 g/J) et à Tizi Ouzou (25g/J) n'est probablement que la conséquence de l'utilisation d'un aliment mal équilibré. Compte tenu du poids adulte (2,9 kg), la vitesse de croissance devrait se situer aux environs de 28 à 30 g/J (**Lebas, 2007**).



**Figure 04:** Evolution moyenne du poids vif entre 4 et 12 semaines des lapins de population locale algérienne (**Lebas et al., 2007**).

Il à signaler que la vitesse de croissance augmente sensiblement avec le poids vif adulte (Lebas, 2007) (Tableau 9).

**Tableau 02 :** Variation de poids adulte et de gain moyen quotidien selon différentephénotype, un essai à Toulouse (Lebas, 2007)

Génotype	A	B	C
Poids Adulte	3350	3850	4350
GMQ Aliment Equilibré	<b>32,9</b>	<b>36,9</b>	<b>40,2 g/j</b>

### II.2.2. L'influence de l'exercice physique :

Combes et *al.* (2005), on étudie les effets de l'exercice (sauts obligatoire entre mangeoires et abreuvoirs), effectués durant toute la durée de l'engraissement. Au sevrage, les animaux on était reparti en 2 lots. Les lapins du groupe exercice (EXE) on était élevé collectivement dans des cages géantes (1.32 m<sup>2</sup>) munies de 2 obstacles verticaux, éparant les sources d'alimentation et l'abreuvement. Les lapins du groupe secondaire (SED) ont était placé individuellement dans des cages. Les lapins des lots EXE présentent au cours de la période d'étude, une vitesse de croissance similaire à celle des lapins des lots SED mais l'indice de consommation est amélioré. En effet la consommation d'aliment du lapin du lot EXE tend à être inférieure à celle des lapins du lot SED. Dans les dispositifs a plateforme, jehl et al (2003), ont précédemment observé une croissance similaire ou légèrement détérioré par apport au lapin élevé en cage collective classique.

### II.2.3. L'influence du numéro de portée :

Selon Ouyed et *al.* (2007b), les lapereaux provenant de la 4ieme et la 5ieme portée présentent les performances les plus faible pour le GMQ (43.7 g/j Vs 45.9 g/j a la 2ème portée), la CMQ (131.5 g/j Vs 138.7 g/j a la liere portée) et le poids a 63 jours (2247 g Vs 2309 g a la 2ème portée). Ces résultats sont en désaccord avec ceux d'Ozimba et Lukefahr (1991), que ne rapporte aucun effet significatif du numéro de la portée sur les performances de croissance. Orengo et *al.* (2004) obtient les performances les plus faibles pour les poids en 60 jours, la vitesse de croissance et la consommation alimentaire chez les lapins issus des liere portées.

### II.2.4. Influence de l'alimentation :

L'effet du rationnement sur la croissance a été rapporté plusieurs auteurs : une restriction alimentaire à l'engraissement conduit à une réduction de la vitesse de la croissance si la ration

distribuée est inférieure à 85-90% de l'aliment distribué à volonté (**Castello et al., 1989 ; Arveux, 1991 ; Tudela et Lebas, 2006**).

La présence ou l'absence des aliments dans la ration, l'équilibre entre divers constituants et le niveau d'énergie et de protéines dans la ration, sont des facteurs qui interviennent dans la croissance des lapereaux (Ouhayoun, 1983). La vitesse de croissance est maximisée si les équilibres recommandés sont respectés : un aliment distribué à volonté, de 2500 kcal d'énergie digestible, 16% de protéines, 10 à 14 % de cellulose brute et de 2 à 3% de lipides (**Henaff et Jouve, 1988**). Dès qu'il y a déséquilibre, la vitesse de croissance sera ralentie.

La distribution d'un aliment rationné de nuit plutôt que de jour conduit à l'amélioration de l'indice de consommation lors des 3 premières semaines d'engraissement. Ce bénéfice se traduit sur la globalité de l'engraissement dont la fin est menée en alimentation à volonté. L'observation des lapins en fin d'engraissement lors du passage à l'alimentation à volonté permettrait de savoir si le rythme imposé aux animaux pendant les 3 semaines après sevrage est maintenu (**Weisseman et al., 2009**).

#### **II.2.4.1.L'effet de l'apport des protéines :**

Un taux élevé de protéines dans la ration accélère la croissance (Lebas et Ouhayoun, 1987). Lorsqu'il y a la baisse de la qualité et la quantité de ces derniers, le lapin réduit sa consommation et donc sa croissance (Lebas et al., 1984). L'absence d'un seul acide aminé essentiel peut être considéré comme un manque global de protéines (**Lebas et Colin ; 1992**).

Cependant un excès de protéines peut perturber l'équilibre dans le caecum en stimulant la flore protéolytique. Les concentrations élevées en ammoniac accroissent le pH d'où le risque de troubles digestifs (**Benali, 2018**).

#### **II.2.4.2.L'effet du rapport protéines / énergie :**

Après le sevrage, les équilibres alimentaires de la ration en particulier la concentration en énergie digestible et le taux des protéines digestibles, ont une importance prépondérante sur la croissance des lapereaux. L'effet du niveau protéique sur la croissance dépend de la concentration énergétique de l'aliment. Ainsi, Martina et al. (1974) n'observent pas la différence de croissance chez le lapin réservant des aliments iso- énergétique de 2400 kcal / kg et contenant 16 à 18% de protéines. Mais avec une teneur en énergie plus élevée de 2550

kcal ED/kg, l'aliment ne contenant que 16% de protéines diminue les performances de croissance et d'abattage (**Tableau 10**).

**Tableau 03:** L'effet du niveau protéique et de la concentration en énergie digestible de l'aliment sur les performances de l'abattage du lapin âgé de 90 jours (**Martina et al., 1974**).

Energie (kcal/kg)	2400		2550	
Protéines %	16	18	16	18
P/E (g/100kcal)	6,67	7,5	6,27	7,05
Poids (kg)	2,12	2,15	1,83	2,39

#### II.2.4.3.L'effet de l'apport de lest :

Dans l'alimentation des lapines en croissance, un apport minimum de lest est considéré comme nécessaire pour assurer un bon fonctionnement du tube digestif. La croissance est sensiblement réduite lorsque l'apport en fibre est déficient (<16% ADF) (Peinheiro et Gidenne, 1999). Perez et al. (1996) suggèrent qu'un taux assez élevé en cellulose est nécessaire en début de la croissance pour réduire la mortalité, alors qu'un taux de 12% semble suffisant en fin d'engraissement, s'il renferme au moins 4,5% de lignine. Cependant, l'excès de cellulose brute (>16%) peut réduire la teneur en énergie digestible et la faire passer en dessous du seuil de régulation des aliments (Lebas, 1984). Le lapin sera simultanément en carence en protéines et en énergie. Un déficit <12% entraîne un ralentissement du transit digestif.

#### II.2.5. Influence de l'environnement :

##### II.2.5.1. L'effet de la température ambiante :

Les performances de croissance sont affectées à partir de 25 °C (Grazzani et Dubini, 1982 ; Samoggia, 1987). L'augmentation de la température ambiante entraîne une réduction de l'ingestion alimentaire, d'où baisse des performances car l'animal se trouve en déficit nutritionnel et donc en brusque ralentissement de la croissance (**Colin, 1985 ; 1995**).

Par contre, une baisse de la température engendre une consommation accrue de l'aliment et donc une augmentation de la vitesse de croissance mais un mauvais indice de consommation.

**Tableau 04:** Effet des basses et hautes températures sur la croissance (Cheiriccato et *al.*, 1992).

Performance / Température °C	11-12	26-28
Poids initial (g)	1154	1171
Poids final (g)	3227	2686
GMQ (g/J)	32,6	26,6

#### II.2.5.2. Effet de la saison :

Le poids des lapins nés en saison fraîche est plus élevé que celui des lapins nés en saison chaude (Kamal et al, 1994). Aussi, le GMQ est plus élevé que celui de la période chaude avec respectivement 37 et 25 g/J (Cheiriccato et *al.*, 1992). Ainsi les performances de croissance sont meilleures pendant le temps d'hiver et diminue en printemps et en été.

**Tableau 05:** Effet de saison sur les caractères de croissance (Baselga, 1978)

Critères	Poids moyen au sevrage	Poids moyen à l'abattage	GMQ (g)
Saison			
Hiver	547	2261	35
Printemps	599	2152	31,7
Eté	550	2114	32,2
Automne	549	2220	34,1

#### II.2.5.3. Effet de l'hygrométrie :

Le lapin est un animal très sensible aux variations de l'hygrométrie, une faible hygrométrie favorise la formation de poussière qui dessèche les voies respiratoire entraînant ainsi une sensibilité accrue à l'infection, il ne l'est pas lorsque celle-ci est trop élevée (Lebas et *al.*, 1996). Une humidité maintenue entre 55 et 80% est de préférence, elle serait idéal entre 60 et 70% (Lebas et *al.*, 1991).

#### II.2.5.4. Effet de la densité :

Selon Colmin et *al.* (1982), une densité de 15,6 lapin /m<sup>2</sup> permet une forte vitesse de croissance et moins de compétition entre les animaux. Par contre, une densité supérieure à 16 lapins /m<sup>2</sup> réduit les performances de croissance (Martin, 1982). Lebas et *al.*, (1991) précisent

qu'il ne faut pas placer plus de 16 à 18 lapins / m<sup>2</sup> ceci dit, ne pas dépasser 40 kg de poids vif / m<sup>2</sup>.

#### II.2.5.5. Effet du mode de logement :

Le mode de logement a un effet très important sur la croissance. En effet, Jehl et *al.* (2003) ont constaté que les lapins logés en parc présentent une vitesse de croissance inférieure à celle des lapins logés en cages et le poids de ces derniers à l'abattage est ainsi supérieur de 130g (**Tableau 06**).

**Tableau 06:** L'incidence du mode de logement sur les performances zootechniques du lapin (souche Hyplus) (Jehl et *al.*, 2003).

	Cages	Parc
<b>Poids à 35 J (g)</b>	907	904
<b>Poids à 49J (g)</b>	1651	1549
<b>Poids à 63 J (g)</b>	2252	2111
<b>Poids à 70J (g)</b>	2446	2251

#### II.2.6. L'influence de mode logement

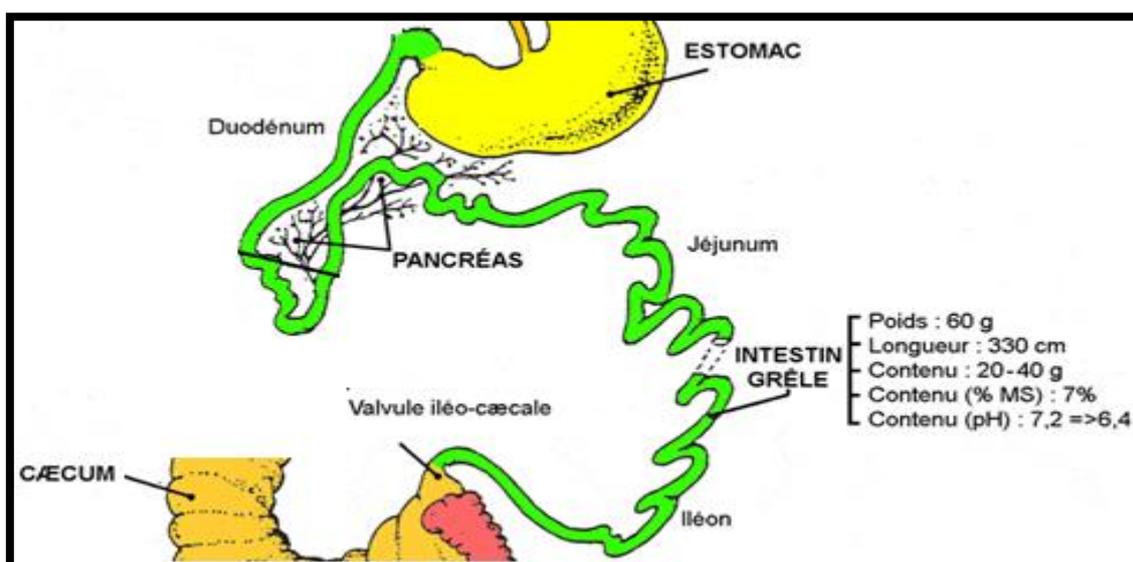
La conduite d'un élevage de lapin est différente de celle des autres élevages de la basse-cour. Le lapin est un animal qui nécessite des soins quotidiens et une surveillance régulière. Il a besoin de vivre dans un endroit propre. Une cage bien construite lui permet de bien croître et de se reproduire dans de bonnes conditions. On peut distinguer plusieurs types de cages en fonction de leurs usages: cage mère, cage d'engraissement, cage mâle, cage futur reproducteur et attente-gestante (**Kpodekon et al, 2018**).

***CHAPITRE III:***  
***HISTOLOGIE ET***  
***PHYSIOLOGIE***  
***DIGESTIVE DU***  
***LAPIN***

### III.1. Anatomie de l'intestin grêle

Site majeur des phénomènes de digestion et d'absorption, L'intestin grêle représente une augmentation considérable de la surface d'échange entre le milieu extérieur et le milieu intérieur. Au plan anatomique, il mesure environ 3 mètres de long chez l'adulte, et est replié en anses intestinales (Djago et Kpodékon, 2000).

Il est classiquement divisé en 3 parties (Figure 1) : le duodénum, le jéjunum et l'iléon. A la surface de la paroi intestinale, les valvules conniventes, replis circulaires macroscopiques, participent également à l'augmentation de la surface d'échange.



**Figure 05** : Schéma des différents éléments du tube digestif du lapin (d'après Lebas et al., 1996b)

Dès l'entrée dans l'intestin grêle, le contenu est dilué par l'afflux de bile, par les premières sécrétions intestinales et enfin par le suc pancréatique. Sous l'action des enzymes contenues dans ces deux sécrétions, les éléments aisément dégradables sont libérés, franchissent la paroi de l'intestin et sont répartis par le sang en direction des cellules de l'organisme après le passage obligé par le foie (système porte) ( Lebas et al., 1996).

Les particules non dégradées, après un séjour total d'environ 1 heure 30 dans l'intestin grêle, entrent dans le caecum. Elles vont obligatoirement y séjourner un certain temps (de 2 à 12 heures). Pendant cette période elles subissent une attaque par les enzymes des bactéries vivant dans le caecum.

Les éléments dégradables par cette nouvelle forme d'attaque sont libérés (acides gras volatils principalement) et à leur tour franchissent la paroi du tube digestif, puis sont repris par le sang.

### III.2. Transit, digestion et absorption au niveau de l'intestin grêle

A propos de Transit, digestion et absorption dans l'intestin grêle (IG) Lors de son arrivée dans le duodénum (début de l'IG) 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 (la figure ci-dessous) pour se fixer autour de la neutralité vers 6,5-7,2.

Temps de séjour moyen des particules alimentaires dans les différents segments du tube digestif du lapin, en fonction de la quantité de fibres ingérées chaque jour (fibres exprimées en NDF) (Gidenne., 1993).

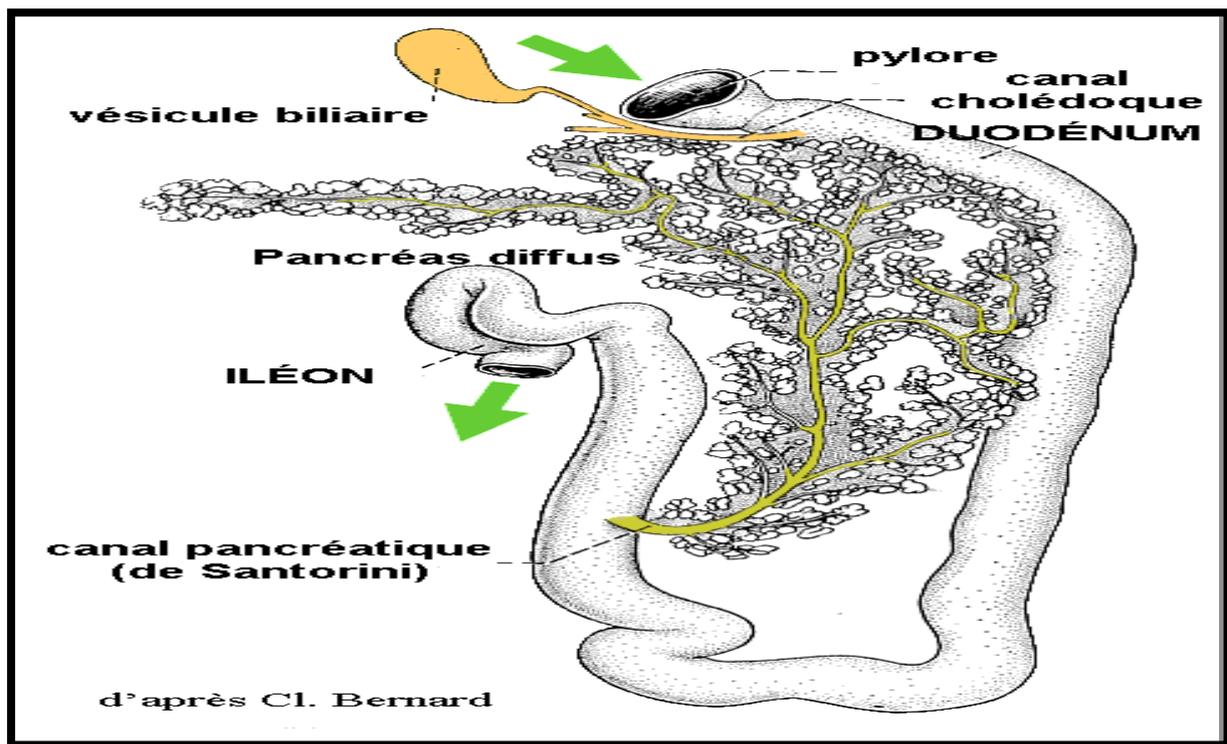


Figure 06 : structure et fonction de pancréas (Bernard., 1993)

Dans ce nouveaux milieu agissent de très nombreuses enzymes fournies par le pancréas (lipase, amylase, trypsine, chymotrypsine, ...) et les glandes de la muqueuse intestinale (carboxypeptidases, disaccharasidases, ...) La bile ne contient pas d'enzymes, mais des sels biliaires indispensables à la digestion des lipides, ainsi que des IgA (nous verrons plus loin leur importance) (Lebas., 2006).

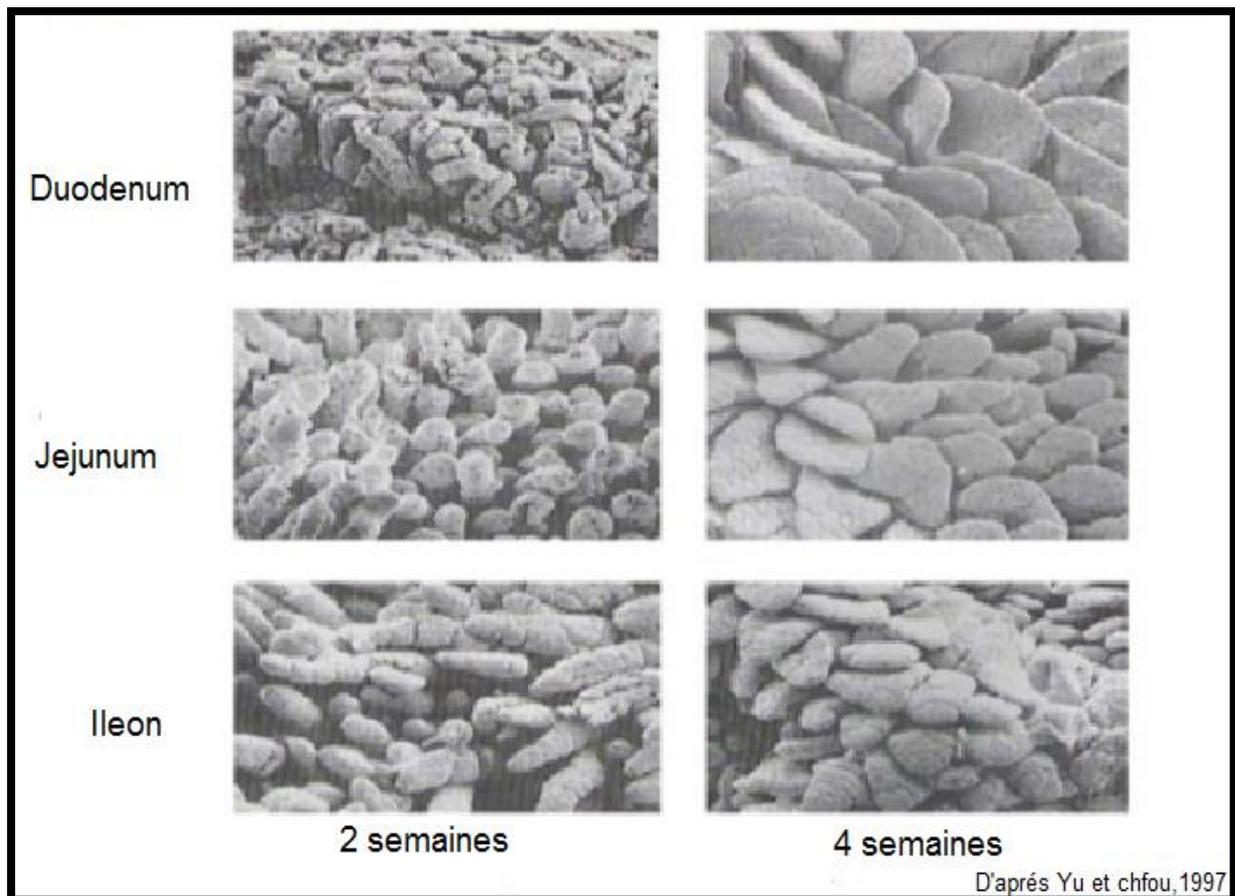
Au cours de 2-3 heures maximum que dure le transit digestif dans l'intestin grêle :

- 60 à 80% des lipides sont digérés et les produits (acides gras libres, monoglycérides, glycérol) sont absorbés et se retrouvent dans les canaux lymphatiques en direction du foie.
- 50 à 75% des protéines sont digérées et les produits (acides aminés libres, mono- et di-peptides) se retrouvent dans le sang veineux du système porte en direction du foie.
- 95 à 98% de l'amidon et des sucres simples sont hydrolysés en oses de base (glucose, fructose, ...) qui se retrouvent dans le sang veineux du système porte en direction du foie.
- les fibres ne sont pratiquement pas modifiées (sauf un peu dans l'iléon terminal sous l'action des bactéries présentes (**Lebas., 2006**)).

### III.3. Evolution du tube digestif chez le lapereau

Les villosités changent de forme avec l'âge (apparition de villosités en feuille ou de langues en particulier au niveau duodénal). Elles s'allongeraient jusqu'à 8 semaines.

Une alimentation riche en fibres semble conduire à des villosités plus courtes



**Figure 07 :** évolution des villosités intestinales vues au microscope électronique (**Yu et chfou., 1997**)

### III.4. Histologie de l'appareil digestif

Le tube digestif, de l'œsophage à l'anus, a une structure histologique commune avec quatre couches individualisées. Il existe cependant selon les segments du tube digestif des différences importantes de calibre et de structure de la muqueuse..

**Tableau 07** : Les quatre couches de la paroi du tube digestif (Arvy et More, 1975).

<b>1. Muqueuse</b>	Épithélium	De nature et structure variée (malpighien/glandulaire), séparé du chorion par une membrane basale
	Chorion (lamina propria)	Tissu conjonctif
	Musculaire muqueuse (muscularis mucosæ)	Cellules musculaires lisses
<b>2. Sous-muqueuse</b>		Tissu conjonctif, nerfs (plexus sous-muqueux de Meissner)
<b>3. Musculeuse</b>		Cellules musculaires lisses en couches épaisses Nerfs (plexus myentérique d'Auerbach) et cellules de Cajal
<b>4. Adventice ou sous-séreuse</b>		Tissu conjonctif
<b>Séreuse éventuelle</b>		Péritoine viscéral

Les prélèvements biopsiques réalisés lors d'une endoscopie intéressent la muqueuse. La musculaire muqueuse est une structure propre au tube digestif.

#### III.4.1. L'intestin grêle

La paroi de l'intestin grêle est divisée en différentes couches : la muqueuse, la musculaire muqueuse, la sous muqueuse, la musculeuse et la séreuse. Dans la sous-muqueuse, des glandes exocrines sont observées au niveau duodénal : les glandes de Brunner, sécrétant une solution contenant des mucines et des bicarbonates participant à la neutralisation du chyme gastrique (Schumacher et al., 2004).

**Tableau 08** : Particularités structurelles histologiques de l'intestin grêle.

	Épithélium	Chorion de la muqueuse	Sous-muqueuse	Musculeuse	Adventice /sous-séreuse	Séreuse (péritoine viscéral)
<b>Intestin grêle</b>	Glandulaire avec : - villosités - cryptes	Iléon : plaques de Peyer	<u>Duodénum</u> : glandes de Brunner. <u>Jéjunum</u> : valvules Conniventes. <u>Iléon</u> : plaques de Peyer.	Deux couches	sous-séreuse	Oui

### III.4.1.1. La muqueuse

Elle est constituée d'un épithélium de revêtement, d'un chorion et d'une musculaire muqueuse. Au contact de la lumière digestive, *l'épithélium de revêtement* simple cylindrique est composé de plusieurs types cellulaires et apparaît d'une coloration basophile soutenue. Le *chorion*, ou *lamina propria*, est un conjonctif très délicat et riche en fibres de réticuline.

Il forme le corps des villosités et entoure les glandes intestinales. Richement vascularisé, il a un rôle de nutrition et de transport des nutriments lié à la fonction d'absorption digestive. Le tissu lymphoïde associé au tube digestif (G.A.L.T. ou Gut Associated Lymphoid Tissue) est présent dans le chorion sous la forme de lymphocytes diffus ou de lymphonodules lymphoïdes. Des formations lymphoïdes volumineuses appelées « plaques de Peyer » se développent à cheval sur la muqueuse et la sous-muqueuse et sont généralement considérées comme caractéristiques de l'iléon, en particulier chez les carnivores domestiques.

La *musculaire muqueuse* est une fine couche de fibres musculaires lisses composée d'une couche interne circulaire et d'une couche externe longitudinale.

### III.4.1.2. La sous-muqueuse

Elle est constituée de tissu conjonctif dense contenant la majorité des vaisseaux sanguins et lymphatiques. Elle contient le plexus nerveux sous-muqueux de Meissner, formé de fibres amyéliniques qui s'étendent jusqu'aux villosités. Elle possède des soulèvements macroscopiques de l'ordre du millimètre qui constituent les *valvules conniventes* dans les deux premiers tiers de l'intestin grêle et qui disparaissent lorsque l'organe est distendu. Dans le duodénum, la sous-muqueuse contient des glandes muqueuses tubuleuses contournées composées appelées « glandes de Brunner ». Ces glandes sécrètent un produit essentiellement muqueux qui permet la lubrification de la surface épithéliale et protège contre l'acidité gastrique du chyme (Arvy et More, 1975).

### III.4.1.3. La musculuse

Elle est formée de deux couches de fibres musculaires lisses, *la circulaire interne* et la *longitudinale externe*, qui sont perpendiculaires entre elles. Entre ces deux couches se trouve le plexus nerveux mésentérique d'Auerbach, riche en fibres myélinisées.

La couche musculuse est responsable des *mouvements péristaltiques* de l'intestin grêle. La couche circulaire interne est responsable des mouvements de segmentation du contenu

intestinal alors que la couche longitudinale externe permet la progression du bol alimentaire (Banks, 1993).

#### III.4.1.4. La séreuse

La couche la plus externe, constituée de tissu conjonctif lâche, est tapissée sur son versant externe par un épithélium simple d'aspect endothélial appelé *mésothélium*. Ce dernier constitue le feuillet viscéral de la séreuse péritonéale et permet le maintien de l'ensemble de la structure intestinale (Arvy et More, 1975).

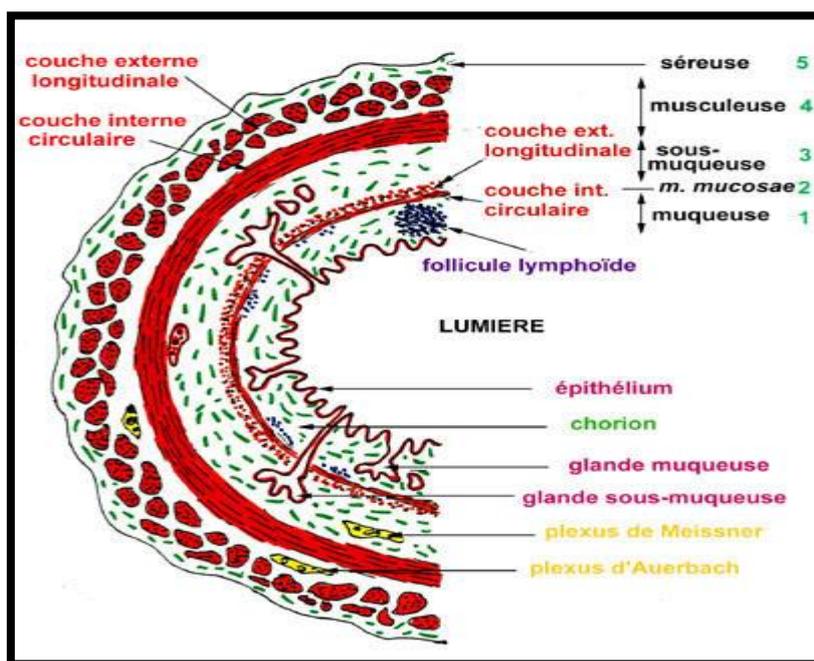


Figure 08 : Structure histologique de la paroi digestive (coupe transversale) ; (Bucket et al.,1993)

Tableau 9 : Principaux types et sécrétions cellulaires épithéliales de l'intestin grêle.

Organe	Partie de la muqueuse	Cellules	Sécrétion
Intestin grêle	Villosités	Entérocytes	
		Cellules caliciformes	Mucus
	Cryptes	Entérocytes	
		Cellules caliciformes	Mucus
		Cellules de Paneth	Lysozyme Défensines

### III.4.2. Architecture de la muqueuse

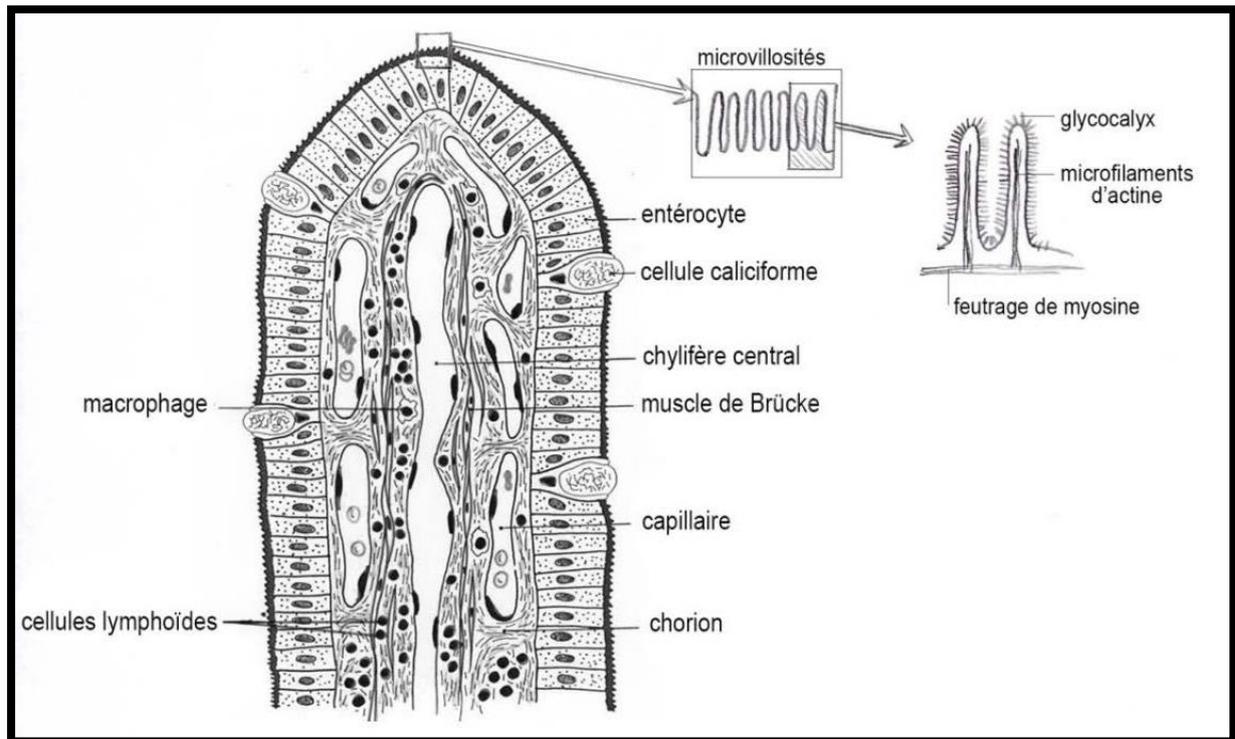
La fonction de la muqueuse est l'*absorption*, amplifiée grâce à l'augmentation de sa surface d'échange via les villosités. La forme de ces villosités est variable selon l'espèce animale et la région de l'intestin. Chez les carnivores, les villosités sont longues, fines et nombreuses dans le duodénum et le jéjunum proximal/moyen, et apparaissent plus courtes, trapues et moins nombreuses dans l'iléon. Les villosités s'invaginent en glandes spécifiques de l'intestin grêle : les cryptes ou glandes intestinales de Lieberkühn. La muqueuse peut donc être divisée en deux étages, l'un, superficiel, comprenant les *villosités* intestinales et l'autre, plus profond, au contact de la musculaire muqueuse, composé des *cryptes de Lieberkühn* (Arvy et More, 1975).

L'épithélium simple cylindrique qui borde les villosités comporte deux types cellulaires: les entérocytes et les cellules caliciformes (Figure 7 : Structure histologique d'une villosité, d'après Polycopié d'histologie, Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort). Les **entérocytes** sont majoritaires et sont responsables de la fonction d'absorption intestinale. Au pôle apical de la cellule, on observe une bordure en brosse ou plateau strié formée de microvillosités rectilignes, parallèles et de même calibre, dispositif qui augmente largement la surface membranaire. A la surface de ces microvillosités se trouve un glycocalix imprégné d'enzymes digestives, ainsi qu'un feutrage de myosine qui favorise l'absorption. Les cellules caliciformes, également appelées « cellules à mucus », sont présentes en plus grande quantité au niveau iléal. Ce sont de véritables glandes unicellulaires à mucus (Arvy et More, 1975).

L'épithélium qui borde les glandes intestinales de Lieberkühn ressemble à celui des villosités mais présente également des cellules argentaffines à fonction endocrine. Cet épithélium présente une activité mitotique importante. Les cellules se multiplient, se différencient puis migrent dans les villosités pour donner entérocytes et cellules caliciformes.

Elles sont à leur tour poussées au sommet des villosités par de nouvelles cellules et sont enfin éliminées dans la lumière intestinale.

Au centre de la villosité se trouve un *chylifère*, vaisseau lymphatique, naissant en « cul de sac », et gagnant la partie superficielle du chorion pour s'anastomoser en un très riche réseau muqueux. Dans le corps de la villosité, en périphérie du chylifère, le *muscle de Brücke* ou muscle villositaire est présent. Le chorion du corps de la villosité est richement irrigué.



**Figure 09** : Structure histologique d'une villosité, d'après Polycopié d'histologie, Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort

#### III.4.2.1. Cellules de l'épithélium villositaire

L'épithélium qui borde les villosités comporte :

Dans l'étage des cryptes, on observe quatre types cellulaires, dont certains sont communs à l'étage des villosités (Figure 7) :

- des entérocytes et des cellules caliciformes
- des cellules immatures dites « intermédiaires » qui se différencient ensuite en entérocytes ou cellules caliciformes
- des cellules neuroendocrines ou argentaffines, rencontrées en plus grand nombre dans les cryptes qu'au niveau des villosités. Elles sont responsables de plusieurs types de sécrétions hormonales.

**DEUXIÈME PARTIE:  
ÉTUDE  
EXPÉRIMENTALE**

## I. Matériels et méthodes

### I.1. Présentation de l'étude

L'objectif de cette étude est d'étudier l'effet des différentes teneurs en protéines sur les paramètres zootechniques et l'histométrie des différentes parties de l'intestin grêle (en mesurant la longueur, la largeur et la surface des villosités). Des lapins en engraissement élevés au chaud.

#### I.1.1. Lieu et durée de l'expérimentation

Le suivi de l'élevage s'effectue au niveau d'un petit clapier à Tébessa de la région de « bouchebka » durant la période allant du 20/07/2021 au 31/08/2021

Et l'étude a été réalisée au niveau de l'ENSV laboratoire d'Anatomie pathologique, durant la période allant du 01 janvier au 04 avril 2022.

#### I.1.2. Aliment

Au cours de l'expérience, les animaux ont été nourris. Les lapins des trois groupes étaient nourris *ad libitum*, avec trois régimes alimentaires iso énergétiques (2500 Kcal/kg) mais renfermant des taux protéiques différents :

Groupe A : recevant une alimentation à 16% de protéines,

Groupe B : recevant une alimentation à 18% de protéines,

Groupe C : recevant une alimentation à 20% de protéines

L'aliment provient de l'unité de fabrication d'aliments de Bouzaréah (Alger). Il est composé de maïs, de tourteau de soja, de luzerne, de son, de calcaire, de phosphate bicalcique et de CMV spécial lapin.

#### I.1.3. Les animaux

Soixante-douze lapins âgés de 42j de population locale, ont été pesés et répartis en 3 lots (lot A, B et C) de 24 sujets de poids moyen  $854.66 \pm 0.32$ , les lapins ont été logés dans des cages d'engraissement et selon les modalités suivantes :

Les lapins de chaque lot sont répartis en 6 cages à raison de 4 lapins par cage. (soit 24 sujets par traitement)

## I.2. Conditions d'ambiance :

### I.2.1 Température :

Durant toute la période expérimentale, les lapins des lots A, B et C ont été exposés à une température de 30°C.

La température est mesurée quotidiennement à l'aide d'un thermomètre placé au milieu du bâtiment.

**Tableau 10** : Les températures enregistrées durant l'essai.

	matin	Mi-journée	Soir
L'écart type	±1.28	±4.06	±2.57
Moyenne	17.63	29.52	19.32

## II. Les mesures :

### II.1 Paramètres zootechnique :

#### II.1.1. Poids vif moyen :

Le poids vif est mesuré A J42 d'âge, et J91 d'âge pour lot.

Le poids vif moyen a été calculé selon la formule suivante :

$$\text{Le poids vif moyen (g)} = \frac{\text{le poids vif total des sujets (g)}}{\text{le nombre des sujets}}$$

#### II.1.2 Le gain de poids :

Le gain de poids est estimé par la différence entre le poids vif moyen final et initial de la période considérée

$$\text{Gain de poids(g)} = \text{poids vif final} - \text{le poids vif initial}$$

#### II.1.3 L'ingéré alimentaire:

La quantité moyen d'aliment consommé est mesuré pour les 3 lots pendant toute la partie expérimentale, afin d'estimer la quantité réelle d'aliment consommé.

La quantité d'aliment consommé (g) = (quantité d'aliment distribuée – le refus) / nombre de lapins

#### II.1.4 L'indice de conversion :

C'est le rapport entre la quantité moyenne d'aliment ingéré et le gain de poids moyen réalisé pour une période donnée, il est calculé selon la formule suivante :

$$IC(g/g) = \text{consommation d'aliment par sujet} / \text{le gain de poids par sujet}$$

### III. L'histométrie

L'étude a été réalisée sur 30 animaux, ( 10 lapins par traitement, de poids corporel uniforme. Après abattage à 91 jours d'âge, l'intestin grêle a été prélevé et divisé en trois segments duodénum, jéjunum et iléon Un échantillon d'environ 1 cm a été prélevé, fixé avec une solution de formol à 4 % et conservé pour faire les coupes histologiques après.

#### III.1. Les techniques histologiques

Les différentes étapes de la réalisation des lames :

##### III.1.1.La fixation

► L'objectif : la fixation permet d'immobiliser les structures et les constituants cellulaires dans un état aussi voisin que possible du vivant et ainsi les conserver pour permettre des préparations permanentes.

La morphologie des cellules et des tissus dépend essentiellement des protéines (principaux composants de la matière vivante). Par conséquent, un bon fixateur histologique doit être un bon fixateur de protéines.

Les méthodes d'immobilisation habituelles insolubilisent les protéines, soit en les précipitant (dénaturation et coagulation), soit en les polymérisant (formation de ponts entre les chaînes protéiques).

► Mode opératoire : La fixation doit être effectuée immédiatement après le prélèvement, soit sur le terrain, soit en laboratoire, afin d'éviter la dégradation des tissus due à l'autolyse (destruction des enzymes contenues dans le tissu lui-même) et à l'altération microbienne.

Le volume de fixateur doit être de 20 à 50 fois le volume de l'échantillon. En règle générale, les pièces resteront dans le fixateur pendant 24 à 48 heures et y seront complètement immergées. Aucune pièce ne doit flotter au-dessus du dispositif de retenue car la fixation est mauvaise ou inégale. Cependant, ce temps doit être ajusté en fonction de la consistance et de la taille du tissu.

### III.1.2.L'inclusion et l'enrobage

► L'objectif : le but de l'inclusion est d'enfermer, le prélèvement dans une substance qui le pénètre et l'infiltrer. Les tissus acquièrent ainsi une consistance qui permet d'obtenir des coupes minces au microtome.

La substance d'inclusion, généralement la paraffine, est une substance liquide à chaud, solide à température ambiante, insoluble dans l'eau et dans l'alcool.

► Mode opératoire : L'échantillon fixé est d'abord découpé macroscopiquement en petits morceaux, car il s'agit d'un organe. Chaque pièce est clairement identifiée par un code (association de lettres et de chiffres). Transcrire dans le registre de travail.

Les échantillons sont ensuite stockés dans des paniers ou boîtes spécifiques et identifiés sur papier ou sur le bord de la boîte (noter avec un crayon fin).

L'opération continue :

- Déshydratation alcoolique, l'échantillon est d'abord déshydraté (immergé dans un bain continu d'alcool de concentration croissante jusqu'à l'alcool anhydre)
- Utilisez du solvant de paraffine au lieu de l'alcool (dilué), le solvant de paraffine est conçu pour éliminer l'alcool par trois bains successifs de toluène ou de xylène.
- Inclusions réelles dans de la paraffine fondue à la place du solvant.

### III.1.3.la micromisation et le collage des coupes sur lame

► L'objectif : Ils permettent d'obtenir des coupes d'une épaisseur de 5 à 10 µ et de les déposer sur un support en verre clair.

► Mode opératoire

- Utilisez un couteau pour retirer l'excédent de paraffine afin de lisser. Seuls environ 5 mm de paraffine doivent rester autour de la pièce.
- Assembler le bloc sur son support.

Un soin particulier doit être apporté au montage du bloc sur son support. Son orientation correcte par rapport à l'outil est primordiale. Le bloc doit rester parallèle au couteau. Le

couteau de microtome est très tranchant. Assurez-vous de suivre le moniteur sur la trancheuse pour l'installation.

Les éléments constitutifs du tissu ou de l'organe sont orientés aléatoirement par rapport aux coupes du bloc. Il est donc difficile de réaliser des coupes longitudinales ou transversales précises de la conduite. Si le rasoir est passé dans l'axe du tube, une coupe longitudinale ou axiale est obtenue. Cela apparaît comme deux lignes parallèles. On doit prêter une attention particulière au montage du bloc sur son support. Si la coupe est faite parallèlement à l'axe du tube, mais dans l'épaisseur même de sa paroi, il en résulte une coupe rectangulaire.

La coupe d'une sphère creuse près de son pôle, donne une coupe tangentielle qui aura la forme d'un petit disque sans cavité centrale. Si l'on coupe plus près de son centre on obtient un disque plus grand avec une cavité.

- Couper avec un microtome pour éliminer la paraffine de la face avant de l'échantillon afin d'obtenir une section complète du tissu à colorer.

Les échantillons immergés dans le solvant ont ensuite été immergés à chaud dans un bain continu de paraffine fondue à 56-60 degrés dans une étuve.

- le coulage du bloc à l'enrobage dans la paraffine

La préparation des blocs de paraffine (enrobage) se fait à l'aide de petits moules préchauffés dans lesquels de la paraffine fondue est coulée à l'aide d'un distributeur de paraffine. Dans celui-ci, la pièce est placée rapidement et elle est positionnée de manière appropriée en fonction de la section transversale ou longitudinale prévue. Laissez ensuite refroidir la paraffine.

Après refroidissement complet, le bloc de paraffine est démoulé.

Des fiches d'observation permettent de consigner les différentes étapes des inclusions.

#### **III.1.4. Coloration des lames**

La technique utilisée c'est la coloration topographique (hemalunéosine).

► Principe : Coloration histologique topographique, associant une coloration nucléaire par l'hématoxyline de Harris à une coloration des cytoplasmes et du collagène par l'éosine Y. L'éosine Y colore les cytoplasmes en rose et les fibres dans une gamme de roses plus ou moins vifs selon le taux d'acidophile des différents éléments.

► Technique :

→ Déparaffiner et réhydrater les lames → Colorer à l'Hématoxyline 5 min  
 → Rincer à l'eau courante → Plonger dans l'eau chlorhydrique  
 → Rincer à l'eau courante → Plonger dans l'eau ammoniacale  
 → Rincer à l'eau courante → Contrôler la différenciation au microscope  
 → Rincer à l'eau distillée → Colorer à l'Eosine Y 2 min  
 → Rincer à l'eau courante → Plonger dans l'alcool absolu en agitant la lame  $\approx 1$  min  
 → Plonger dans un deuxième bain d'alcool absolu  $\approx 2$  min → Plonger dans trois bains de xylène en agitant la lame.

### III.1.5. Le montage des coupes

► L'objectif : L'assemblage de ces pièces permet : la protection mécanique de la préparation, la préservation de la couleur et l'obtention d'un certain degré de transparence et d'indice de réfraction favorable d'un point de vue optique.

► Mode opératoire : Après coloration, déposer un milieu permanent aux propriétés réfractives tel que le verre (milieu synthétique comme la résine -Eukitt-) Sur chaque coupe et recouvrir d'une lamelle. Pendant le traitement, les bulles d'air ne doivent pas être insérées entre la lame et la lamelle, Les résultats obtenues (les noyaux : en violet, et le fond : en rose).

Après assemblage, les découpes sont stockées dans une boîte spécifique anti-poussière.

## IV. LES MESURES

### IV.1. Mesure des villosités intestinales

La lecture des lames au grossissement  $\times 100$  à l'aide d'un microscope MOTIC équipé d'une caméra. Mesurer la longueur et la largeur des villosités, Les intestins des lapins soumis aux trois régimes ont été dosés à l'aide du logiciel MOTIC Image plus 2.0.

La superficie des villosités a été calculée selon la formule suivante :

« L » : longueur

« l » : largeur

« S » : Surface des villosités :  $(L \times l) \times 3,14$

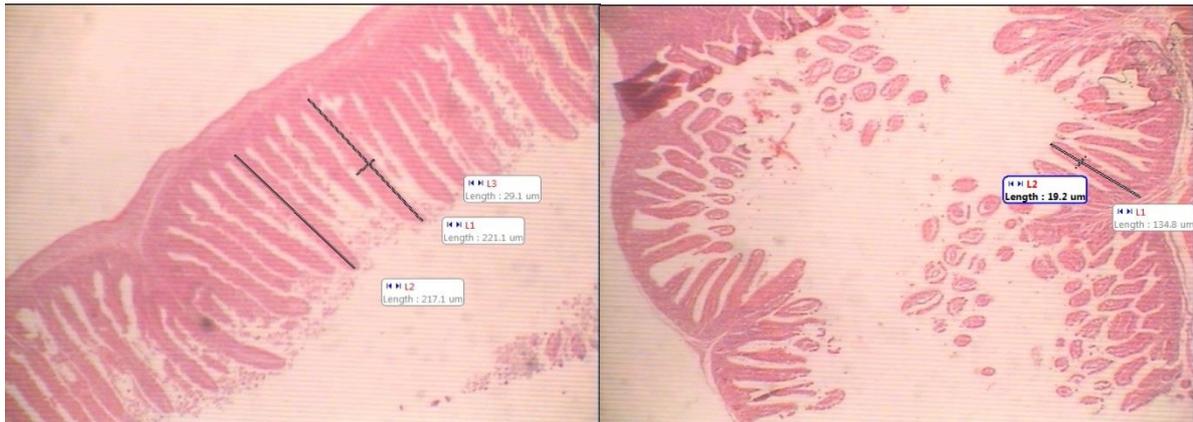


Photo 1 : Exemple de mesure avec MOTIC sur des coupe longitudinale (Photos personnel)

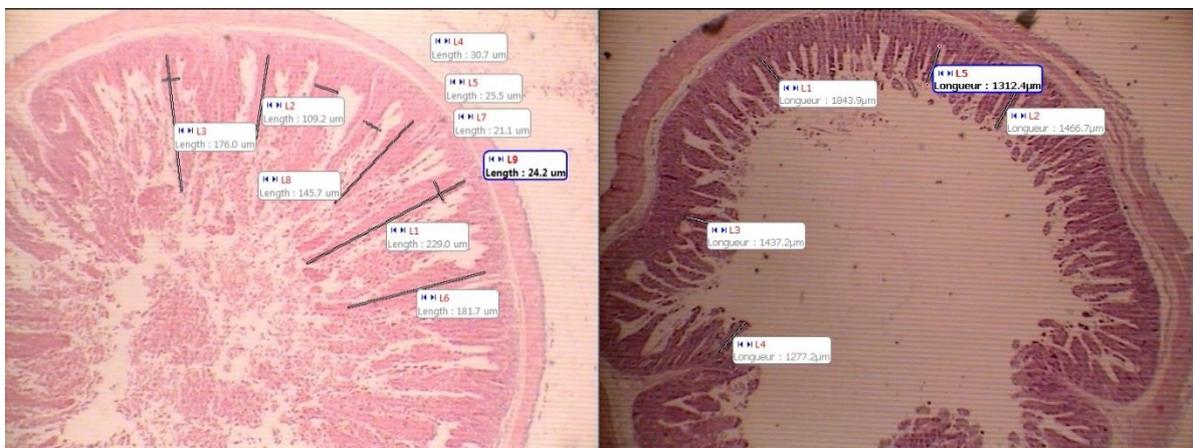


Photo 2 : Exemple de mesure avec MOTIC sur des coupe transversale (Photos personnel)

## V. L'analyse statistique

Différents résultats sont décrits avec une moyenne et l'erreur standard (SE, calculé à partir de l'écart type selon la formule :  $SE = \text{écart type}/n$ ).

Une analyse de variance unidirectionnelle (ANOVA 1) a été réalisée sur ces résultats afin de déterminer l'effet du régime alimentaire sur divers paramètres d'élevage et sur les villosités intestinales. Le seuil de signification était d'au moins 5 % ( $P < 0,05$ ).

Toutes ces analyses ont été réalisées à l'aide du Stat View (Abacus concepts, 1996, Inc., Berkeley, CA94704-1014, USA).

Dans nos conditions expérimentales, nous avons évalué l'efficacité de la teneur de l'alimentation en protéines sur l'amélioration des performances zootechniques du lapin de la population locale algérienne. Plus précisément, nous avons distribué trois régimes iso-énergétiques (2500 Kcal/kg) avec des taux protéiques différents (A =16% PB (témoin), B=18% PB et C=20% PB), et mesuré l'effet de la teneur en protéine sur la croissance des lapins de la population locale soumis à un stress thermique chronique (avec une température moyenne de 30°C).

## I. Performances Zootechniques :

### I.1. Effet de la teneur en protéine de l'alimentation sur le poids vif et le gain du poids du lapin locale élevé au chaud :

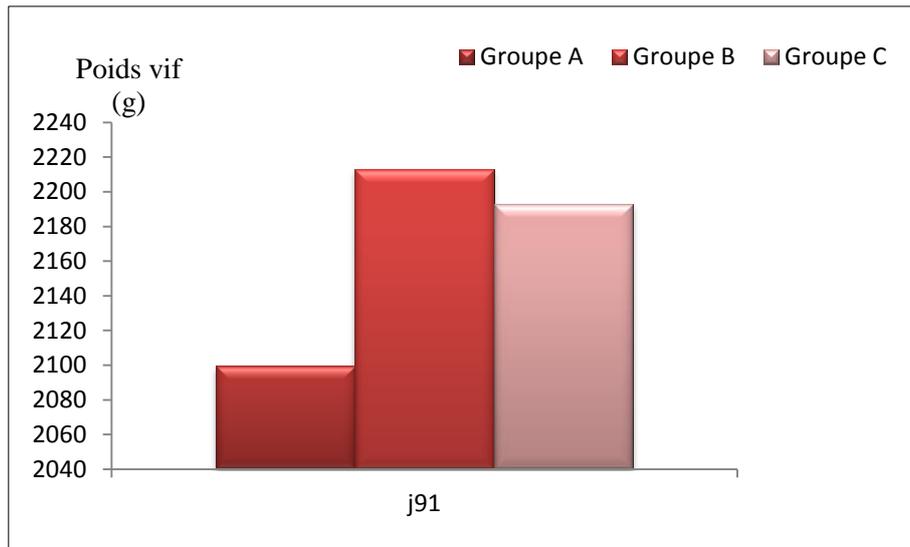
Les poids vif et le gain du poids sont représentés dans le tableau 11 et la figure 10

Les poids vif initiaux des trois lots expérimentaux (à l'âge de 42J) sont significativement similaires :  $854.66 \pm 0.32$  g.

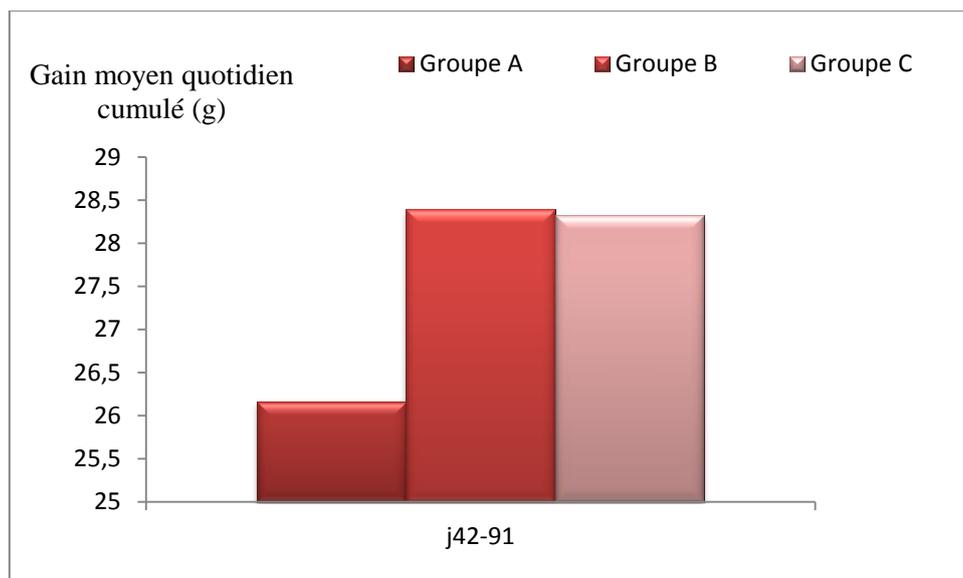
**Tableau 11:** Effet de la teneur en protéine de l'alimentation sur le poids vif et le gain du poids du lapin locale élevé au chaud les trois lots (A, B et C, n=6).

Période	Lot A Témoin	Lot B	Lot C	SEM ANOVA (P)
<b>Moyenne du poids vif (g)</b>				
J42	856,27±7,61	854,89±7,75	854,43±5,49	NS
J91	2099,45±163,55	2213,28±74,42	2193,18±83,66	NS
<b>Gain moyen quotidien (g)</b>				
J91	20,18±2,21	21,50±9,96	18,51±3,67	NS

A J91 les poids des lots B et C sont similaire avec un poids inférieure de lots A 100g, mais qui reste non significatif.



**Figure 10 :** Effet du niveau proteique de l'alimentation sur le poids vif final des trois lots (A, B et C, a j91; n=6)



**Figure 11 :** Le gain moyen quotidien cumulé des trois lots (A, B et C), n=6

**I.2. Effet de la teneur en protéine de l'alimentation sur l'ingéré alimentaire et l'indice de conversion du lapin locale élevé au chaud :**

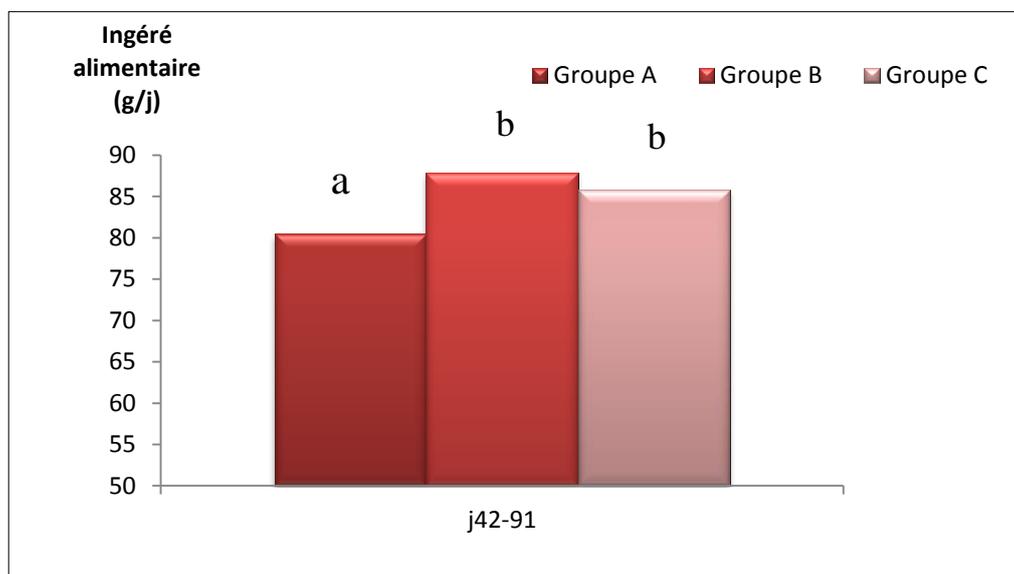
L'évolution d'ingéré alimentaire et les variations de l'indice de conversion des trois lots A, B et C au cours de l'expérimentation sont présentées dans le tableau 12 et les figures, 12et 13.

**Tableau 12 :** Effet de la teneur en protéine de l'alimentation sur l'ingéré alimentaire et l'indice de conversion du lapin locale élevé au chaud (n=6)

Période	Lot A	Lot B	Lot C	ANOVA (P)
Ingéré alimentaire (g)				
J42-J91	3942,82±367,5a	4304,18±223,5 b	4205,37±250,1 b	S
Indice de conversion				
J42-J91	3,194±0,19	3,175±0,50	3,143±0,32	NS

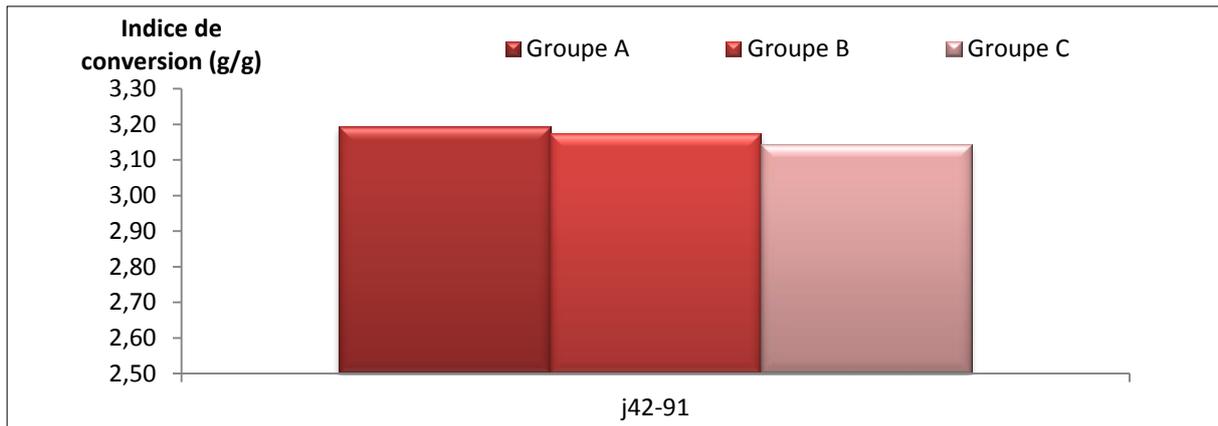
Pendant toute la période expérimentale, on constate une augmentation progressive et similaire de l'ingéré alimentaire hebdomadaire des trois lots A, B et C, cependant nous remarquons un ingéré un peu plus faible pour le lot A par rapport aux autres lots B et C.

L'analyse montre que la consommation alimentaire cumulé des lots B et C est quasi similaire, qui sont de 4304,18g et 4205,37g respectivement, par contre le lot A à un ingéré alimentaire cumulé le plus faible par rapport aux lots B et C de -9% et -7% successivement ( $p \leq 0.05$ ).



**Figure 12:** Effet de la teneur en protéine de l'alimentation sur l'ingéré alimentaire cumulée du lapin locale élevé au chaud ( moyenne ±SE, n=6)

En ce qui concerne l'indice de conversion, l'analyse statistique n'a révélé aucune différence significative.



**Figure 13 :** Effet de la teneur en protéine de l'alimentation sur l'indice de conversion (n=6)

## II. L'histométrie de l'intestin grêle

Les résultats liés à l'histologie des trois segments de l'intestin grêle des lapins recevant les trois régimes alimentaire sont :

### II.1.L'histométrie duodénil :

L'histométrie duodénil des trois lots A, B et C sont présentées dans le tableau 13 et les figures, 14 et 15.

**Tableau 13 :** Histométrie de l'intestin grêle (partie duodénil).

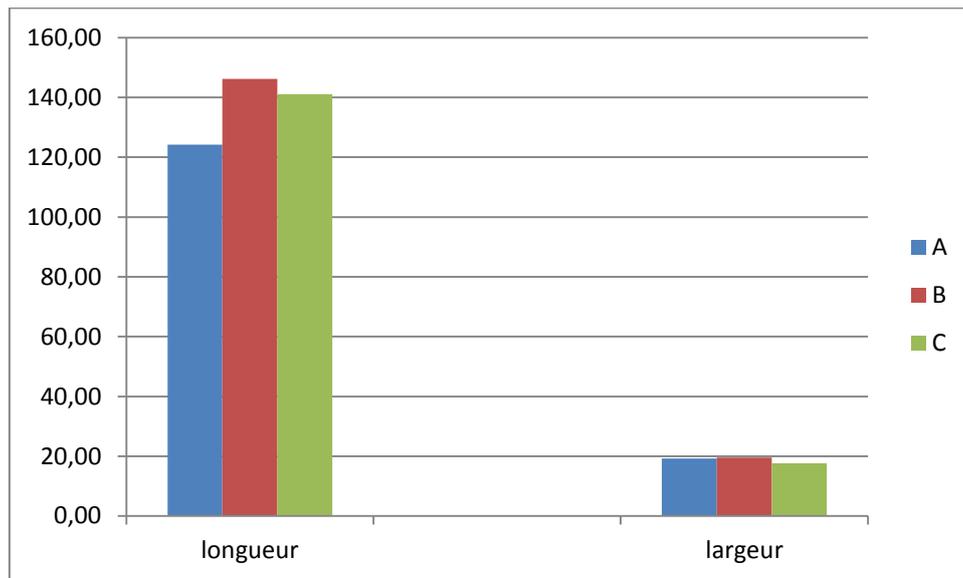
duodénil	A (16%PB)	B (18%PB)	C (20%PB)	ANOVA (P)
Longueur( $\mu\text{m}$ )	124,20 $\pm$ 16,48a	146,16 $\pm$ 16,84b	141,04 $\pm$ 15,12b	S
Largeur( $\mu\text{m}$ )	19,24 $\pm$ 2,15ab	19,60 $\pm$ 2,14a	17,66 $\pm$ 1,99b	S
Superficie( $\mu\text{m}^2$ )	7531,25 $\pm$ 461,64b	8960,98 $\pm$ 378,40a	7862,42 $\pm$ 442,97ab	S

A : Animaux nourris à 16 % (PB), B : Animaux nourris à 18 % (PB), C : Animaux nourris à 20 % (PB).

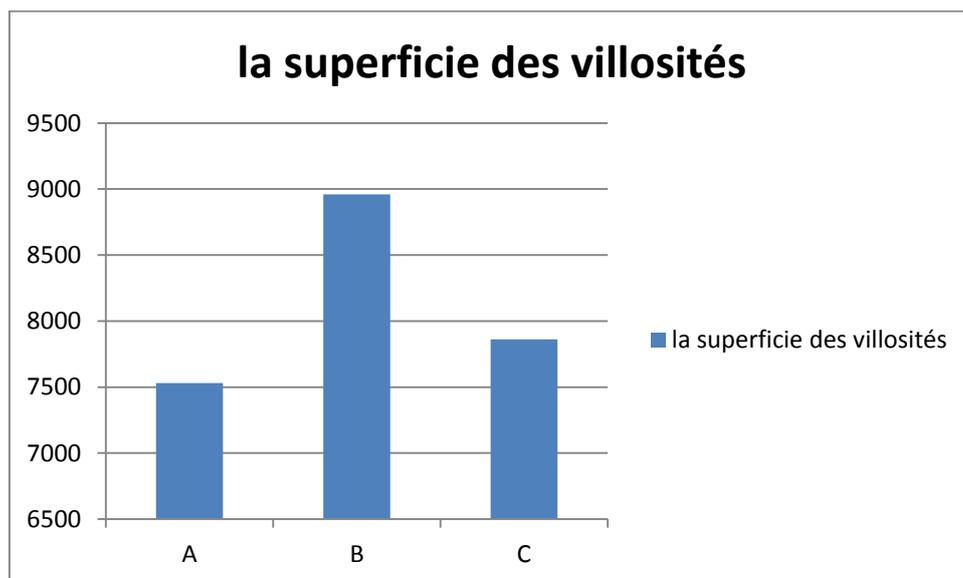
L'examen histologique de duodénil a montré une augmentation de la longueur des villosités duodénil dans le groupe B (146,16 $\mu\text{m}$ ) et le lot C (141,04 $\mu\text{m}$ ) par rapport aux lots (A) (124,20 $\mu\text{m}$ ). L'analyse statistique a révélé que cette augmentation est significative  $p < 0.05$  et elle de l'ordre de + 15% les deux lots B et C vs lots A. Aussi on a montré que notre mesure (longueur et superficie) des villosités dans lot C est plus grande par rapport au lot A et, la largeur de villosité de lot A plus large que celle de lot C

Le classement des lots: Lot B (18%) > lot C (20%) > lot A (16%). cependant l'analyse statistique n'a révélé que une augmentation significatif de la largeur des villosités du groupe B par rapport au groupe C de + 10%

Et également on a observé que la superficie des villosités duodénale chez le lot B (18 % PB) est nettement supérieure comparant avec le lot C (20%PB) aussi plus grande et plus importante par rapport à lot A et lot C (8960,98µm<sup>2</sup> contre 7531,25µm<sup>2</sup>). Soit + 16%



**Figure 14 :** Largeur et la longueur des villosités duodénales des trois traitements en (µm) (n=10)



**Figure 15 :** Superficie des villosités duodénales des trois traitements(µm<sup>2</sup>) (n=10)

## II.2.L'histométrie jéjunale :

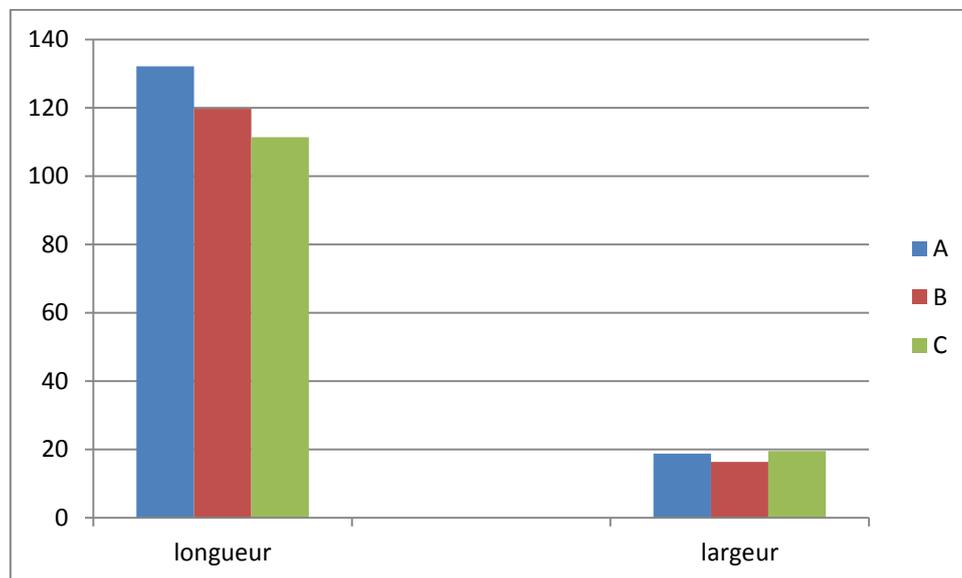
Les longueurs, largeurs et les superficies des villosités de partie jéjunale sont montrées dans la tableau 14 et illustrées dans les figures 16, et 17

**Tableau 14** : Histométrie de l'intestin grêle (jéjunum) n=10.

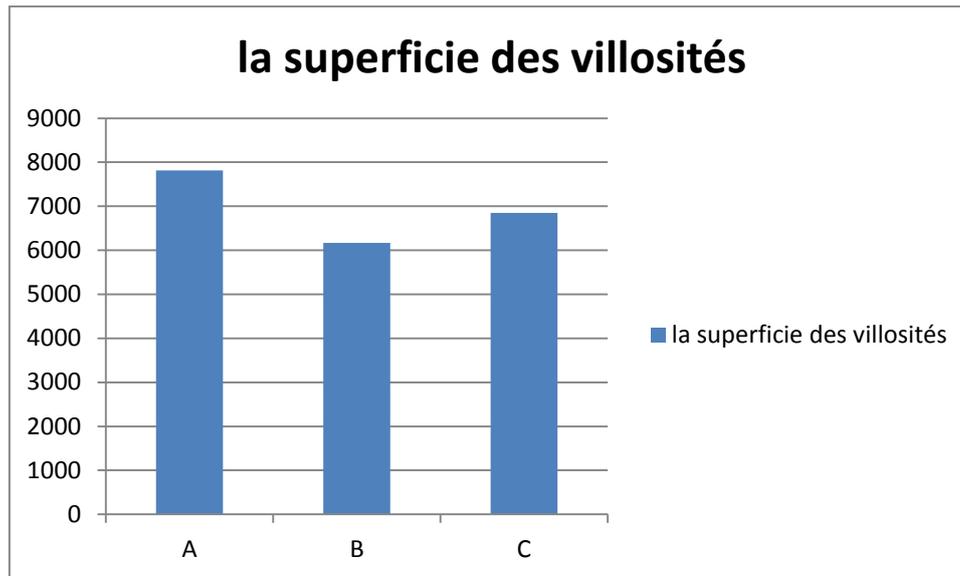
Jéjunum	Lot A (16%PB)	Lot B (18%PB)	Lot C (20%PB)	ANOV A (P)
Longueur ( $\mu\text{m}$ )	132,11 $\pm$ 9,15a	119,66 $\pm$ 12,41ab	111,34 $\pm$ 12,38b	S
Largeur ( $\mu\text{m}$ )	18,77 $\pm$ 2,26a	16,35 $\pm$ 1,55b	19,50 $\pm$ 1,83a	S
Superficie ( $\mu\text{m}^2$ )	7811,43 $\pm$ 400,81b	6165,12 $\pm$ 274,48a	6850,20 $\pm$ 333,41ab	S

L'analyse statistique des résultats de l'examen histologique de Jéjunum a montré une augmentation significatif de la longueur des villosités jéjunale des lapins du groupe A,uniquement avec le lot C) (132,11 $\mu\text{m}$  vs111,34 $\mu\text{m}$ ).de +16%

La largeur des villosités de lot A et C (20%) sont significativement plus large que celles du lot B) de +13% et + 16% successivement (18,77 $\mu\text{m}$  et 19,50 $\mu\text{m}$ contre et 16,35, $\mu\text{m}$ ). Ces mesures enregistrées des longueurs et de largeurs ont permis d'obtenir une superficie des villosités plus élevée pour les lapins du groupe A qu'avec le lot B, cependant y'a aucune différence significative entre le lot C avec le lot A et B



**Figure 16** : La largeur et la longueur des villosités jéjunale des trois traitements ( $\mu\text{m}$ ) (n=10)



**Figure 17 : Superficie des villosités jéjunales des trois traitements en ( $\mu\text{m}^2$ ) (n=10)**

A partir d'histogramme peut classer nous lots A (16%) > lot C (20%) > Lot B (18%).

### II.3.L'histométrie iléale :

Les longueurs, largeurs et les superficies des villosités de partie iléale sont montrées dans la tableau 15 et illustrées dans les figures 18 et 19

**Tableau 15** : Histométrie de l'intestin grêle (iléon).

Iléon	A (16%)	B (18%)	C (20%)	(ANOVA) P
Longueur( $\mu\text{m}$ )	111,51±19,78	111,88±11,39	100,79±12,34	Ns
Largeur( $\mu\text{m}$ )	19,53±2,50a	15,51±1,17b	14,55±1,83b	S
Superficie( $\mu\text{m}^2$ )	6849,81±499,50a	5444,71±186,26b	4639,46±293,04b	S

La longueur des villosités des trois lots sont quasi-similaire. Tandis que pour les largeurs et les superficies des villosités de l'iléon des lapins du lot A sont nettement plus élevés comparant avec les autres lots (B et C).+20% et +25% pour la largeur des villosités et +20% et + 32% pour la superficie des villosités

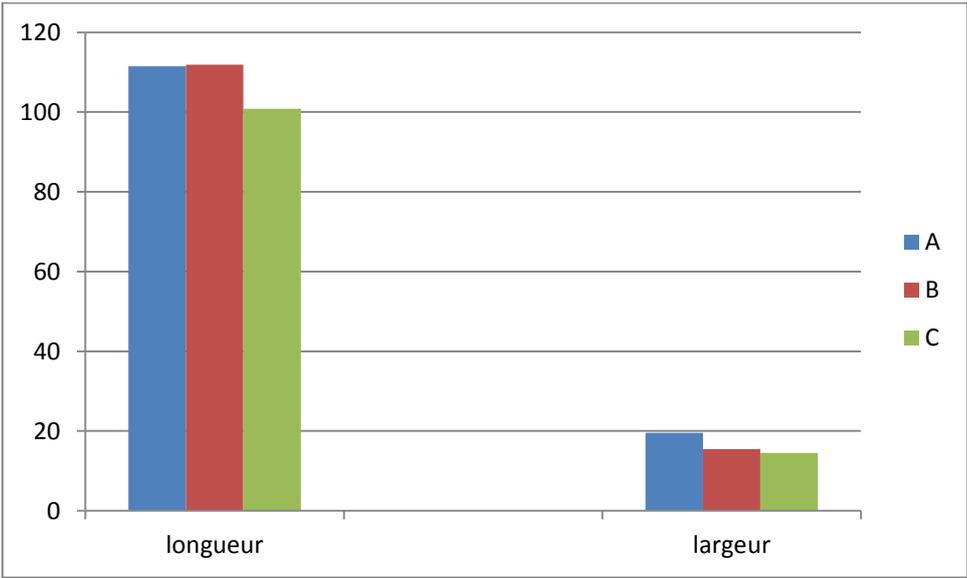


Figure 18 : la largeur et la longueur des villosités iléales des trois traitements (µm) (n=10)

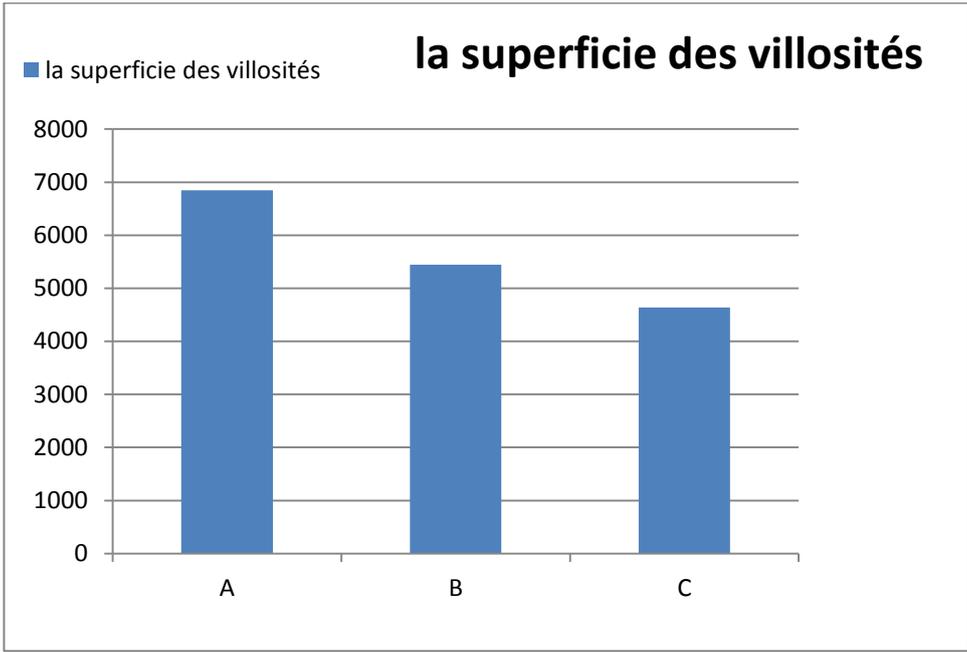


Figure 19 : Superficie des villosités iléales des trois traitements (n=10)

Et à partir de l'histogramme peut classer nos lots : lot A (16%)>Lot B (18%)>lot C (20%).

Notre expérimentation a pour objectif d'évaluer l'impact de la teneur protéique de l'aliment sur les performances de croissance du lapin de la population locale élevé en climat chaud, à cet effet nous avons nourris les animaux à volonté durant toute la période de l'essai avec trois régimes iso-énergétiques (2500 Kcal/kg), mais variables par leur teneur en protéines brutes, en vue d'améliorer les performances zootechniques des lapins soumis un stress thermique chronique.

*.....Variation de la teneur en protéines de l'aliment ..... amélioration des performances zootechniques des lapins de population locale élevés dans un climat chaud ..... ?*

### **Aspect méthodologique :**

Dans notre essai nous avons utilisé des lapereaux de la population locale algérienne âgés de 42 jours, ces derniers sont repartis sur trois lot A, B et C, et alimenté en trois régimes iso-énergétiques (2500 Kcal/kg), avec différents teneur en protéines à savoir : 16% PB pour le lot A, 18% PB pour le lot B et 20% PB pour le lot C.

Les lapins des trois lots sont soumis à des conditions de température estivale diurne de 30°C en moyenne. Les températures minimales enregistrées dépassaient la limite supérieure de la zone de thermoneutralité des lapins et qui les mettent dans des conditions de stress thermique chronique comme le confirme certains auteurs (De Basilio et Picard, 2002) et (N'Dri, 2006)..

### **La croissance :**

Notre expérimentation confirme que le taux protéique n'a pas d'influence significative sur l'évolution du poids vif en fonction de l'âge,

Dans les mêmes conditions expérimentales, nous avons constatés que le gain moyen quotidien des lapins n'est pas influencé par le changement de taux protéique.

Donc, quel que soit le niveau protéique, la vitesse de croissance des lapins est d'autant plus ralentie que la température est élevée, comme le confirme certains auteurs (Lebas et Ouhayoun, 1986), Smith et al (1960) qui n'enregistraient pas d'amélioration au-delà de 13-14% de protéines. Cependant Lebas(1973) a contredits ses propres résultats où il a prouvé qu'il y'a une amélioration de la vitesse de croissance des lapins avec le taux protéique de la ration jusqu'au seuil 17-18% de protéines. Par ailleurs dans des conditions de

thérmoneutralité Lebas et Ouhayoun (1986) ont prouvés que la vitesse de croissance est plus grande chez les lapins recevant une alimentation riche protéines.

### **L'ingéré alimentaire :**

Dans notre expérimentation, nous avons constaté que les lapins du lot A ont un ingéré alimentaire plus faible par rapport aux lapins des lots B et C, donc l'indice de consommation n'est pas amélioré chez les lapins élevés dans un climat chaud par le taux protéique, cela est confirmé par Lebas et Ouhayoun (1986).

### **L'indice de conversion :**

Dans nos conditions expérimentales, nous avons enregistré une conversion alimentaire semblable dans les 3 lots (A, B et C), ce qui explique que le taux protéique n'influence pas la transformation alimentaire. Comme le confirme l'étude de (Elamin, Elkhairey, H B Ahmed, Musa et Bakhiet, 2011), et contredis par (Singh et al, 1998).

Globalement, nous avons trouvés que les paramètres zootechniques ne sont pas améliorés par le taux protéique chez les lapins élevé dans des conditions de stress thermique, donc ça ne sert a rien d'augmenté le taux protéique de la ration parce que il ne fait qu'augmenter les pertes alimentaires et les pertes économiques.

### **L'histométrie intestinale**

Les résultats relatifs à l'histométrie des trois segments de l'intestin grêle des lapins soumis aux trois régimes, sont représentés dans les tableaux (12, 13, 14) .

L'examen histologique des trois portions intestinales (duodénum, jéjunum et iléon) montre que la longueur des villosités duodénum du lot B (18%PB) est plus élevée significativement ( $146,16\mu\text{m}$  vs  $124,20\mu\text{m}$  et  $141,04\mu\text{m}$  ;  $p<0.05$ ) par rapport aux lots A (16% PB) et C (20% PB).

Aussi, notons que la surface des villosités du lot B (18%PB) est plus élevée significativement par rapport au lot A (16% PB) et C (20% PB). ( $8960,98\mu\text{m}^2$  vs  $7862,42\mu\text{m}^2$ ,  $7531,25\mu\text{m}^2$   $p<0.05$ ).

Les villosités du jéjunum montrent que la longueur des villosités jujéal du lot A (16% PB) est plus élevée significativement ( $132,11\mu\text{m}$  vs  $119,66\mu\text{m}$  et  $111,34\mu\text{m}$  ;  $p<0.05$ ) par rapport aux lots B (18% PB) et C (20% PB).

Aussi, notons que la surface des villosités du lot A (16%PB) est plus élevée significativement par rapport au lot B (18% PB) et C (20% PB). ( $7811,43\mu\text{m}^2$  vs  $6165,12\mu\text{m}^2$ ,  $6850,20\mu\text{m}^2$   $p<0.05$ ).

et de l'iléon montre que la longueur la plus basse est dans le lot C, et la longueur dans le lot A et B sont à peu près les mêmes (lot C 100,79, Lot A 111,51, Lot B 100,79).

Aussi, notons que la surface des villosités du lot A est plus élevée significativement par rapport au lot B et C. ( $7811,43\mu\text{m}^2$  vs  $6165,12\mu\text{m}^2$ ,  $6850,20\mu\text{m}^2$   $p<0.05$ ).

La muqueuse de l'intestin grêle constitue le principal site d'absorption et de transformation des nutriments, fonctions essentielles à l'organisme, susceptibles d'être modulées par la qualité des aliments ingérés

Par ailleurs, nous avons constaté que la hauteur du jéjunum et de l'iléon considérés comme le siège de l'absorption des nutriments, présente une hauteur et une profondeur des cryptes plus importantes. Tufarelli et *al.* (2010) ont rapporté que l'augmentation de la hauteur des villosités favorise la surface d'absorption et entraîne une action satisfaisante des enzymes digestives et un transport plus élevé des nutriments améliorant ainsi l'efficacité de la digestion et de l'absorption. Une atrophie de la hauteur des villosités est constatée avec des régimes hyperprotéiques qui seraient liée à une adaptation physiologique de l'animal aux régimes hyperprotéiques (Addou, 2008).

Nos données disponibles, ont enregistré une hauteur des villosités et une profondeur des cryptes du duodénum plus élevées avec le taux de 18% de PB. Aussi, la hauteur des villosités et les profondeurs des cryptes du jéjunum et de l'iléon sont plus élevées avec le taux de 16% de PB, en effet le taux de 16% de protéines brutes augmente significativement la hauteur et la superficie de ces dernières sachant que le jéjunum représente le site d'absorption.

## CONCLUSION

A l'issue de notre expérimentation nous avons conclu que le taux protéique n'a pas d'influence significative sur l'évolution du poids vif en fonction de l'âge, cependant on a enregistré une diminution légère de poids des lapins qui ont reçus une alimentation faible en protéines (lot A) par rapport aux lapins qui ont reçus une alimentation riche en protéines (lot B et C). Dans les mêmes conditions expérimentales, nous avons constaté que le gain moyen quotidien des lapins n'est pas également influencé par la teneur protéique de l'aliment. Nous avons constaté que les lapins du lot A ont un ingéré alimentaire plus faible par rapport aux lapins des lots B et C, donc l'indice de consommation n'est pas amélioré chez les lapins élevés dans un climat chaud par le taux protéique par conséquent la conversion alimentaire n'est pas améliorée.

Globalement, nous avons trouvés que les paramètres zootechniques ne sont améliorés par l'élévation du taux protéique chez les lapins élevé dans des conditions de stress thermique.

Les lapins nourris ad libitum et placés dans nos conditions expérimentales ont obtenu le même poids final à 91 jours d'âge, les animaux évoluent de la même manière, par contre il influence la hauteur et la superficie des villosités intestinales ; en effet le taux de 16% de protéines brutes augmente significativement la hauteur et la superficie de ces dernières sachant que le jéjunum représente le site d'absorption.

### Les recommandations

Nos tests ont confirmé qu'une augmentation des niveaux de protéines dans les aliments n'a pas de signification pour les performances de l'élevage, par contre elle affecte l'histologie de l'intestin grêle.

Nos conclusions nous amènent à identifier plusieurs directions de recherche. A cet égard, plusieurs paramètres important peuvent être formulés :

- L'effet de l'apport en protéines sur l'absorption des aliments chez le lapin mérite une étude plus approfondie.
- Développer des programmes de recherche pour améliorer les connaissances des populations locales afin d'évaluer leur capacité de production et leurs performances et développer des programmes sur les questions de nutrition.
- Une nouvelle enquête sur les lapins des riverains et leurs conditions d'élevage est indispensable, car l'élevage de lapins s'avère être une production animale à promouvoir.

*Références  
Bibliographiques*

**Références bibliographiques :**

**A**

- Arvy. L., More. J (1975).** Atlas d'histologie du lapin (1948-1968). France-Paris, 308.
- Arnold J., 2000 :** L'élevage du lapin au moyen âge (ICTe partie). Cuniculture n° 151- 27 (1),17-20.
- Arveux P, 1991 :** Le rationnement alimentaire quantitatif en élevage cunicol. Cuniculture, N°98, 97-98

**B**

- Barone R.,** Anatomie comparée des mammifères domestiques. 1966, Google Scholar
- Baselga M, 1978 :** Analisis gentico de diversa caractristica de crecimiento en el conejo de production de carne. 3éme symposium de cunicultura. Valencia, 1-10 Nov.
- Benali, N., Ainbaziz, H., Dahmani Y., Djellout B., Belabbas R., Tennah S., Zenia S., Cherrane M., Temim S. 2018.** Effet de la teneur énergétique de l'aliment sur les performances et certains paramètres biologiques de lapins en croissance. Livestock Research for Rural Development. 30, Article 51 <http://www.lrrd.org/lrrd30/3/na.be30051.html>
- Blum J C., 1984.** l'alimentation des animaux monogastriques, porc, lapin, volaille
- Berchiche M., Kadi S.A., Lounaouci G., 2000.** Elevage rationnel de lapin de population locale : alimentation, croissance et rendement à l'abattage. 3ieme journée sur les productions animale «Conduit de performance d'élevage ». 13-15 Novembre 2000, France-Paris, 293-298.
- Bolet G., Brun J. M., Lechevestrier S., Lopez M., Boucher S., 2004.** Evaluation of the reproductive performance of eight rabbit breeds on experimental farms. Animal Research. 53 (1): 59-65.

**C**

- Castello J.A, Leonart F, Luzi F, 1989 : Cité par Tudella F et Lebas F, 2006.** Experiencias de diverso tipos de restriccion en el conejo. XIV Symposium de cuniculture, 12-14 junio, Manresa, 91-104.
- Cheiriccato M, Bailonil L, Rizzi C, 1992 :** The effect of environmental temperature en the performance of growing rabbi, 5th world rabbit congress, corvalis (USA), July (1992), 2,723-731.
- Colin M, 1985 :** les problèmes liés à l'été dans l'élevage du lapin. Cuniculture, N°63, 12(3), 177-180

**Colin M, 1995** : comment maitriser les effets de chaleur. L'éleveur du lapin, Juin/Juillet, 23-27

**Colmin G.P, Franck Y, Le loup P, Martin S, 1982** : Incidence du nombre de lapin par gage d'engraissement sur les performances zootechniques. 3ème journée de la recherche cunicol, 9-8 Déc, Paris, Communication N°24.

**Combes S, Moussa M, Gondret F, Doutriloux J.P, Remignon H, 2005** : Influence de l'exercice physique sur les performances de croissance, la qualité des carcasses et les caractéristiques mécaniques de l'attachement de la viande à l'os après cuisson chez le lapin. 11ème journée de la recherche cunicole, 29-30 Novembre 2005, Paris

**Combes S. Frotun-Lamothe L. Cauquil L. et Gidenne T., 2011.** Piloter l'écosystème digestif du lapin : pourquoi, quand et comment. 14ème Journées de la Recherche Cunicole, France - Le Mans 22-23 novembre 2011. 33-48. <https://www.researchgate.net/profile/Sylvie-Combes/publication/268188689>

**Colombo T., 2006:** Les lapins, Tarcisia, 19 Éditeur : Nîmes : De Vecchi, impr. 2006. Collection : Elevage. 1 vol.159 p.

## D

**Djago A. Y. et Kpodékon M. 2000** : Le guide pratique de l'éleveur de lapin en Afrique de l'Ouest. 1ère édition. CECURI/Cotonou/Bénin, 106

**De Blas J.C., Mateos G.G., 1998.** Feed formulation. In: de Blas J.C., Wiseman J.(Eds). The nutrition of the rabbit. CABI Publishing. CAB International, wallingford, oxon, UK. 241-253.

## F

**FAO .,2014.** The statistis Division of the FAO.

## G

**Gidenne T., 1994.** Effets d'une réduction de la teneur en fibres alimentaires sur le transit digestif du lapin. Comparaison et validation de modèles d'ajustement des cinétiques d'excrétion fécale des marqueurs. Repr Nutr Develop 34, 295-306

**Gidenne T., 2015.** Le lapin de la biologie à l'élevage. Editions Quae, 78026 Versailles cedex, France.

**Gidenne T., Lebas F., Savietto D., Dorchies P., Duperray J., Davoust C., Lamothe L., 2015.** Chapitre 5 : Nutrition et alimentation. Le Lapin : de la biologie à l'élevage, Ed Quae Versailles, France. 139-184.

**Gidenne T., Perez J.M., Lebas F., maertens L., xiccato G., Rarigi – bini R , Dalle Zotte A., Cossu M.E., Carazzolo A., Villamide M.J., Carabano M.J., Fraga M.J., Ramos M.A., Cervera C., Blase Fernandez J., Falcao E., Cunhal bengala freire J., (1993).** European reference method ,for invivo determination of diet digesriblity in rabbits . world rabbit sci,3.41-43

## **H**

**Henaff. R, Jouve. D., 1988 :** Mémento de l'éleveur de lapins. AFC Editeur Lempdes The nutrition of the rabbit,Chap.2,CABI Publishing, Wallingford,UK,17-38pp.  
<http://www.Cuniculture.info>. Méthode d'élevage. Consulté le 26 avril 2015.

## **J**

**Jehl N, Meplain E, Merabito L, Combes S, 2003 :** Incidence de trois modes de logements sur les performances zootechniques et la qualité de la viande de lapin. 10<sup>ème</sup> journée de la recherche cunicole, 19-20 Nov, 2003, Paris.

## **K**

**Kpodekon T, Djago A.Y, Adanguidi J, Tiemoko Y (2018).** Manuel technique de l'éleveur de lapin au Bénin. Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO) et Centre Cunicole de Recherche et d'Informations (CECURI). Université d'Abomey-Calavi Cotonou

## **L**

**Lebas F et Colin M, 1992 :** World rabbit production and research situation in 1992. 5<sup>th</sup> world rabbit congress (Orignon), July 25-30, 1-6.

**Lebas F. 2004.** Reflections on rabbit nutrition with a special emphasis on feed ingredientsutilization.Proc. 8<sup>th</sup> of World Rabbit Congress, Puebla,Mexico686-736. <http://cuniculture.info/Docs/Documentation/Publi-Lebas/2000-2009/2004-Lebas-WRC-Revues-sources-matiere-premieres-Puebla.pdf>

**Lebas F., 2006.** Alimentation et santé digestive chez le lapin. Journée de formation organisée

**Lebas F., 2008 :** Historique de la domestication et des méthodes d'élevages des lapins.

**Lebas F., Coudert P., Rochambeau H. et Thebault R.G., 1996.** Le lapin : Elevage et pathologie. - Rome : F.A.O. 227p.

**Lebas F., Coudert P., Rochambeau H. et Thebault R.G., 1996.** Le lapin : Elevage et pathologie. - Rome : F.A.O. 227p.

**Lebas F., Kpodékon T.M., Djago A.Y. 2007** : Plantes tropicales utilisables pour le lapin. Méthodes et Techniques d'élevage du Lapin. Elevage du lapin en milieu tropical. Doc mis en ligne le 18 août 2007.

**Lebas F., Marionnet D., Henaff R., 1991.** La production du lapin. AFC et technique et documentation. Lavoisier éditeur (3ème). 206.

**Lebas,F.1989.**Besoins nutritionnels des lapins : revue bibliographique et perspectives.Cuni-Sci.,5:1-28.

## **M**

**Maertens L et De Groot G, 1987.** Elevage. Revue de l'Agriculture, N°5, V(40), 1185-1203.

**Madara JL, Trier JS, Neutra MR, 1980.** Structural changes in the plasma membrane accompanying differentiation of epithelial cells in human and monkey small intestine. Gastroenterology 78, 963-975

**Martina C, Damian C, Palamaru E,1974.** Retete de nutrituri cobinate-gronulate cu diferite niveluri de energie proteica pentru cresterea si ingrasarea tineretului cunicul. Lucrarile stiintifice ale institutului de cercetari pentru nutritia animalia, 2,313-322.

## **N**

**Nezar N., 2007.** Caractéristiques morphologiques de lapin local. Mémoire de Magistère à université el-hadj lakhdar de BATNA, 104 P. 5.

## **O**

**Orengo J, Gomez E.A, Piles M, Rafel O, Ramon J, 2004.** Growth traits in simple crossbreeding among dam and sire lines. 8th world rabbit congress. Puebla, Mexico 7-10

**Ouyed A, Lebas F, Lefrançois M, Rives T.J, 2007b.** Performances de croissance de lapins de races pures et de lapins croisés en élevage assaini au Québec. In Proc, 12ème Journ. Rech. Cunicole, INRA-ITAVI 2007 Novembre. Le Mans, France, 149-152.

## **P**

**Perez JM, Gidenne T, Lebas F, Caudron I, Arveux P, Bourdillon A, Duperray J, Messenger B, 1994.** Apports de lignines et alimentation du lapin en croissance. II. Conséquences sur les performances de croissance et la mortalité. Ann Zootech 43, 323-332

**Peeters J.E, 1988.** Recent advice in intestinal pathology of rabbit and further perspectives. 4th congress of rabbit science . Budapest (Hangray), Oct 10-14, V(03), 293-315.

**Peinheiro V et gidenne T, 1999.** Conséquence d'une déficience en fibre sur les performances zootechniques du lapin en croissance, le développement caecal et le contenu iléal en amonidon. 8<sup>ème</sup> journée de la recherche cunicole, Paris, 1999 , 105-109.

## **T**

**Tudela F et Lebas F, 2006.** Modalité du rationnement des lapins en engraissement : effet du mode de distribution de la ration quotidienne sur la vitesse de croissance. Cuniculture, magazine, V(33), p, 21-27

## **W**

**Weisseman D, Troislouches G, Picard E, Davoust C, Leroux C, Launay C, 2009.** Amélioration de l'indice de consommation de lapin en engraissement par une distribution nocturne de l'aliment. 13<sup>ème</sup> journée de la recherche cunicole, 17-18 Novembre 2009, Le Mans, France

## **X**

**Xiccato G., Trocino A., 2010.** Feed, energy, protein metabolism, and requirements. Nutrition of the rabbit (De Blas C., wiseman J., Eds), CABI Publishing, Wallingford, UK, 83-118 (281).

## **Z**

**Zerrouki N., Bolet G., Berchiche M., Lebas F., 2004.** Breeding performance of local Kabyle rabbits does in Algeria. 8thWorld Rabbit Congress. September 2004, Puebla, Mexico. 13: 7-10. <https://hal.inrae.fr/hal-02679365/document>

## **RESUME**

Cet essai a été réalisé afin d'étudier l'effet de trois régimes alimentaires sur les performances zootechniques et l'histométrie intestinale sur 72 lapins de population locale âgés entre 42 et 91 jours. Les animaux ont été allotés en 3 lots à raison de 24 animaux par lot et nourris avec 3 régimes alimentaires iso énergétiques (2500Kcal/kg) mais renfermant 3 taux protéiques différents : A (témoin : 16% PB), B (18% de PB) et C (20% PB). Les performances zootechniques (poids vif, gain moyen quotidien, l'ingéré et l'indice de conversion) ont été mesurées par semaine et l'histométrie a été déterminée sur 30 animaux. Les résultats n'ont révélé aucune différence significative sur les performances zootechniques à l'exception de poids vif chez le lot B qui semble meilleur par rapport aux autres lots avec +100g , et un bon indice de conversion chez les lapins de lot B

La hauteur et la superficie des villosités sont plus élevées avec le régime A (16% PB). surtout pour la partie jéjunale, sachant que le jéjunum représente le site d'absorption.

Enfin les régimes alimentaires distribués aux lapins de population locale n'ont pas affecté les performances de croissance des animaux. En terme de hauteur largeur et superficie des villosités le taux de 16% de protéines brutes semble satisfaisant pour une meilleur absorption intestinale.

Mots clés : Lapin population locale, teneur en protéine, paramètres zootechniques, histométrie intestinale

## **Abstract**

This test was carried out to study the effect of three diets on zootechnical performance and intestinal histometry in 72 local population rabbits aged between 42 and 91 days. The animals were allotted in 3 batches at the rate of 24 animals per batch and fed with 3 iso-energy diets (2500Kcal/kg) but containing 3 different protein levels: A (control: 16% PB), B (18% of PB ) and C (20% PB). Zootechnical performances (live weight, average daily gain, feed intake and conversion index) were measured weekly and histometry was determined on 30 animals. The results revealed no significant difference in zootechnical performance with the exception of live weight in batch B which seems better compared to the other batches with +100g, and a good conversion index in batch B rabbits. The height and area of the villi are higher with diet A (16% PB). especially for the jejunal part, knowing that the jejunum represents the site of absorption. Finally, the diets distributed to local population rabbits did not affect the growth

performance of the animals. In terms of height, width and surface area of the villi, the rate of 16% crude protein seems satisfactory for better intestinal absorption.

**Keywords:** Rabbit local population, protein content, zootechnical parameters, intestinal histometry

### ملخص

تم إجراء هذا الاختبار لدراسة تأثير ثلاث حمية على أداء تربية الحيوان وقياس الأنسجة المعوية في 72 أرنبًا محليًا تتراوح أعمارهم بين 42 و 91 يومًا. تم توزيع الحيوانات على 3 دفعات بمعدل 24 حيوانًا لكل دفعة وتم تغذيتها بثلاث حمية ذات طاقة متساوية (2500 كيلو كالوري / كجم) ولكنها تحتوي على 3 مستويات مختلفة من البروتين: A (التحكم: 16% PB)، B (18% من PB) و C (20% PB). تم قياس الأداء الفني لتقنيات تربية الحيوانات (الوزن الحي، متوسط الكسب اليومي، تناول العلف ومؤشر التحويل) أسبوعيًا وتم تحديد قياس الأنسجة على 30 حيوانات. أظهرت النتائج عدم وجود فرق معنوي في أداء تربية الحيوانات باستثناء الوزن الحي في الدفعة B والذي يبدو أفضل مقارنة بالدفعات الأخرى مع + 100 جرام، ومؤشر تحويل جيد في أرانب الدفعة B. ارتفاع ومساحة الزغابات أعلى مع النظام الغذائي (16% PB/A). خاصة بالنسبة للمعي الصائم، مع العلم أن المعي الصائم يمثل موقع الامتصاص. أخيرًا، لم تؤثر الوجبات الغذائية الموزعة على الأرانب المحلية على أداء نمو الحيوانات. من حيث الطول والعرض والمساحة السطحية للزغابات، فإن معدل 16% من البروتين الخام يبدو مرضيًا لتحسين امتصاص الأمعاء.

**الكلمات المفتاحية:** السكان المحليون للأرانب، محتوى البروتين، المعلمات الحيوانية، قياس الأنسجة المعوية.