

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

**MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE**

**ECOLE NATIONALE SUPERIEURE VETERINAIRE - ALGER**

**PROJET DE FIN D'ETUDES  
EN VUE DE L'OBTENTION DU  
DIPLOME DE DOCTEUR VETERINAIRE**

**EFFET DU NIVEAU PROTEIQUE SUR LES PARAMETRES  
ZOOTECHNIQUES ET L'HISTOMETRIE INTESTINALE DU LAPIN DE  
LA POPULATION LOCALE**

**Présenté par : TIGHIOUART CHAFIK**

**Soutenu le : 12 /06/2016**

**Devant le jury**

- **Présidente : Mme ZOUAMBI.A I Maitre assistant A (ENSV)**
- **Promotrice : Mme BENALI.N Maitre assistant A (ENSV)**
- **Examinatrice : Mme Boulbina.I Maitre assistant A (ENSV)**
- **Examinatrice : Mme DAHMANI.A Maitre assistant A (ENSV)**

**2015 /2016**

# Remerciements

Pour commencer, je veux adresser mes remerciements à ma promotrice, madame Nadia Benali, pour sa grande disponibilité et ses encouragements tout au long de ce mémoire.

Je remercie également les membres du jury, Mme ZOUAMBI.A I Maitre assistante à (ENSV), Mme Boulbina.I Maitre assistante, également à (ENSV) et Mme DAHMANI.A Maitre assistante à (ENSV)

J'adresse également mes remerciements à toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à mes recherches et à l'élaboration de ce mémoire.

Enfin, j'adresse mes plus sincères remerciements à ma famille : mes parents, mes frères, qui m'ont accompagné, aidé, soutenu et encouragé tout au long de la réalisation de ce mémoire.

# Dédicaces

Je dédie ce mémoire à :

Mes parents,

à mes deux frères Nassim et Wassil pour  
leur assistance et leur présence dans ma  
vie,

Que Dieu me les garde n'chalah

# Sommaire

## PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

<b>INTRODUCTION</b> .....	6
<b>CHPITRE 01 : GENERALITE SUR LE LAPIN</b>	
I.1. La race locale en Algérie.....	10..
I.2. Caractérisation de la cuniculture en Algérie.....	10
I.3. Importance économique du lapin en Algérie .....	11
<b>CHPITRE 02 : LA CROISSANCE</b>	
I. Alimentation du lapin en croissance .....	13
I.1-Besoins alimentaire .....	13
I.2-Méthodes de mesures de la valeur nutritive des matières premières .....	14
I-3-Matières premières sources de fibres en alimentation du lapin.....	14
I-4-Alimentation du lapin .....	15
<b>CHAPITRE 03 : histologie et physiologie digestive du lapin</b>	
3-1.Durée du transit digestive globale .....	18
3-2.Particularités anatomiques et physiologiques de l'appareil digestif du lapin.	18
3-2-1.Rappel d'anatomie : situation chez l'adulte.....	20
3-2-2.Developpement digestif en fonction de l'âge et du stade physiologique..	20
Partie expérimentale.....	37
Analyse statistique.....	44
Résultat et discussion.....	45
Conclusion.....	52
Recommandations.....	53

# **Introduction générale**

Le lapin est un petit mammifère prolifique originaire de la péninsule ibérique et du sud de la France. Il n'a été domestiqué qu'au cours du Moyen Age, cette domestication a permis une accoutumance des lapins à vivre à proximité de l'homme.

Les animaux utilisés sont de race locale, ils sont logés dans des vieux locaux récupérés et quelquefois dans des bâtiments traditionnels aménagés spécialement à cet élevage. L'alimentation est, presque exclusivement, à base d'herbe et de sous produits domestiques (les végétaux et les restes...).

Les lapins ont une façon très complexe de digérer leurs aliments, et ils ne les digèrent pas tous aussi bien. En effet, après le sevrage, la capacité de l'intestin grêle à assimiler le fructose (le sucre des fruits) augmente, alors que sa capacité à assimiler les autres sucres diminue (Buddington, 1990). Le lapin adulte peut facilement digérer le sucre des fruits. En effet, les sucres et l'amidon indigestibles par l'intestin grêle finiront dans le caecum et s'ils y arrivent en grande quantité, ils encouragent la prolifération de bactéries productrices de toxines nocives pour la santé du lapin (McLaughlin 1990).

Le régime alimentaire d'un lapin est équilibré lorsqu'il répond aux besoins nutritionnels. Il comprend des protéines, des amidons, des hydrates de carbone (féculents), des vitamines et des minéraux contenus dans des aliments lents à digérer et qui peuvent être absorbés. Il comprend aussi des éléments organiques indigestes qui transitent rapidement (Sakaguchi, 1992).

La plus grande part de la digestion s'effectue durant le passage du bol alimentaire dans l'intestin grêle. Le fructose, la plupart des glucides et jusqu'à 90% de l'ensemble des protéines sont absorbés tandis que la cellulose n'est pas efficacement digérée.

La paroi de l'intestin grêle est composée de petites saillies, appelées villosités intestinales qui permettent d'accroître considérablement la surface servant à l'absorption. L'intestin grêle dispose de trois parties fonctionnelles : Le duodénum est la première étape de neutralisation des acides gastriques et de mélange de la nourriture. Il reçoit des enzymes pancréatiques - impliquées dans la digestion des hydrates de carbone, des protéines et des graisses – et les acides biliaires du foie importants pour l'absorption des vitamines et des graisses.

Le jejunum est l'emplacement majeur de la digestion et de l'absorption. L'iléon représente la partie restante qui se distingue par la présence de ganglions lymphatiques dans la sous-muqueuse. (McLaughlin 1990).

Les fibres sont réparties en grosses et petites particules. Les grosses fibres sont éliminées et les plus petites sont envoyées pour fermentation dans le caecum. L'ingesta

---

est déversé de la jonction iléo-caecal de façon plutôt uniforme, à la fin de l'iléon. Les particules fines sont sélectivement envoyées avers le caecum par les contractions des segments musculaires. Des fibres musculaires circulaires font « avancer la matière dans un mouvement rétrograde vers le caecum », (Cheeke 1987) tandis que « les plus grosses particules de matière sont dirigées vers le gros intestin et deviennent des crottes » (Percy 1993).

L'objectif de ce travail est d'entreprendre une étude de l'effet du niveau protéique sur les paramètres zootechniques et l'histométrie intestinale du lapin de la population local sur un échantillon représentatif d'une population locale algérienne de lapin.

Dans ce document, nous présenterons dans une **première partie bibliographique**, la population locale du lapin, son alimentation et sa physiologie de la digestion ainsi que l'histologie de sa paroi intestinale. Puis dans une **deuxième partie, expérimentale**, les méthodes mises en œuvre et les résultats obtenus seront détaillés. Enfin une discussion générale permettra de faire une synthèse des résultats obtenus et d'envisager les perspectives de travail.

# **Partie bibliographique**



# **Chapitre I : Généralités sur le lapin**



---

## CHAPITRE I. GENERALITES SUR LES LAPINS

### I.1. LES ESPECES CUNICOLES DANS LE MONDE ET EN ALGERIE

Elles sont représentées par la famille taxonomique des léporidés, qui intègre les lapins domestiques (*Oryctolagus cuniculus domesticus*) et les lièvres (*Lepus capensis*) ou " le lièvre brun". Phénotypique résultante des croisements intempestifs et parfois volontaristes (recherche des caractères de performances) avec des races étrangères introduites en Algérie, au cours des années soixante-dix, dans le cadre de certains projets de développement rural (le Blanc Néo Zélandais, le Fauve de Bourgogne, le Géant des Flandres, le Californien et même le Géant d'Espagne). Ce processus était aggravé par l'introduction, entre 1985 et 1989, des reproducteurs sélectionnés, (hybrides comme Hyla et Hyplus), destinés aux élevages intensifs, le résultat de ces introductions aléatoires était une mixture anarchique et la perte du lapin originaire dans certaines régions (La Kabylie).

### I.2 LES POPULATIONS LOCALES

#### I.2.1 Dans le monde

Les lapins utilisés dans le monde pour la production de viande, appartiennent aussi à des populations d'animaux issus de croisements divers sans répondre aux critères d'origine et de standard de la race, appelées populations locales et définies comme étant une population géographique (De Rochambeau, 1990). Généralement, des populations locales existent dans les pays du tiers monde : cas du lapin Baladi du Soudan et d'Egypte, le Maltais de Tunisie, le lapin Créole de Guadeloupe (Lebas, 2002).

#### 1.2.2. En Algérie

Il existe en Algérie un secteur traditionnel constitué de très petites unités à vocation vivrière comprenant de grandes ou moyennes unités orientées vers la commercialisation de leurs produits.

Il est constitué de nombreux petits élevages de 5 à 8 lapines, plus rarement 10 à 20 localisés en milieu rural ou à la périphérie des villes; leur orientation principale est

l'auto consommation, qui représente 66% de la production traditionnelle mais les excédents sont vendus sur les marchés.

La gestion de ses unités est très souvent assurée par les femmes, la quasi-totalité des ménagères étant femme au foyer; (Djellal, Mouhous et Kadi, 2006).

Les animaux utilisés sont de race locale, ils sont logés dans des vieux locaux récupérés et quelquefois dans des bâtiments traditionnels aménagés spécialement à cet élevage. L'alimentation est, presque exclusivement, à base d'herbe et de sous- produits domestiques (les végétaux et les restes de table) quelquefois complétés avec du son, ce qui est commun à plusieurs contrées dans le monde (Finzi ,2006).

L'élevage fermier de lapin en Algérie évolue progressivement; cette évolution s'explique par les qualités intrinsèques à l'espèce et son adaptation à des environnements différents. Avec des charges pratiquement nulles, le lapin en élevage fermier arrive à produire environ 18 kg de poids vif de lapin, soit 11 kg de viande par femelle et par an (Djellal, Mouhous et Kadi, 2006).

### **1.3. CARACTERISATION DE LA CUNICULTURE EN ALGERIE**

Selon Colin et Lebas (1995), l'Algérie est parmi les pays où la cuniculture est quantitativement assez importante mais qui reste très traditionnelle et presque exclusivement vivrière et où la production de lapin y est destinée presque uniquement à l'autoconsommation ou à l'approvisionnement en viande de l'environnement immédiat de l'éleveur (famille, voisinage...).

Ces élevages traditionnels vivent pratiquement en autarcie et sont généralement, sous-estimés lors des recensements officiels, d'où une sous-évaluation du volume de la cuniculture en Algérie.

la méconnaissance ou la connaissance très faible sur les possibilités d'élevage des populations présentes dans les fermes, et sur la valeur nutritive des aliments effectivement disponibles (Berchiche et al, 1999).

Auxquels il faut ajouter le manque de formation des éleveurs et les problèmes techniques non résolus (insuffisance d'alimentation, non maîtrise de la pathologie ...etc. (Colin et Lebas)

# Chapitre II: Alimentation

## CHAPITRE II. ALIMENTATION

Après le sevrage, le lapin continue sa croissance et ses besoins alimentaires augmentent en quantité et en qualité. Il est de ce fait nécessaire de mettre à sa disposition un aliment complet équilibré et granulé. Cet aliment doit être formulé pour couvrir les besoins nutritionnels de ces animaux et leur permettre d'extérioriser leur potentiel de croissance avec un indice de consommation le plus bas possible.

### I. BESOINS NUTRITIONNELS

#### I.1. Besoins en énergie et en cellulose

Selon Lebas (1989), pour le lapin, le système énergétique employé de la manière la plus courante pour exprimer les besoins est celui de l'énergie digestible (ED). En effet, l'énergie métabolisable représente une part relativement fixe de l'énergie digestible (94 à 96%). Le besoin d'entretien quotidien d'énergie digestible d'un lapin a été estimé par Parigi-bini et Xiccato (1986) à 484 KJ/kg de poids métabolisable.

L'énergie contenue dans l'aliment sert à couvrir les besoins d'entretien et de production. Dans l'alimentation, l'énergie est essentiellement fournie par les glucides, les lipides et quelques fois par les protéines après désamination. Un besoin strict en énergie n'a pas pu être déterminé ; toutefois, on a pu montrer que l'ingestion n'est correctement régulière qu'entre 2200 et 3200 kcal ED/kg d'aliment (LEBAS et al., 1996). Dans le tableau 1 figurent les valeurs de l'énergie indispensable aux différentes catégories de lapins.

**Tableau 1** : Valeurs de l'énergie indispensable aux différentes catégories de

Lapin. : (Lebas et al., 1996)

Aliment contenant 89% de MS .	Jeunes en croissance (4-12 semaines)	Lapine allaitante	Aliment pré-sevrage	Aliment mixte (maternité + engraissement)
Energie digestible (kcal)	2500	2350	2400	2550
Energie métabolisable (kcal/kg)	2380	2520	2280	2420



La cellulose quant à elle joue un rôle capital dans l'alimentation du lapin en fournissant le lest. Une teneur de 13 à 14% apparaît comme suffisante pour les lapins en croissance. Une trop forte réduction de la quantité de fibres ingérées entraîne des baisses de vitesse de croissance, souvent associées à des troubles de l'ingestion ou de la digestion et des mortalités par diarrhée (Gidenne, 2001). Par ailleurs, des observations de terrain ont montré que les lapins qui ingèrent des aliments contenant très peu de fibres (teneurs inférieures à 10%), consomment parallèlement les poils comme pour compenser le manque de fibre dans l'aliment (Rossilet, 2004).

Il convient, cependant, de souligner que le lapin a besoin d'ingérer des aliments fibreux tels que l'herbe ou les racines alimentaires. Les fibres qu'ils contiennent jouent un rôle important dans le passage normal des aliments tout au long du système digestif (transit digestif). Un lapin qui n'ingère pas assez de matières fibreuses peut commencer à mordre le morceau de bois à sa portée et peut même s'en prendre à la fourrure de ses congénères (Fielding, 1993).

## **I.2. Besoins en protéines et acides aminés**

Les matières azotées sont indispensables à l'alimentation du lapin. Les travaux de Blum (1984) ont permis de montrer que 10 des 21 acides aminés sont les plus essentiels. Un onzième, la glycine est semi essentiel. Les matières azotées représentent 15 à 16% de la ration pour les jeunes en croissance et 16 à 18% pour les mères allaitantes. Quand la teneur en matières azotées des aliments est inférieure à 12%, il s'ensuit une baisse de la production laitière de la lapine, ce qui entraîne une moindre croissance des lapereaux avec un poids vif au sevrage faible et une croissance ralentie au cours de l'engraissement sans compter les risques accrus de diarrhées (Rossilet, 2004).

La teneur en protéines doit évoluer avec le niveau énergétique de la ration (Lebas, 1991). Les besoins du lapin en acides aminés n'ont pratiquement été étudiés que pour la lysine, l'arginine et les acides aminés soufrés (méthionine, cystine). 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% (F.LEBAS – Séminaire Tunis – 9 décembre 2010).

## **I.3. Les besoins en lipides**

Le lapin présente un besoin spécifique en acide linoléique (acide gras essentiel) ; une ration classique contenant 3 à 4% de matières grasses est suffisante pour le couvrir. Une augmentation de la teneur en lipides de l'aliment du lapin ne semble pas indispensable car les

matières premières composant la ration du lapin contiennent suffisamment de matières grasses naturelles allant de 3 à 5% (JOUVE et HENAFF, 1988). Chez les lapines reproductrices ou chez les lapins en croissance-finition, une partie importante de l'énergie alimentaire peut être apportée sous forme d'amidon car le tube digestif n'a pas encore atteint sa maturité fonctionnelle. Ainsi, en période de post- sevrage, il convient de respecter un taux d'amidon inférieur à 14% (Lebas, 2000).

#### **I.4. Les besoins en vitamines et en minéraux**

Les microorganismes de la flore digestive synthétisent des quantités importantes de vitamines hydrosolubles qui sont valorisées par le lapin grâce à la cæcotrophie (Blum, 1989). Si l'apport pour l'une ou l'autre de ces vitamines devient excessif ou insuffisant, cela peut entraîner des troubles digestifs, un retard de croissance, une mortalité et des avortements. Un excès ou une carence en vitamine se traduit chez les lapines gestantes par des avortements et la mise bas de lapereaux mort-nés.

Par contre aucun symptôme externe n'est visible chez les lapereaux en croissance recevant un aliment surchargé en vitamine A (Lebas, 2000). Un apport excessif de vitamine D entraîne une calcification rénale et aortique ; le seuil de 2000 UI/kg ne devrait jamais être dépassé (Blum, 1989).

#### **I.5. Les besoins en eau**

Le lapin boit beaucoup d'eau. Lorsqu'il est entretenu rationnellement et alimenté à base d'un aliment sec, granulé qui n'est en fait qu'un assemblage de produits naturels séchés, il boit deux à trois fois plus que la quantité d'aliment sec qu'il mange (LEBAS, 1991). Ainsi, il faut prévoir en moyenne 0,2 litre par jour pour un lapin en engraissement ; 0,6 litre d'eau par jour pour une lapine en lactation et un (1) litre d'eau pour la lapine et sa portée (Djago et Kpodekon, 2000

## **II. ALIMENTATION DU LAPIN AU SEVRAGE**

Au cours de sa croissance, le lapereau passe progressivement d'une alimentation lactée à une alimentation solide, formulée à base de végétaux. Cette évolution de l'ingestion induit une évolution de l'excrétion chez le lapereau, avec la mise en place de la cæcotrophie qui est caractéristique des Lagomorphes. L'aliment sec est présenté sous forme de granulés.

Les matières premières le composant, et leur taux d'incorporation varient selon l'âge et l'état physiologique des animaux.

Les lapins en engraissement sont élevés en cages collectives. Ils sont alimentés par un aliment équilibré, sec et granulé, formulé afin de répondre aux besoins d'entretien des animaux et de favoriser une croissance maximale au regard des capacités génétiques des animaux. Parallèlement, l'eau est disponible à volonté via une pipette.

L'ingestion quotidienne du lapin domestique, alimenté par un aliment complet granulé et fourni à volonté, augmente proportionnellement au poids vif des animaux et se stabilise aux environs de 5 mois. Entre le sevrage (entre 4 et 5 semaines d'âge) et 8 semaines d'âge, le gain moyen quotidien atteint son niveau le plus important ; simultanément l'indice de consommation est optimal (Tableau 2).

**Tableau 2** : Ingestion, croissance et efficacité alimentaire du lapin domestique sevré. (Gidenne et Lebas, 2005)

Période en âge		
	5-7 semaines	7-10 semaines
<b>Ingestion d'aliment (g/j)</b>	100-120	140-170
<b>Gain de poids vif (g/j)</b>	45-50	35-45
<b>Efficacité alimentaire (g aliment/g gain de poids)</b>	2,2 - 2,4	3,4 - 3,8

Entre 6 et 9 semaines d'âge, la quantité d'aliment solide ingérée est presque doublée, pour un nombre de repas quotidiens stable (39 repas). Par la suite, la quantité d'aliment solide ingérée par repas reste fixe et le nombre quotidien de repas augmente jusqu'à la 15ème semaine d'âge (41 repas). La consommation d'eau et d'aliment solide a principalement lieu au cours de la nuit (Bellier et al., 1995).

# **Chapitre III : Physiologie digestive et Histologie**



## CHAPITRE III. PHYSIOLOGIE DIGESTIVE ET HISTOLOGIE

### I. ORGANISATION GENERALE

L'appareil digestif est composé d'une succession de compartiments dont la muqueuse est en contact avec le bol alimentaire : la bouche, l'œsophage, l'intestin grêle (duodénum, jéjunum puis iléon), le cæcum, le côlon (proximal et distal), puis le rectum aboutissant à l'anus (Figure 1 et 2).

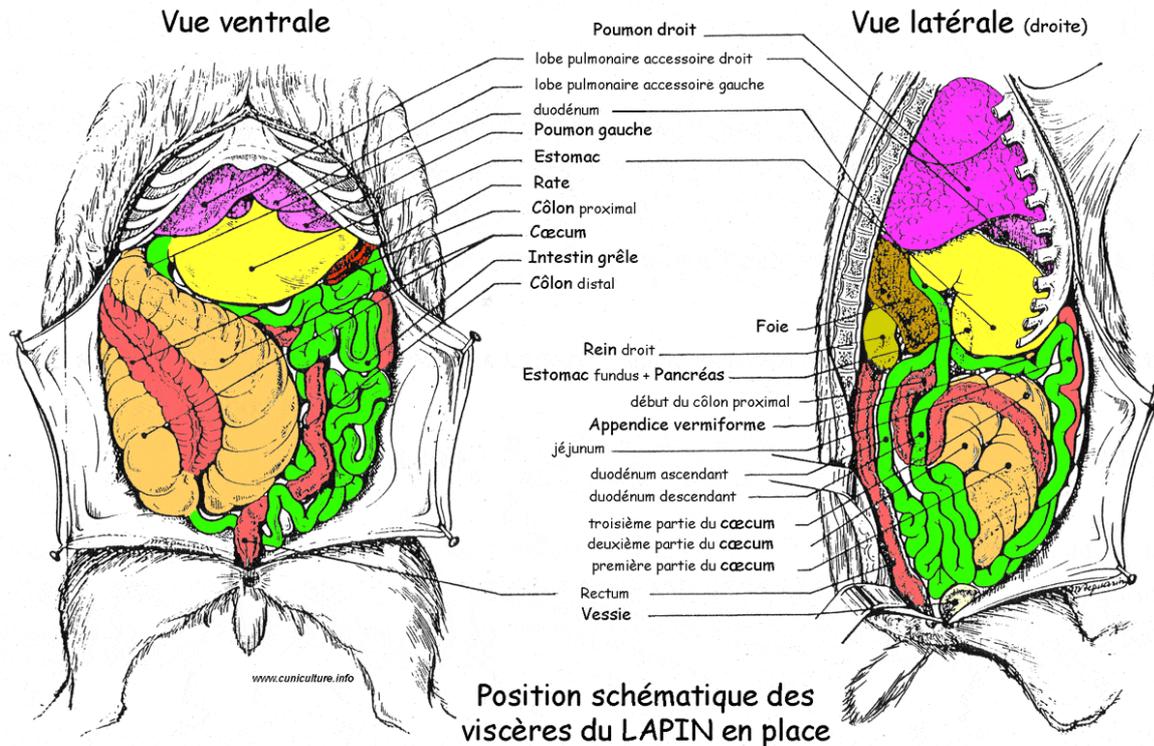
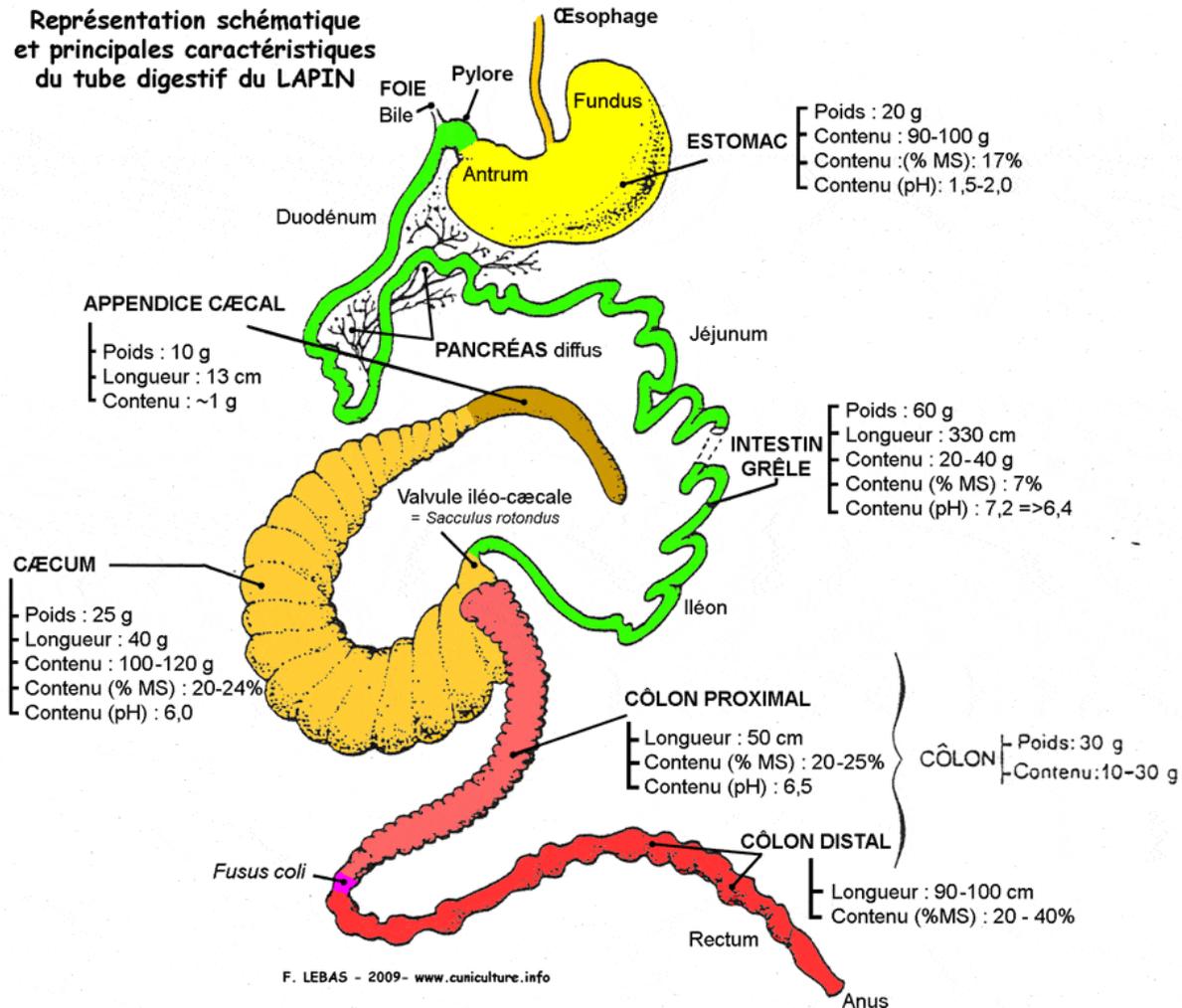


Figure 1: Positionnement des viscères chez le lapin (d'après Domini, 1967)



**Représentation schématique et principales caractéristiques du tube digestif du LAPIN**



**Figure 2: Schéma des différents éléments du tube digestif du lapin (d'après Lebas et al., 1996b)**

L'appareil digestif du lapin est particulier (Snipes et Snipes, 1997) : l'intestin grêle représente une faible part du tractus digestif (56% de la longueur et 12% du volume de l'ensemble intestin grêle-cæcum-côlon), alors que le cæcum est très développé, il représente 90% de l'ensemble intestin grêle-cæcum-côlon alors que pour la plupart des espèces domestiques il compte seulement pour 4 à 11% de cet ensemble.

A ces organes viennent s'ajouter des glandes annexes sécrétoires reliées à différents niveaux de ce dispositif : les glandes salivaires, le foie et le pancréas. Par ailleurs des éléments lymphoïdes, diffus ou organisés, sont disséminés tout au long de



l'appareil digestif lui conférant un rôle important dans la défense de l'organisme : les plaques de Peyer de l'intestin grêle, le sacculus

rotondus au niveau de la jonction iléo-cæcale et l'appendice cæcal (ou vermiforme) à l'extrémité distale du cæcum (Mage, 1998).

## II. FONCTION DE LA DIGESTION

### II.1. La bouche : *de la préhension des aliments à la déglutition du bol alimentaire*

La cavité buccale du lapin est spécifique des Lagomorphes. Ainsi, la deuxième paire d'incisives à la mâchoire supérieure, dissimulée derrière la première paire, distingue l'ordre des Lagomorphes, dont fait partie le lapin européen, de celui des rongeurs. Les mouvements masticateurs latéraux rapides aboutissent à une réduction importante de la taille des particules alimentaires. Les glandes salivaires sont bien développées (parotide, mandibulaire, sublinguale...) et sécrètent diverses enzymes. Le bol alimentaire ainsi constitué est dégluti, traverse l'œsophage et entre dans l'estomac au niveau du cardia.

### II.2. L'estomac : *début de la digestion*

Le bol alimentaire dégluti s'accumule dans l'estomac et y séjourne pour transformation mécanique et chimique en chyme gastrique. L'estomac fait suite à l'œsophage au niveau du cardia et précède l'intestin grêle au niveau du pylore. Il forme une poche constituée de deux parties : le fundus et l'antrum (Figure 1), distinguées notamment par leurs activités digestives et sécrétrices. Les glandes stomacales produisent deux enzymes majeures : une lipase gastrique et du pepsinogène (Bernadac et al., 1991).

La digestion des protéines débute dans l'estomac sous l'action de la pepsine. Sa sécrétion se répartit de manière assez homogène dans l'estomac, sauf dans l'antrum où elle est relativement faible (DeNigris et al., 1988). Sécrétée sous forme inactive par les cellules principales ou à zymogène, et appelée pepsinogène, elle est activée par l'acidité gastrique. Les cellules pariétales sécrètent également le facteur intrinsèque, une glycoprotéine impliquée dans l'absorption de la vitamine B12 (Serfilippi et Donaldson, 1986).

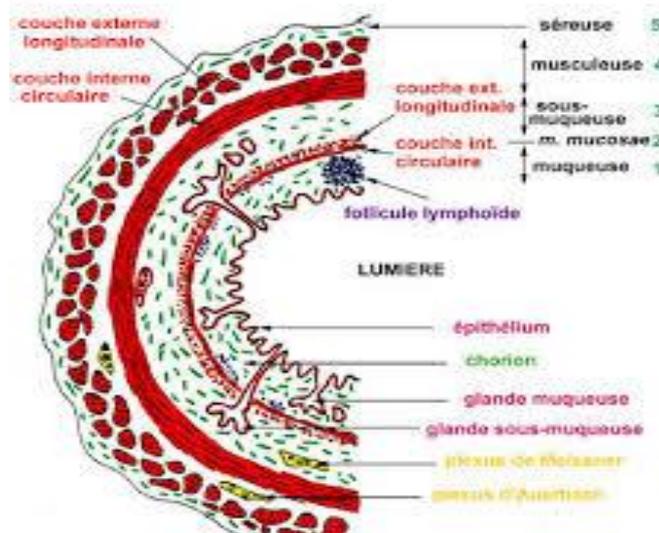


### II.3. L'intestin grêle : site majeur des phénomènes de digestion et d'absorption

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.

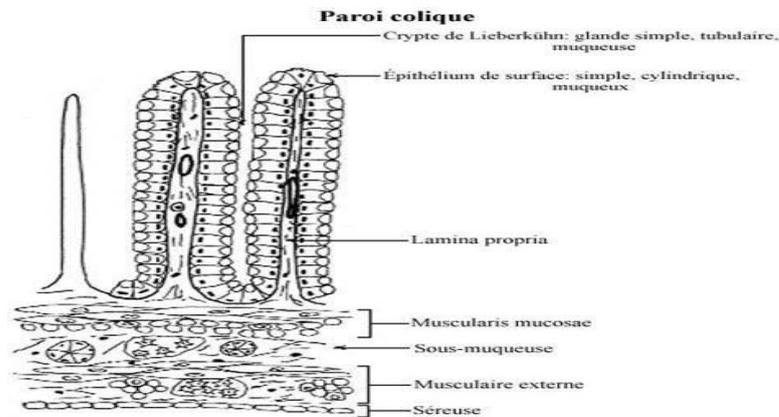
Il est classiquement divisé en 3 parties (Figure 1) : le duodénum, le jéjunum et l'iléon. A la surface de la paroi intestinale, les valvules conniventes, replis circulaires macroscopiques, participent également à l'augmentation de la surface d'échange.

La paroi de l'intestin grêle est divisée en différentes couches (Figure 3) : la muqueuse, la musculaire muqueuse, la sous muqueuse, la musculuse 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).



**Figure 3.** Structure histologique de la paroi digestive (coupe transversale). (Bucket et al., 1993)

La muqueuse présente d'innombrables petites évaginations de quelques centaines de  $\mu\text{m}$  appelées villosités (Figure 3). Au niveau cellulaire, les entérocytes présentent à leur surface apicale une multitude de replis : les microvillosités (Madara et Trier, 1987).



**Figure 3.** Coupe histologique des villosités intestinales

Madara et Trier (1987)

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).

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.

#### **II.4. Le colon: le fonctionnement alternatif du côlon proximal, base de la dualité d'excrétion**

A ce stade, le fonctionnement du tube digestif du lapin n'est pas réellement différent de celui des autres monogastriques. Par contre, l'originalité est située dans le fonctionnement dualiste du côlon proximal.



En effet, si le contenu caecal s'engage dans le côlon au cours du début de la matinée, il y subit peu de transformations biochimiques. La paroi colique sécrète un mucus qui enrobe progressivement les boules de contenu que les contractions de la paroi ont permis de former. Ces "boules" se trouvent réunies en grappes allongées. On les nomme ***crottes molles, caecotrophes*** (*Photo 1*). Si, par contre, le contenu caecal s'engage dans le côlon à un autre moment dans la journée, son sort est différent.

La fraction liquide, contenant les produits solubles et les petites particules (moins de 0,1 mm), est en grande partie refoulée vers le caecum, tandis que la fraction "solide", renfermant surtout les grosses particules (plus de 0,3 mm), forme ***les crottes dures*** (*Photo 2*) qui seront évacuées dans les litières. En effet, grâce à ce fonctionnement dualiste, le côlon fabrique deux types de crottes : des *crottes dures* et des *caecotrophes*.



Photo 1



Photo 2

### III. HISTOLOGIE DE L'APPAREIL DIGESTIF

Le tube digestif est un organe composé de quatre couches distinctes qui sont, de l'intérieur vers l'extérieur : une muqueuse, une sous-muqueuse, une musculuse et une adventice (ou séreuse). La disposition du composant musculaire est relativement constante tandis que l'aspect de la muqueuse varie dans les différentes régions. (figure 4)

#### ***a/ La muqueuse (Tunica mucosa)***

Elle se divise histologiquement en trois couches : un épithélium de revêtement (Epithelium mucosae), un chorion ou lamina propria (Lamina propria mucosae) et une musculaire muqueuse (Lamina muscularis mucosae).



La lamina propria est une couche de tissu conjonctif lâche souvent infiltrée de nombreux lymphocytes qui appartiennent au tissu lymphoïde associé à la muqueuse digestive. Dans certaines régions du tube digestif elle présente des glandes qualifiées de glandes muqueuses d'après leur localisation.

La musculaire muqueuse n'est pas présente de façon constante. Elle est formée d'une à trois fines couches de muscle lisse.

#### **b/ La sous-muqueuse (*Tela submucosa*)**

Cette couche de tissu de tissu conjonctif lâche contient les gros vaisseaux sanguins, les lymphatiques et le plexus sous-muqueux (anciennement plexus de Meissner) qui appartient au système nerveux autonome. Des glandes sous-muqueuses peuvent être présentes. Dans les régions où la musculaire muqueuse est absente, lamina propria et sous-muqueuse se confondent formant la propria sous-muqueuse. C'est également à ce niveau que se développent des formations lymphoïdes appelées nodules lymphatiques appartenant au tissu lymphoïde associé à la muqueuse digestive.

#### **c/ La musculaire (*Tunica muscularis*)**

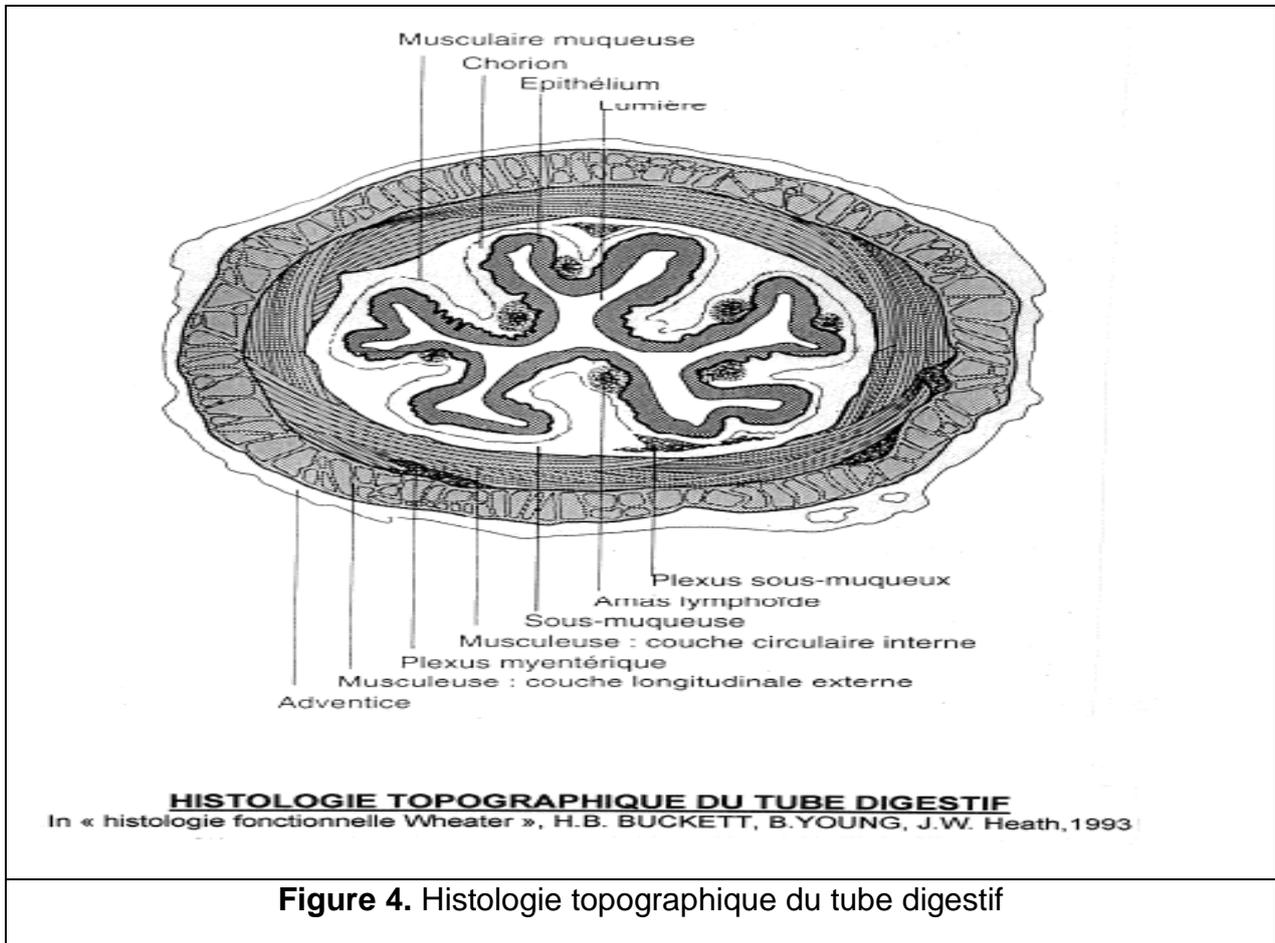
La Couche de tissu musculaire lisse composée de plusieurs couches distinctes. On compte le plus souvent deux couches de fibres caractérisées par leur orientation. Un plan externe est longitudinal, parallèle au grand axe du viscère; le plan interne est transversal ou circulaire. Entre les deux couches s'observe le plexus nerveux myentérique (anciennement plexus d'Auerbach) appartenant au système nerveux autonome.

#### **d/ L'adventice (*Tunica adventitia*)/ la séreuse (*Tunica serosae*)**

La couche la plus externe peut être une séreuse ou une adventice. Les organes qui bordent les cavités pleurales, péricardiques et péritonéales sont revêtus d'une séreuse. Celle-ci est constituée d'une couche de tissu conjonctif bordée par un mésothélium d'aspect endothélial. Tous les organes situés hors des cavités splanchniques comme



l'oesophage cervical, possèdent une couche conjonctive qui adhère aux couches musculaires sous-jacentes : c'est une adventice.



**Figure 4.** Histologie topographique du tube digestif

### III.2 l'oesophage

C'est un conduit musculo-membraneux qui fait suite au pharynx et se termine à l'estomac dans lequel il débouche par l'orifice du cardia.

#### a/ La muqueuse

Elle forme des plis longitudinaux effaçables à la distension. L'épithélium est stratifié squameux. Il est kératinisé chez les Rongeurs, le Lapin, les Ruminants ; faiblement chez le Porc et l'Homme alors qu'il ne l'est pratiquement pas chez les Carnivores.



---

Le chorion est riche en fibres élastiques et apparaît dans l'œsophage plus dense que le tissu conjonctif de la sous-muqueuse.

La musculaire muqueuse généralement incomplète, est constituée de fibres musculaires lisses orientées longitudinalement qui existe sur toute la longueur du conduit.

#### ***b/ La sous-muqueuse***

Elle est formée d'un conjonctif abondant, pourvu de nombreuses fibres élastiques et contient les vaisseaux sanguins et lymphatiques. Elle contient des glandes œsophagiennes tubulo-acineuses ramifiées, de type séro-muqueux (acini muqueux avec demi-lunes séreuses) dont le nombre et la topographie varient beaucoup avec les espèces.

#### ***c/ La musculuse***

Elle continue avec celle du pharynx et de l'estomac. Elle présente la disposition caractéristique en deux couches mais cette organisation n'est visible distinctement que loin du pharynx.

#### ***d/ L'adventice***

Elle continue avec celle du pharynx et de l'estomac. Elle présente la disposition caractéristique en deux couches.

#### ***e/ Vascularisation et innervation***

Les artères sont multiples et grêles ; elles circulent sous la séreuse et traversent musculuse, sous-muqueuse et forment un réseau capillaire dans le chorion de la muqueuse. Les veines prennent naissance à partir des capillaires muqueux puis forment un plexus sous-muqueux puis périmusculaire. Les veines efférentes se portent : dans la région cervicale, aux veines jugulaires ; dans la région médiastin ale aux affluents de la veine cave crâniale et aux veines œsophagiennes.

Les lymphatiques forment aussi deux réseaux, l'un sous-muqueux et l'autre dans la musculuse. Les vaisseaux efférents sont drainés par les noeuds lymphatiques régionaux.

Les nerfs sont issus des nerfs vagues, accessoirement du sympathique. Les divisions nerveuses pénètrent dans la musculuse et forment un plexus mysentérique



riche en fibres myélinisées puis dans la sous-muqueuse un second plexus formé de fibres amyéliniques. Les filets ultimes gagnent la musculaire muqueuse et l'épithélium.

### III.3 L'estomac

L'estomac (Ventriculus) est une partie dilatée du tube digestif qui fait suite à l'œsophage au niveau du cardia et se continue au pylore par l'intestin grêle. C'est le premier des organes essentiels de la digestion qui retient temporairement les aliments avant de les faire passer dans l'intestin.

Sa muqueuse sécrète à cet effet le suc gastrique, riche en acide chlorhydrique et en enzymes dont la principale, la pepsine, agit sur les matières protéiques. Sous l'action combinée de cette sécrétion et du brassage permis par une musculature puissante, les aliments sont transformés en une masse fluide, le chyme, dont la digestion sera complétée par l'intestin. (figure 5)

#### **a/ La muqueuse**

Au repos, la muqueuse de l'estomac glandulaire dessine de nombreux plis longitudinaux qui permettent une grande distension après les repas. Macroscopiquement, la surface apparaît criblée de petits trous qui représentent microscopiquement des invaginations de l'épithélium de surface.

L'épithélium s'enfonce dans l'épaisseur du chorion pour constituer des cryptes gastriques qui sont en continuité avec des glandes en tube. Celles-ci sont serrées, au contact les unes des autres, et occupent presque toute l'épaisseur de la muqueuse. L'épithélium qui borde les cryptes est simple cylindrique, de type muqueux. Le film muqueux protecteur, qui recouvre l'épithélium est épais.

Le chorion est discret, vascularisé. Il constitue un tissu de soutien pour les glandes. La musculature muqueuse est épaisse, souvent formée de trois couches de fibres musculaires lisses. De fins relèvements naissent de celle-ci et courent entre les glandes gastriques.

Bien que la muqueuse de l'ensemble soit de type glandulaire tubuleux, on distingue trois zones histologiquement différentes : le cardia, le fundus et le pylore.



### **b/ la muqueuse fundique**

Les glandes fundiques (ou glandes gastriques propres) sont tubuleuses simples ou parfois bifurquées, presque rectilignes. Elles deviennent sinueuses ou légèrement contournées dans la profondeur et s'étendent jusqu'à la musculaire muqueuse. Elles sont formées d'un col (ou collet) étroit et court, qui débouche dans l'isthme, d'un corps ou partie principale et enfin d'un fond contourné et terminé en cul de sac. La lumière glandulaire est étroite, souvent difficile à discerner. (figure 5 et 6)

L'épithélium comporte quatre types cellulaires :

- **Des mucocytes** cubiques et réguliers, localisés au col
- **Des cellules principales**, polyédriques à cubiques, au noyau basal. Après coloration hémalum-éosine, le cytoplasme apparaît basophile au pôle basal et vacuolisé au pôle apical. L'aspect spumeux du cytoplasme en région apicale est dû à la présence de grains de zymogène sensibles à la fixation. Les cellules principales sécrètent le pepsinogène qui est transformé en pepsine par l'acide chlorhydrique.
- **Des cellules pariétales ou bordantes**, beaucoup moins nombreuses mais plus volumineuses que les précédentes, visibles surtout dans le corps de la glande. Elles apparaissent excentrées par rapport aux cellules principales et forment de petits renflements sur le bord externe de l'épithélium. Elles sont rondes à pyramidales, leur noyau est central et le cytoplasme apparaît granuleux, très éosinophile. Leur observation en microscopie électronique révèle la présence de nombreuses et profondes invaginations de la membrane plasmique en région apicale. Cet appareil canaliculaire intracytoplasmique est appelé « puit vilieux de Mériel » et est impliqué dans la synthèse d'acide chlorhydrique.
- **Des cellules argentaffines** car mises en évidence après imprégnation argentique, sont logées entre la membrane basale et les cellules principales.

Peu nombreuses, pyramidales, n'atteignant pas la lumière glandulaire, des granulations noires sont visibles au pôle basal. Elles sont aussi nommées endocrinocytes gastro-intestinaux parce qu'elles sont aussi présentes dans l'intestin. On en reconnaît une douzaine de types ; tous ont en commun la production d'hormones gastro-intestinales (gastrine, sécrétine, cholecystokinine).



pancréozymine, somatostatine...) qui, entre autres, assurent la régulation du transit digestif et de la sécrétion de ses glandes annexes.

Deux types morphologiques différents sont observés en microscopie électronique :

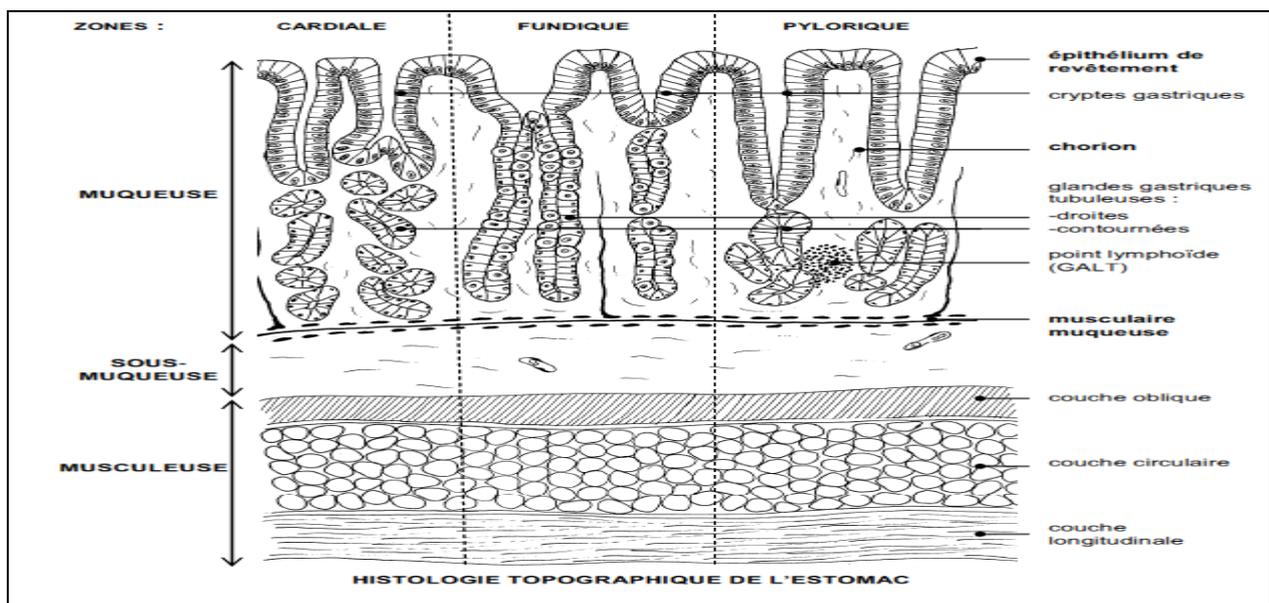
- le type « fermé » : le pôle apical est coiffé par la réunion de deux cellules épithéliales adjacentes. Il est plutôt rencontré dans le fundus,
- le type « ouvert » : un plumet apical fait saillie dans la lumière. Il est observé dans le pylore.

### **c/ la muqueuse cardiale**

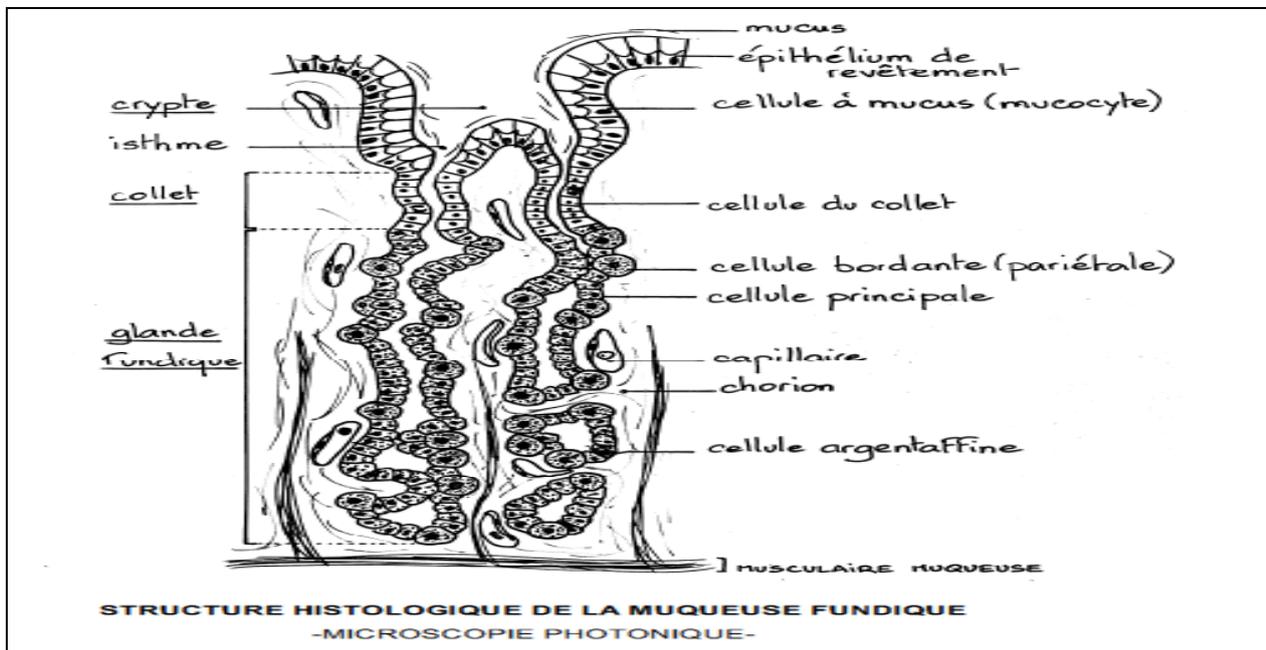
Son organisation est similaire à celle de la muqueuse fundique mais les glandes cardiales sont plus ramifiées et plus contournées, avec une lumière plus large. Les cellules épithéliales sont cubiques et synthétisent du mucus.

### **d/ la muqueuse pylorique**

Elle présente encore la même organisation générale mais les cryptes gastriques sont beaucoup plus profondes et étroites. Les glandes pyloriques sont fortement ramifiées et contournées sur elles-mêmes de façon à former des amas de multiples surfaces de section sur les coupes histologiques. L'épithélium simple est formé de cellules à mucus qui ressemblent aux mucocytes du col.



**Figure 5.** Histologie topographique de l'estomac (Arvy et More, 1975)



**Figure 6.** Histologie de la muqueuse fundique (Arvy et More, 1975)

#### **e/ La sous-muqueuse**

Cette tunique n'est que faiblement unie à la musculuse alors qu'elle adhère étroitement à la muqueuse. Elle est constituée d'un tissu conjonctif lâche, richement vascularisé.

#### **f/ La musculuse**

La musculuse est classiquement décrite comme ayant trois couches musculaires : interne oblique, circulaire moyenne et longitudinale externe. Plus précisément, selon les niveaux, on observe un renforcement ou encore un changement d'orientation des plans musculaires, en rapport avec la conformation et la fonction propres à chaque région de l'organe. Par exemple, la couche longitudinale, immédiatement sous-séreuse, est très largement incomplète. Elle est réduite à deux bandes, l'une le long de la petite courbure et l'autre sur la grande courbure.

#### **d/ La séreuse**

Elle est constituée par le péritoine viscéral recouvrant une couche de tissu conjonctif lâche.



### III.4. L'intestin grêle

#### a/ La muqueuse

Elle est constituée par un épithélium simple cylindrique reposant sur un délicat chorion. Elle présente en surface des expansions digitiformes, les villosités et en profondeur des invaginations, les glandes intestinales (anciennement glandes de Lieberkühn).

Les villosités sont très nombreuses et serrées contre leurs voisines. Les glandes intestinales s'ouvrent à la base des villosités. Les glandes sont tubuleuses simples à bifurquées et leurs fonds s'ouvrent au voisinage de la musculaire muqueuse. Villosités et glandes sont revêtues par un épithélium simple cylindrique. (figure 7)

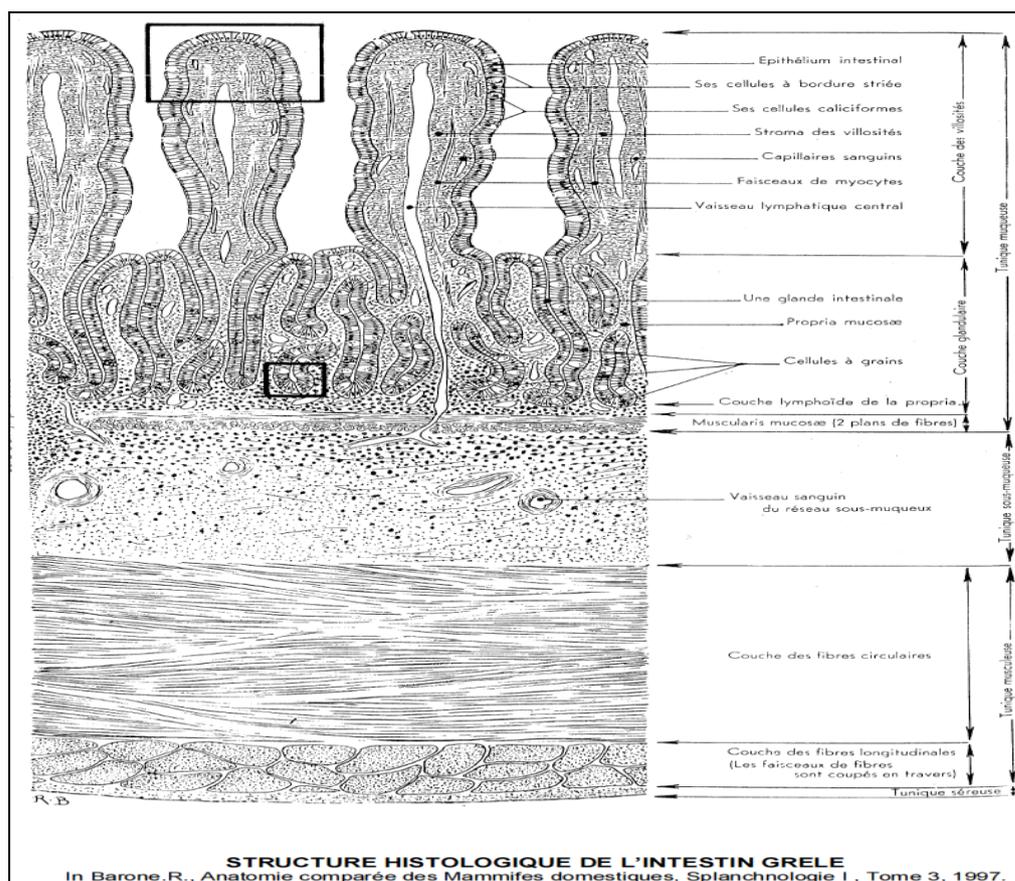


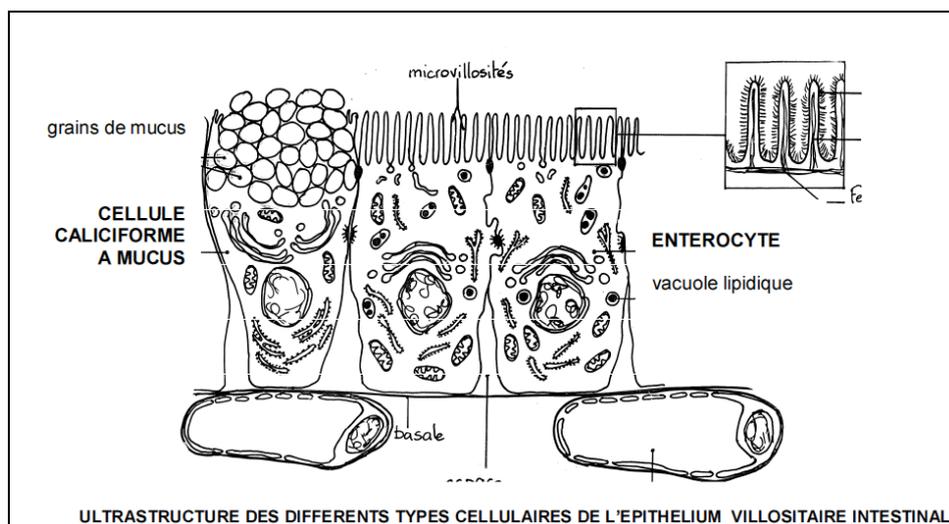
Figure 7 : Structure histologique de la villosité intestinale (Arvy et More, 1975)



**L'épithélium qui borde les villosités comporte : des épithéliocytes colonnaires**

anciennement cellules à bordure striée ou entérocytes : éléments fondamentaux de cet épithélium.

- Des cellules cylindriques haute ; noyau volumineux en position moyenne à basale ; l'extrémité apicale est bordée par une bordure striée caractéristique épaisse d'environ  $2\mu\text{m}$ , formée de microvillosités très fines et très serrées recouvertes d'un glycocalix riche en enzymes digestives. (figure 8)
- **Des cellules caliciformes** ou exocrinocytes caliciformes (goblet cells en anglosaxon) : beaucoup moins nombreuses que les précédentes mais leur nombre augmente en allant vers l'iléum (2 à 3 fois plus nombreuses dans l'iléum que dans le duodénum). Ce sont de véritables glandes unicellulaires à mucus.
- **Des cellules argentaffines** ou endocrinocytes gastro-intestinaux déjà décrites dans la muqueuse gastrique. Ces cellules sont plutôt rencontrées à la base des villosités mais sont plus nombreuses dans les glandes intestinales.



**Figure 8.** Ultra structure histologique des différents type cellulaires de l'épithélium villositaire intestinale (Arvy et More, 1975)



**L'épithélium qui borde les glandes intestinales de Lieberkühn :** ressemble à celui des villosités mais il existe une activité mitotique importante. Elles se multiplient et se différencient puis migrent dans les villosités pour donner les cellules absorbantes et les cellules caliciformes. Elles sont à leur tour poussées au sommet des villosités par de nouvelles cellules et sont enfin éliminées dans la lumière intestinale. L'épithélium est ainsi régénéré environ tous les 2 à 3 jours.

**Le chorion** : est un conjonctif très délicat, riche en fibres de réticuline. Il forme le corps des villosités et entoure les glandes intestinales. Le tissu lymphoïde associé au tube digestif (G.A.L.T.) est présent dans le chorion sous la forme de lymphocytes diffus ou de nodules lymphatiques. Un vaisseau lymphatique est présent dans le chorion au centre des villosités. Celui-ci présente une extrémité aveugle au sommet de la villosité et est à l'origine des vaisseaux lymphatiques qui forment un plexus à la base des villosités.

#### ***b/ La musculaire muqueuse***

Elle présente des fibres musculaires lisses qui s'orientent en un plan superficiel longitudinal et un plan profond circulaire.

#### ***e/ La sous-muqueuse***

Cette tunique est constituée d'un tissu conjonctif plus dense que celui du chorion. Elle comporte quelques fibres élastiques et est bien vascularisée.

Des nodules lymphatiques ou lymphonodules sont très nombreux dans l'intestin et s'y présentent sous deux aspects : isolés ou groupés en « plaques de Peyer ». Les lymphonodules solitaires sont présents dans la sous-muqueuse tout le long de l'intestin.

Les plaques de Peyer très variables en nombre et en volume selon les espèces et selon la région de l'intestin grêle ; cependant ils sont généralement considérés comme caractéristiques de l'iléum. Ces nodules sont visibles macroscopiquement à la surface de la muqueuse.

Ils se développent à cheval sur la muqueuse et la sous-muqueuse ; à leur niveau la musculaire muqueuse est interrompue ou très dissociée, les villosités intestinales disparaissent et sont remplacées par un dôme très cellulaire revêtu par un épithélium



prismatique dépourvu de cellules à mucus et infiltré de cellules lymphoïdes et macrophagiques. Des cellules spécialisées dans la captation d'antigènes, les cellules M sont présentes dans l'épithélium.

### III. 5. Le gros intestin

Le gros intestin est anatomiquement divisé en trois segments successifs : le cæcum, le côlon et le rectum auxquels il faut rajouter le bref canal anal. Malgré ces importantes différences anatomiques, rappelons qu'il est difficile de distinguer le cæcum du côlon ou du rectum en histologie. La structure du gros intestin présente une remarquable uniformité et ceci quelle que soit l'espèce. On y retrouve les quatre tuniques du tube digestif.

#### **a/ La muqueuse**

La muqueuse du gros intestin est totalement dépourvue de villosités. Elle est de type glandulaire.

- **l'épithélium** ressemble beaucoup à celui de l'intestin grêle. Il comporte des épithéliocytes columnaires et de nombreuses cellules caliciformes. Il revêt la surface des glandes intestinales, droites, serrées les unes contre les autres et s'étendent jusqu'au voisinage de la musculaire muqueuse.

- **le chorion** est un conjonctif très délicat, riche en fibres de réticuline et en lymphocytes. Les nodules lymphatiques sont nombreux, volumineux et envahissent souvent la sous-muqueuse.

- **la musculaire muqueuse** est épaisse avec deux plans de fibres bien distincts ; elle délègue de petits faisceaux entre les glandes.

#### **b/ La musculuse**

Elle présente la disposition caractéristique en deux couches. La couche circulaire, profonde forme un plan continu, relativement mince et régulier. La couche longitudinale, externe présente de grandes variations. Elle peut être continue, assez régulière, plus mince que la précédente mais peut aussi être très irrégulière. C'est le cas lorsqu'il existe anatomiquement des bosselures et des bandes longitudinales. Au niveau du rectum, les

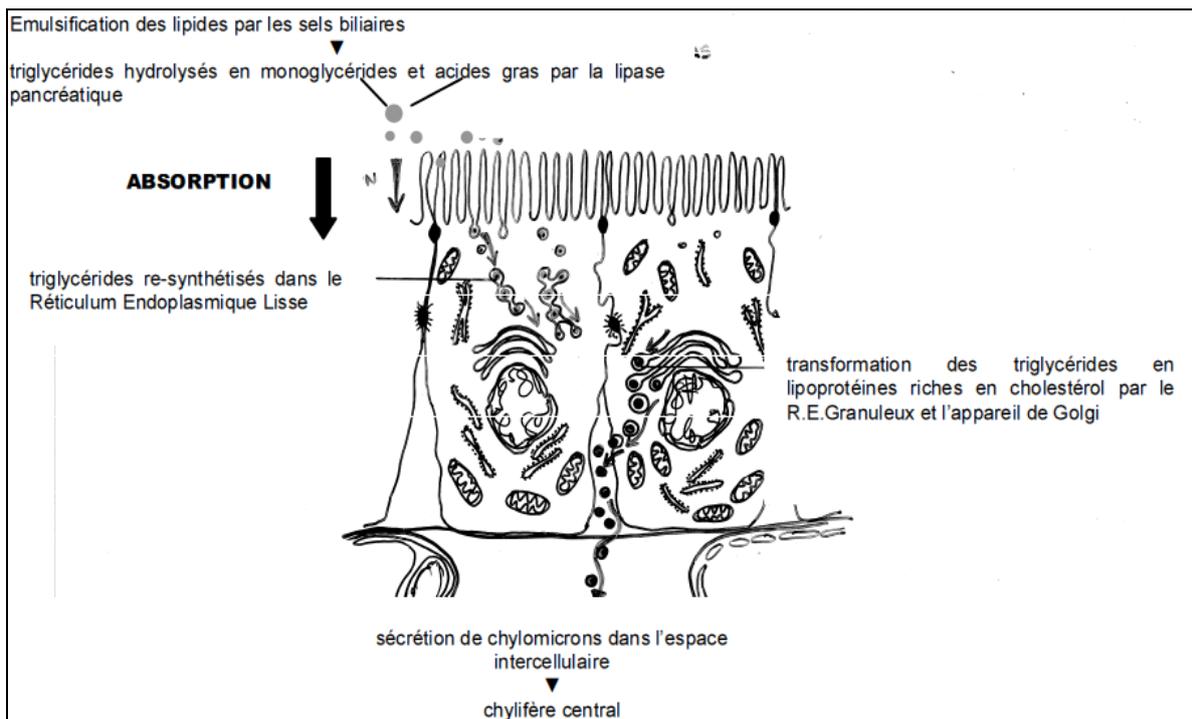


deux couches sont complètes et particulièrement épaisses ; leur orientation devient plus ou moins spiroïde.

### III.5. Histophysiologie

Les aliments qui arrivent dans le duodénum sont dégradés en substances directement assimilables telles acides aminés, glucose, acides gras et monoglycérides. Cette dégradation est liée à l'activité sécrétoire exocrine de l'organe. (figure 8)

- ▶ Sécrétion du suc intestinal :
- ▶ Absorption des nutriments



**Figure 8.** Absorption des nutriments au niveau de la paroi intestinale (Arvy et More, 1975)

#### a/ Sécrétions endocrines

Elles sont assurées par les cellules argentaffines du SED essentiellement localisées dans les glandes de Lieberkühn.



- 
- les cellules S (à sécrétine) : ralentissent la motricité stomacale, activent la sécrétion de la phase aqueuse du suc pancréatique par les cellules canalaies
  - les cellules I (à CCK-PZ) : diminuent la motricité gastrique, favorisent la contraction de la vésicule biliaire et la sécrétion de la phase enzymatique du suc pancréatique par les cellules acineuses.
  - les cellules D (à somatostatine) : inhibent l'activité des cellules S et I
  - les cellules L (ou A) (à enteroglucagon) : à activité hyperglycémiant, voisine du glucagon pancréatique

# Partie expérimentale



---

## L'OBJECTIF DE L'ETUDE

L'objectif de notre essai est d'étudier l'effet du niveau protéique sur les paramètres zootechniques et les villosités intestinales du lapin de population locale ; en mesurant la longueur, la largeur et la surface des villosités.

### I. MATERIELS ET METHODES

#### I.1. Lieu de l'expérimentation

Cette étude a été réalisée au niveau du clapier de l'ENSV et au laboratoire d'Anatomie pathologique, durant la période allant 23 Mars au 10 septembre 2015.

#### I.2. Bâtiment d'élevage

Le bâtiment est doté d'une superficie de 72 m<sup>2</sup>, construit en dure et possédant une charpente de type métallique. L'aération statique est assurée par 6 fenêtres (type vasistas), totalisant une superficie de 0,4 m<sup>2</sup> chacune, placées des deux côtés du bâtiment, ainsi une faîtière tout au long de ce dernier.

Le clapier dispose d'un éclairage naturel et d'un système de chauffage (radiant) pour la saison froide. Les déjections sont directement réceptionnées sur le sol carrelé, puis jetés vers une fausse d'évacuation.

#### I.3. Matériels

➤ *Les cages*

Les cages sont de type « batterie », grillagés de 54 cm de largeur, 59 cm de longueur et 33 cm de hauteur. Elles sont équipées d'une trémie d'alimentation et d'abreuvoir automatique de type tétine.

➤ *Les mangeoires*

Elles sont placées à l'extérieur des cages, elles peuvent porter jusqu'à 2 kg de granulé.



## I.2. Aliment

Durant la période expérimentale, les animaux ont été nourris avec trois régimes alimentaires iso énergétique (2500 Kcal/kg), iso cellulosique (12.5 % CB) mais renfermant trois taux protéiques différents : le régime T (témoin : 16% Protéines brutes), le régime A (18% Protéines brutes) et le régime B (20% de protéines brutes). Cet aliment provient de l'unité de fabrication d'aliment CEREGAN situé à Bouzaréah.

## I.3. Les animaux

Soixante douze (72) lapins de population locale issus du clapier de l'ENSV, ont été sevrés à 30 jours. A 35 jours d'âge les lapereaux ont été allotés en trois traitements : T, A et B à raison de 24 lapins par traitement. Les animaux ont été nourris ad libitum et avaient l'accès libre à la consommation d'eau. Durant toute la période de l'essai, la température et l'hygrométrie étaient enregistrées quotidiennement à 9h, 13h et 15h.

## II. LES MESURES

### II.1. Les paramètres zootechniques

#### II.1.1. Le poids vif individuel

Le poids des animaux a été mesuré par semaine soit à 35 j, 42 j, 49 j, 56 j, 63 j, 70 j, 77 j, 84 j et 91j.

#### II.1.2. Le gain moyen quotidien GMQ

La vitesse de croissance s'exprime par le gain quotidien. Celui-ci a été calculé chaque semaine :

$$\text{GMQ} : \text{Poids final} - \text{Poids initial} / \text{le nombre de jours}$$

### II.1.3. L'ingéré

La quantité d'aliment ingéré par individus :

$$QI = CA / \text{nombre d'individus présentes}$$

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

C'est la quantité d'aliment nécessaire pour obtenir 1 kg de poids vif. Il est déterminé par le rapport :

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

## II.2. Mesure des villosités intestinales

### II.2.1. L'histologie

L'étude a été réalisée sur 18 animaux à raison de 6 lapins par traitement, de poids homogène. Après l'abattage à 91 jours d'âge, l'intestin grêle a été prélevé, et les trois segments ont été délimités à savoir le duodénum, jéjunum et l'iléon afin de réaliser des prélèvements d'échantillons d'un cm environ et fixés dans une solution de formol à 4%, puis conservés pour réaliser les coupes histologiques.

**Les techniques histologiques** utilisées dans notre essai sont celles couramment décrites par MARTOJA et MARTOJA PIERSON, et par GAUTER et JOLLES (1970).

Les différentes étapes de la réalisation des lames sont :

#### **1. La fixation**

**Le but** : 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 cellulaire et tissulaire dépend essentiellement de protéines (principaux constituants de la matière vivante). Il s'en suit qu'un bon fixateur histologique doit être un bon fixateur des protéines.

Les méthodes de fixation habituelles rendent les protéines insolubles, soit en les précipitant (dénaturation et coagulation) soit en les polymérisant (formation de ponts entre les chaînes protéiques). Les autres molécules sont retenues dans le réseau de protéines insolubilisées. Elles peuvent être extraites lors des étapes ultérieures de la préparation des échantillons : le glycogène hydrosoluble est partiellement extraite par les solutions aqueuses ; les lipides simples (triglycérides et cholestérol) par les solvants organiques.

-La Procédure : la fixation doit être immédiate après le prélèvement aussi bien sur place qu'au laboratoire, pour empêcher une putréfaction du tissu par autolyse (destruction tissulaire par les enzymes qu'il contient en lui-même) et par altération microbienne (putréfaction).

Le volume du fixateur doit être de 20 à 50 fois celui du prélèvement. En routine, les pièces séjourneront de 24 à 48 heures dans le fixateur et y seront totalement immergées. Aucune pièce ne doit flotter au dessus du fixateur car la fixation ne sera ni bonne ni homogène. Ce temps est toutefois à adapter selon la consistance et la taille du tissu.

## **2- L'inclusion et l'enrobage**

-Le but : 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.

-la Procédure : le prélèvement fixé, est d'abord découpé macroscopiquement en plus petits morceaux lorsqu'il s'agit d'un organe. Chaque morceau est bien identifié par un code (association de lettres et d'un nombre). Une transcription est faite dans un registre de travail. Les prélèvements sont ensuite déposés dans des paniers spécifiques ou cassettes avec leur identification sur papier ou sur le bord des cassettes (inscription avec un crayon mince 2B).



Les opérations se poursuivent par :

- La déshydratation par les alcools.

Le prélèvement est d'abord déshydraté (immersion dans des bains successifs d'alcool a concentrations croissantes jusqu'à alcool absolu)

- le remplacement de l'alcool par un solvant de la paraffine (éclaircissement)

Un solvant de la paraffine est destiné a chasser l'alcool par trois bains successifs de toluène ou de xylène.

- l'inclusion proprement dites dans la paraffine fondue qui prend la place du solvant.

### **3- la micromisation et le collage des coupes sur lame**

-Le but : Ils permettent d'obtenir des coupes dont l'épaisseur est de 5 à 7  $\mu$  et de les mettre sur un support de verre transparent.

-La Procédure :

- L'équarrissage par l'enlèvement a l'aide d'un couteau, de l'excédent de paraffine. Il ne doit rester qu'environ 5mm de paraffine autour de la pièce.
- Le montage du bloc sur son support.

On doit prêter une attention particulière au montage du bloc sur son support. Sa bonne orientation par rapport au couteau est primordiale. Le bloc doit rester parallèle au couteau. Le couteau est extrêmement tranchant. Suivez bien son installation par le moniteur sur le microtome.

Les éléments composant un tissu ou un organe sont orientés par hasard par rapport au plan de section dans le bloc. Il est donc difficile de faire une coupe longitudinale ou transverse exacte d'un tube. Si le rasoir passe le long de l'axe du tube, on obtient une coupe longitudinale ou axiale. Celle-ci apparait comme deux traits parallèles. Si la coupe est faite parallèlement a l'axe du tube, mais dans l'épaisseur même de sa paroi, il en résulte une coupe tangentielle. Celle-ci apparait comme une surface rectangulaire assez large.



---

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.

- Le dégrossissage au microtome permet d'éliminer la paraffine qui se trouve en avant du prélèvement pour obtenir une coupe entière du tissu à colorer.

Le prélèvement imbibé de solvant est ensuite imprégné à chaud dans un bain successif de paraffine fondue à 56-60 degrés dans l'étuve.

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

La préparation du bloc de paraffine (enrobage) se fait au moyen d'un petit moule préalablement chauffé dans lequel on verse de la paraffine fondue grâce à un distributeur de paraffine. Dans celle-ci on place rapidement la pièce en l'orientant convenablement suivant les coupes transversales ou longitudinales pré-envisagées. Puis on laisse refroidir la paraffine.

Après refroidissement complet, le bloc de paraffine est démoulé.

On utilise la fiche d'observation pour noter les différentes phases de l'inclusion.

#### **4-Le montage des coupes**

-Le But : le montage des coupes permet : la protection mécanique de la préparation, la conservation des colorations et l'obtention d'un degré de transparence et d'un indice de réfraction avantageux d'un point de vue optique.

-La Procédure : après coloration, on dépose sur chaque coupe, un milieu permanent, iso-réfringent avec le verre (baume de Canada, milieux synthétiques tel que le D.P.X, l'Eukitt.) puis on la recouvre d'une lamelle couvre objet. Lors de la manipulation, aucune bulle d'air ne doit s'insérer entre la lame et la lamelle.

Après le montage, les coupes sont rangées dans des boîtes spécifiques à l'abri de la poussière.

### **II.2.2. Lecture des lames**

La lecture des lames a été réalisée à l'aide du microscope MOTIC muni d'une caméra, au grossissement x40. La mesure de la longueur et la largeur des villosités

intestinales des lapins soumis aux trois régimes alimentaires a été déterminée par le logiciel MOTIC Image plus 2.0. La superficie des villosités a été calculée selon la formule suivante : ( <http://animres.edpsciences.org/articles/animres/>)

**Surface des villosités :  $(L \times I) \times 3.14$**

**L : longueur**

**I : largeur**



**Mesure des villosités intestinales**

### III. Analyse statistique

Les différents résultats sont décrits par la moyenne et l'erreur standard (SE, calculée à partir de l'écart-type selon la formule :  $SE = \text{Ecart type} / n^{0,5}$ ; n étant la taille de l'échantillon). Ces résultats sont soumis à une analyse de variance à un facteur (ANOVA 1) pour déterminer l'effet du régime sur les différents paramètres zootechniques et les villosités intestinales. Le seuil de signification est d'au moins 5% ( $P < 0.05$ ).

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

# Résultats et discussions

## RESULTATS ET DISCUSSION

### 1. LES PARAMETRES ZOOTECHNIQUES

#### 1.1. Evolution du poids vif

Les poids vif des lapins obtenus à l'issue de chaque semaine de croissance sont mentionnés dans le Tableau (01). Les résultats n'ont révélé aucune différence significative ( $p > 0.05$ ) entre les traitements durant toute la période d'engraissement.

A 91 jours d'âge, le poids des animaux est similaires soit : **2223 g** pour les animaux nourris avec le régime **T (16% PB)**, **2237 g** avec le régime **A (18% PB)**, et enfin **2208 g** avec le régime **B (20% PB)**.

Nos résultats sont similaires à ceux rapportés par Obinn et al (2010) et WANG Xuepeng et al (2012) sur des lapins de race californienne et New zélandaises.

**Tableau 3.** Evolution du poids vif des animaux

Traitements	T	A	B	P
J35	667,96±24,86	658,79±23,76	693,89±25,26	NS
J42	903,86±27,08	917,25±26,16	941,23±33,95	NS
J49	1150,9±28,53	1150,78±28,38	1180,12±40,79	NS
J56	1355,6±29,11	1339,7±30,33	1377,2±47,71	NS
J63	1567,6±39,64	1550,1±40,67	1586,3±51,70	NS
J70	1709,5±56,18	1747,4±47,82	1780,2±56,17	NS
J77	1927,5±52,45	1929,5±58,91	1929,7±47,10	NS
J84	2105,8±46,21	2102,5±65,16	2066,5±49,42	NS
<b>J91</b>	<b>2223,1±51,89</b>	<b>2237,6±66,00</b>	<b>2208,3±58,99</b>	<b>NS</b>

NS : non significatif

A : animaux nourris a 18%

B : animaux nourris à 20%

T : animaux nourris à 16%

## 1.2. La vitesse de croissance

La vitesse de croissance désignée par le gain moyen quotidien (GMQ) est représentée dans le tableau (3). Nous constatons qu'à la période de 70-77 jours d'âge et à 77-84 jours d'âge respectivement, les animaux nourris avec l'aliment T (16% PB) et A (18% PB) ont une vitesse de croissance plus élevées significativement ( $p < 0.05$ ) par rapport au régime B (20% PB).

Par contre à la période globale nous n'avons enregistré aucune différence significative entre les trois lots ( $p > 0.05$ ). La vitesse de croissance des lapins est la même. Les infléchissements constatés de la vitesse de croissance de ces derniers, correspondent à des accidents de croissance tels que le stress, la perte d'appétit et /ou les pathologies. Ces fluctuations sont suivies par des phases de croissance compensatrice, souvent observées et énoncées par Jouve et al (1986), Delmas et Ouhayoun (1988).

**Tableau4.** Evolution du gain moyen quotidien.

Traitements	T	A	B	P
35-42 J	33,70±1,10	36,92±0,86	35,3±2,62	NS
42-49 J	35,30±28,53	33,36±1,86	34,12±1,56	NS
49-56 J	29,23±1,35	26,99±1,58	28,16±2,22	NS
56-63 J	30,28±2,61	32,86±2,03	29,87±1,88	NS
63-70 J	30,85±0,74	28,19±1,76	27,69±1,36	NS
70-77 J	31,14±1,69a	27,22±2,39a	23,66±1,20b	<b>S</b>
77-84 J	25,46±2,33a	24,71±1,95a	19,53±1,95b	<b>S</b>
84-91 J	21,37±2,08	19,30±1,31	22,32±2,17	NS
<b>35-91 j</b>	<b>29,83±0,89</b>	<b>28,19±1,18</b>	<b>27,67±0,89</b>	<b>NS</b>

*Les chiffres suivis d'indices différents (a, b) sont significativement différents ( $p < 0,05$ ).  
NS : non significatif S : significatif*

A : animaux nourris a 18%

B : animaux nourris à 20%

T : animaux nourris à 16%



### 1.3. Evolution de l'ingéré

Sur l'ensemble de la période d'engraissement, l'étude de la consommation alimentaire des animaux durant la période de l'essai est représentée dans le tableau (4).

D'après les résultats enregistrés, aucune différence significative n'a été enregistrée, que ça soit pour les périodes hebdomadaires ou à la période globale. La consommation alimentaire est identique entre les animaux, elle est de **84.41 g** pour le lot **T** (16% PB), **88.00 g** pour le lot **A** (18%PB) et **85.78 g** pour le lot **B** (20% PB).

**Tableau 4.** Evolution de l'ingéré des lapins

Traitements	T	A	B	P
35-42J	56,49±1,06	63,56±0,53	60,43±2,86	NS
42-49J	74,00 ±2,59	74,15 ±0,83	75,88 ±2,15	NS
49-56J	80,64±2,78	87,67±3,49	79,32±3,06	NS
56-63J	102,12 ±5,43	94,16 ±2,60	97,89 ±2,43	NS
63-70J	107,59 ±5,72	88,50 ±5,94	90 ±7,33	NS
70-77J	87,55 ±7,05	92,10 ±6,24	89,54 ±10,80	NS
77-84J	108,21 ± 3,28	109,5 ± 3,27	103,2 ± 3,55	NS
84-91J	105,27 ±4,81	108,98 ±3,51	102,22 ±6,64	NS
<b>Ingéré 35-91J</b>	<b>84,41±2,39</b>	<b>88,00±2,34</b>	<b>85,78±3,54</b>	<b>NS</b>

*NS : non significatif*

A : animaux nourris a 18%

B : animaux nourris à 20%

T : animaux nourris à 16%

### 1.4. L'indice de consommation

Dans le Tableau (5) nous rapportons l'évolution des indices de consommation hebdomadaire pour tous les lots. L'efficacité de transformation alimentaire reflétée par l'indice de consommation (IC) est significative entre les lots.

En effet, notons qu'à la période de 77 à 91 jours l'indice de consommation du lot témoin (T 16%PB) est plus bas que celui des lots A (18%PB) et B (20%PB) et aussi à la période 35-91 jours d'âge ; il est de **3.16** pour le régime **T**, **3.43** pour le régime **A** et enfin **3.56** pour le régime

Par ailleurs, nous remarquons que l'IC évolue proportionnellement avec l'âge, avec à terme une dégradation prononcée en fin de période d'engraissement. Un tel phénomène, déjà rapporté par plusieurs auteurs (Ouhayoun 1989 et 1990 ; Torres et al 1992), constitue un critère délimitant l'âge d'abattage (Ouhayoun 1990) et variant selon la population considérée.

**Tableau 5.** Evolution de l'indice de consommation

Traitements	T	A	B	P
35-42 J	1,68±0,08	1,72±0,02	1,68±0,02	NS
42-49 J	2,10±0,14	2,32±0,16	2,29±0,03	NS
49-56 J	2,63±0,03	2,97±0,09	2,78±0,10	NS
56-63 J	3,04±0,15	3,29±0,34	3,37±0,26	NS
63-70 J	3,52±0,17	3,01±0,11	3,35±0,15	NS
70-77 J	2,78±0,19a	3,42±0,29b	4,04±0,42c	<b>S</b>
77-84 J	4,36±0,27a	4,52±0,14a	5,31±0,28b	<b>S</b>
84-91 J	4,93±0,67a	5,64±0,23b	5,85±0,32b	<b>S</b>
<b>IC 35-91 J</b>	<b>3,16±0,04a</b>	<b>3,43±0,06b</b>	<b>3,56±0,04c</b>	<b>S</b>

*Les chiffres suivis d'indices différents (a, b) sont significativement différents ( $p < 0,05$ ).*

*NS : non significatif S : significatif*

A : animaux nourris à 18%

B : animaux nourris à 20%

T : animaux nourris à 16%

## 2. HISTOMETRIE DE L'INTESTIN GRELE

Les résultats relatifs à l'histométrie des trois segments de l'intestin grêle des lapins soumis aux trois régimes, sont représentés dans le tableau 6.



---

L'examen histologique des trois portions intestinales (duodénum, jéjunum et iléon) montre que la longueur du duodénum du lot A (18%PB) est plus élevée significativement (**231.5  $\mu\text{m}$  vs 144.7  $\mu\text{m}$  et 142.1  $\mu\text{m}$  ;  $p < 0.05$ ) par rapport aux lots T (16% PB) et B (20% PB).**

Aussi, notons que la surface des villosités du lot A est plus élevée significativement par rapport au lot B (**11.626  $\mu\text{m}^2$  vs 7221  $\mu\text{m}^2$ ,  $p < 0.05$ ).**

Les villosités du jéjunum et de l'iléon ainsi que leurs superficies semblent elles aussi plus élevées significativement par rapport aux deux lots (T et B)  $p < 0.05$ . Notons que le jéjunum est la portion de l'intestin impliquée directement dans le phénomène d'absorption intestinale.

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

Nos données disponibles, montrent que le taux protéique à 18% du régime a affecté les caractéristiques des villosités des lapins, contrairement aux autres régimes. Laudadio et al, (2011) ont rapporté dans leurs travaux que ce même taux a affecté la hauteur des villosités des lapins sélectionnés.

**Tableau 6.** Histométrie de l'intestin grêle.

Traitements	T	A	B	P
<u>Duodénum</u>				
Longueur ( $\mu\text{m}$ )	144,73 $\pm$ 30,23a	231,5 $\pm$ 48,80b	142,1 $\pm$ 29,15a	<b>S</b>
Largeur ( $\mu\text{m}$ )	26,53 $\pm$ 2,96a	16,50 $\pm$ 1,20b	16,12 $\pm$ 1,79b	NS
Superficie ( $\mu\text{m}^2$ )	11.495 $\pm$ 890,6a	11.626 $\pm$ 839,9a	7.221 $\pm$ 884,5b	<b>S</b>
<u>Jéjunum</u>				
Longueur ( $\mu\text{m}$ )	135,0 $\pm$ 7,89a	174,1 $\pm$ 9,59b	142,0 $\pm$ 12,41ab	<b>S</b>
Largeur ( $\mu\text{m}$ )	20,96 $\pm$ 2,74	25,53 $\pm$ 0,12	26,72 $\pm$ 2,45	NS
Superficie ( $\mu\text{m}^2$ )	8.824 $\pm$ 1006,0a	13.968 $\pm$ 832,2b	11.796 $\pm$ 1106,8c	<b>S</b>
<u>Iléon</u>				
Longueur ( $\mu\text{m}$ )	91,60 $\pm$ 3,95a	90,60 $\pm$ 6,80a	94,40 $\pm$ 12,52a	NS
Largeur ( $\mu\text{m}$ )	19,63 $\pm$ 0,33ab	25,96 $\pm$ 3,84a	14,15 $\pm$ 2,74b	<b>S</b>
Superficie ( $\mu\text{m}^2$ )	5655 $\pm$ 341,5a	7223 $\pm$ 624,3b	3870 $\pm$ 256,2c	<b>S</b>

Les chiffres suivis d'indices différents (a, b) sont significativement différents ( $p < 0,05$ ).  
 NS : non significatif S : significatif

A : animaux nourris à 18%

B : animaux nourris à 20%

T : animaux nourris à 16%

---

## CONCLUSION

Les résultats obtenus au cours de notre essai ont permis de montrer que l'élévation du niveau protéique de l'aliment n'a eu aucune signification sur les performances zootechniques. 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 18% de protéines brutes augmente significativement la hauteur et la superficie de ces dernières sachant que le jéjunum représente le site d'absorption.

Les conclusions auxquelles nous avons abouti, nous amènent à l'identification de plusieurs axes de recherche. A ce propos, plusieurs paramètres importants seraient à développer :

- L'influence de la stratégie alimentaire sur l'état corporel des lapins mérite d'être approfondie.
- Une connaissance plus précise ou une meilleure gestion des besoins nutritionnels des lapins en prenant compte des autres éléments nutritionnels (acides aminés, vitamines, phosphore, matière sèche) qui permettrait une amélioration de l'état corporel.
- Elaborer des programmes de recherche en vue d'améliorer les connaissances des populations locales, permettant ainsi d'évaluer leurs capacités et performances de production, ainsi que développer des projets appliqués à des problèmes de nutrition.
- Des nouvelles investigations sur les lapins de population locale et leurs conditions d'alimentations et d'élevage sont indispensables car la cuniculture s'avère être une production animale promouvoir



---

Notre essai confirme que l'élévation du niveau protéique de l'aliment n'a aucune signification sur les performances zootechniques par contre il influence sur l'histométrie de l'intestin grêle.

Les conclusions auxquelles nous avons abouti, nous amènent à l'identification de plusieurs axes de recherche .A ce propos, plusieurs paramètres importants seraient à développer :

L'influence de l'apport protéique sur l'absorption des aliments chez les lapins mérite d'être approfondie.

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

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

# Résumé

## 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 35 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) et iso cellulosique (12.5% CB) mais renfermant 3 taux protéiques différents : T (témoin : 16% PB), A (18% de PB) et B (20% PB). Les performances zootechniques (poids vif, gain moyen quotidien, l'ingéré et l'indice de consommation) ont été mesurées par semaine et l'histométrie a été déterminée sur 18 animaux. Les résultats n'ont révélé aucune différence significative sur les performances zootechniques à l'exception de l'indice de consommation qui est amélioré avec le T (16% PB) ; **3.16** vs **3.43** et **3.56**. La hauteur et la superficie des villosités sont plus élevées avec le régime A (18% PB). Enfin les régimes alimentaires distribués aux lapins de population locale n'ont pas affecté les performances de croissance des animaux.

Mots clés : Lapin, niveau protéique, paramètres zootechniques, villosités.

## Abstract

This test was conducted to study the effects of three diets on growth performance and intestinal measurement method on 72 local rabbit population aged between 35 and 91 days. the animals were divided into 3 groups of 24 animals per group and fed 3 diets genetic iso (2500Kcal / Kg) and iso cellulose (12.5% CB) but containing 3 proteiques differents rate: T (control: 16% PB), A (18% of PB) and B (20% CP) .the animal performance (live weight, average daily gain, feed intake and feed efficiency) were measured weekly and measurement method was determined on 18 animals. The results showed no significant difference on growth performance with the exception of feed efficiency was improved with T (16% PB); 3.16 vs 3.43 and 3.56. the height and area of the villi are higher with diet A (18% PB). Finally diets distributed to local rabbit population have not affected the animal growth performance.

Key words: Rabbit, protein level, zootechnical parameters, villi.

## ملخص

ملخص أجري هذا الاختبار لدراسة آثار ثلاث وجبات على أداء النمو وطريقة القياس الأمعاء على 72 سكان أرنب المحليين الذين تتراوح أعمارهم بين 35 و 91 يوما. تم تقسيم

الحيوانات إلى 3 مجموعات من 24 حيوانات في كل مجموعة وتغذى 3 الوجبات الغذائية ايزو الجيني (Kcal2500 / كغ) والسليولوز ايزو (CB %12.5) ولكن تحتوي على 3 مستويات البروتين المختلفة T (التحكم: PB %16) تم قياس على (PB %18) و (ب) (20% بروتين). في أداء الحيوان (الوزن الحي، مكسب يومي، استهلاك العلف والكفاءة الغذائية) الأسبوعية وتحديد طريقة القياس على 18 الحيوانات. أظهرت النتائج عدم وجود فرق كبير في أداء النمو باستثناء الكفاءة الغذائية وتحسنت مع (PB %16) T؛ 3.16 مقابل 3.43 و 3.56. ارتفاع ومنطقة من الزغابات هي أعلى مع اتباع نظام غذائي ألف (PB %18). وأخيرا الوجبات الغذائية وزعت على السكان أرنب المحلي لم يتأثر أداء نمو الحيوان.

العلامات: أرنب، ومستوى البروتين، ومعلومات تربية الحيوانات، الزغب.