

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR**

**ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

**UNIVERSITE SAAD DAHLEB DE BLIDA -1-**

**FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE**

**DEPARTEMENT DES BIOTECHNOLOGIES**



**Mémoire de Fin d'Études en vue de l'obtention**

**Du diplôme de Master en Sciences de la Nature et de la Vie**

**Filière : Agronomie**

**Spécialité : production et nutrition animale**

**Thème**

**Effet de la restriction alimentaire par limitation d'accès à la  
mangeoire chez le lapin locale dans les conditions d'élevage  
Algériennes**

**Présenté par : M<sup>elle</sup> IMELHAYENE Meriem**

**Devant le jury:**

**M<sup>me</sup> MEFTI H.                      MCA                      USDB                      Présidente de jury.**

**M<sup>me</sup> SAIDJ D.                      MCB                      USDB                      Promotrice.**

**M<sup>me</sup> SID S.                      MAA                      USDB                      Examinatrice.**

**Promotion : 2017 - 2018**

## REMERCIEMENTS

*Je tiens dans un premier temps à rendre Grâce à « Dieu » le tout puissant pour être mon meilleur confident et pour m'avoir permis de réaliser mes rêves ... pour m'avoir accordé la santé, le moral et surtout la bénédiction pour la réalisation de mes études jusqu'à cet aboutissement ... Merci pour me guider et être toujours avec moi.*

*La réalisation d'une thèse est un travail de longue haleine qui constitue une formidable expérience scientifique. Je tiens à témoigner ma profonde reconnaissance à toutes les personnes qui ont participé à l'élaboration de ce travail.*

*Aux membres du Jury :*

*Cette thèse n'aurait pas été possible sans le soutien de Dr Saïdj D, maître de conférences B à l'Université de Blida - 1- qui a accepté de m'encadrer. Je lui adresse mes vifs remerciements et mes reconnaissances éternelles;*

*Mes remerciements les plus vifs s'adressent au Dr MEFTI KORTEBY H, pour m'avoir fait l'honneur d'en assurer la présidence, merci pour votre dynamisme et votre simplicité qui ont été une source de motivation et d'encouragement pour moi.*

*Mes profondes reconnaissances, Mme Sid S pour avoir accepté d'examiner ce travail de thèse et pour m'avoir fait bénéficier de son expérience.*

*J'adresse mes sincères remerciements à l'équipe administrative de l'Institut Technique des Elevages de Baba Ali, Alger (ITELV) pour m'avoir permis de réaliser la partie expérimentale et un spécial remerciement aux ingénieurs Mr Talaaziza D et Mme*

*Taïb Z.*

*Pour finir, je remercie ma famille et toutes mes amies. A tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

## Dédicaces

*Toutes les lettres ne sauraient trouver les mots qu'il faut... Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude, L'amour, le respect, la reconnaissance... Aussi, c'est tout simplement que Je dédie cette thèse À ...*

*Aux âmes inébranlables basées sur les lacunes défendant l'honneur de la nation..  
Chaque âme a doté Dieu de la chose la plus précieuse ... Aux âmes des martyrs à chaque moment et lieu... aux martyrs du retour marche dans la Palestine bien aimée .... A l'esprit du martyr **Razan Najjar** .*

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

*Mes chers et adorables frère **Mohammed** et sœur **Maroua**.*

*Ma copine, ma sœur que ma maman n'a pas accouchée, mon amour **Fatima Zahra***

*Une spéciale dédicace à mes chères **Fatima, Nour el Houda, Nawel**, et tous mes collègues et mes compagnons de chemin de toujours, les membres de l'**UGEL**.*

*À tout les gens qui ont cru en moi et qui me donnent l'envie d'aller en avant, leur soutien me donne la force de continuer.*

***Siraj achahada***

## Sommaire

<b>Introduction.....</b>	<b>01</b>
--------------------------	-----------

### Partie Bibliographique

<b>Chapitre I : L'engraissement et l'alimentation cunicole .....</b>	<b>02</b>
<b>Chapitre II : La restriction alimentaire .....</b>	<b>18</b>
<b>Chapitre III : effet de la restriction alimentaire sur les performances animales .....</b>	<b>26</b>

### Partie Expérimentale

<b>I. L'objectif du travail .....</b>	<b>44</b>
<b>II. Matériels et méthodes .....</b>	<b>44</b>
<b>III. Résultats et discussions .....</b>	<b>54</b>
<b>Conclusion .....</b>	<b>68</b>

**Références bibliographiques**

## ملخص

**العنوان : تأثير التقييد الغذائي عن طريق تخفيض وقت التغذية المفتوحة على الارانب المحلية ضمن ظروف التربية الجزائرية.**

توجهت الابحاث الاخيرة في مجال تربية الارانب الى دراسة تأثير التغذية السليمة على الارانب في مرحلة التسمين ومحاولة ايجاد استراتيجيات فعالة لتقليص المشاكل الصحية من جهة واحتراف الجانب المادي والعملي لهذا النوع من التربية من جهة أخرى وبهدف دراسة تأثير التقييد الغذائي عن طريق تخفيض وقت التغذية المفتوحة على المرودية العامة لإنتاج العينات الحيوانية في مرحلة التسمين تم اتباع تقنية تقليص مدة التغذية اليومية الى ثلاث ساعات يوميا بالإضافة الى تغذية مفتوحة خلال نهاية الاسبوع ضمن خمس اسابيع بعد الفطام لعينة تجريبية مع مقارنتها مع عينة شاهدة تخضع لشروط التغذية اليومية المفتوحة بمعدل 24 ساعة 24 .

عند الفطام (32 - 35 يوم) تم تقسيم الخرائق الى مجموعتين وفق ساعات الاستهلاك اليومي (تجريبية, شاهدة).

خلال الفترة التجريبية تم التوصل الى النتائج التالية بالنسبة للمجموعتين التجريبية والشاهدة على التوالي :

- متوسط الوزن الحي عند الاسبوع 12 من الفطام: 1557,2 غ , 1800,9 غ.

- متوسط كمية الاكل المستهلكة خلال فترة التسمين : 72,55 غ , 113,21 غ.

- متوسط الزيادة في الوزن : 39,07 غ , 32,30 غ .

- معامل الاستهلاك: 3,39 , 4,39.

- متوسط مردودية الهيكل بعد الذبح : 65,70 % , 68,07 % .

- متوسط وزن الكتل الشحمية الداخلية : 13,67 غ , 27,17 غ.

هذه النتائج تبين فعالية الاستراتيجية المنتهجة ضمن هذه الدراسة وعليه يمكن تبنيها لتكون بديلا فعالا لبلوغ الاهداف الاقتصادية المطلوبة لدي السوق والمستهلك وكذا الاهداف المتعلقة بالوضع الصحي والمرودية النهائية لإنتاج الارانب.

**الكلمات المفتاحية :** ارنب, مرحلة التسمين, التقييد الغذائي, مردودية الانتاج الحيواني.

## Résumé

Des recherches récentes sont basées sur l'étude de l'influence de l'alimentation sur les paramètres d'engraissement des lapins dont l'objectif est de mettre en place des stratégies efficaces pour réduire les problèmes sanitaires d'une part et la professionnalisation du côté économique et pratique de l'élevage cunicole d'une autre part. Afin d'étudier les effets de restriction alimentaire par limitation d'accès à la mangeoire sur les performances d'engraissement, notre essai vise à suivre une stratégie de limitation du temps d'accès à la mangeoire, de 3h/j pendant 5 jours et une fin de semaine avec distribution alimentaire *ad libitum* dans les fins de semaine et cela pendant 5 semaines post sevrage, puis 2 semaines de consommation volontaire avant l'abattage effectué à 12 semaines (lot R) . Un 2<sup>ème</sup> lot témoin (lot T) est nourri *ad-libitum* pendant toute la période de l'engraissement. 44 lapereaux sevrés entre 32 et 35 j sont répartis entre les deux lots.

Les résultats enregistrés sur leurs performances d'engraissement respectivement pour les lapins restreints R et les témoins T sont les suivants :

- Le poids vif à l'abattage est de **1557,2 g** et **1800,9 g**.
- L'ingéré quotidien est de **72,55 g/j** et **113,21 g/j**.
- Le gain moyen quotidien est de **39.07 g/j** et **32.30 g/j**.
- L'indice de consommation est de **3,39** et **4,39**.
- le rendement de carcasse est de **65,70 %** et **68,07 %**.
- le poids du gras péri-rénal est de **13,67g** et **27,17g**.

Ces résultats montrent l'efficacité des stratégies adoptées dans le cadre de cette étude et pourrait être réalisée pour des objectifs économiques nécessaires auprès du marché ainsi que pour des objectifs sanitaires et de rentabilité finale de production de l'élevage cunicole.

**Mots clés** : lapin, Restriction alimentaire temporelle, Engraissement, performances zootechniques.

## Abstract

### **Title: Effect of feed restriction by limitation of access to the manger of the local rabbit in rearing conditions in Algeria.**

Recent research is partly to study the influence of feed on the parameters of fattening rabbits as well as the test to find effective strategies to reduce the health problems on the one hand and the professionalization of the economic side and practice of rabbit livestock of another part. In order to study the effects of feed restriction by limiting access to the manger on fattening performance, our experimentation has followed a strategy of limitation the access' time to the manger a 3h/day for 5days a week and voluntary ingested a week-end during 5 weeks post weaning, then 2 weeks *ad libitum* before slaughter (group R). Second group is the control (group T) with voluntary ingested along fattening period. 44 weaning rabbits between 32 and 35 d are divided on the two groups.

The results recorded on their fattening performance respectively to groups R and T are:

- An average body weight at 12 weeks is **1557,2 g** and **1800,9 g**.
- An average amount ingested is **72,55 g/d** and **113,21 g/d**.
- Daily average gain is **39.07 g/d** and **32.30 g/d**.
- A consumption index is **3.43** and **3.55**.
- Performance of the Carcass is **65,70 %** and **68,07 %**.
- Weight of peri-renal fat is **13,67g** and **27,17g**.

These results show the effectiveness of the strategies adopted in the framework of this study. Therefore it could be viable and effective for the achievement of the economic objectives necessary from the market as well as the objectives concerning the health situation and final profitability of rabbit livestock.

**Key-words:** Rabbit, temporal feed restriction, fattening, zootechnical performances.

## Liste des figures

<b>Figure 01:</b> Positionnement des viscères chez le lapin .....	<b>02</b>
<b>Figure 02:</b> Schéma des différents éléments du tube digestif du lapin .....	<b>04</b>
<b>Figure 03:</b> Etude méthodologique de la durée d'accès à la mangeoire .....	<b>20</b>
<b>Figure 04:</b> Variations de la croissance chez le lapin, selon l'intensité de la restriction alimentaire durant son application .....	<b>28</b>
<b>Figure 05:</b> Variations de la croissance selon l'intensité de la restriction alimentaire lors du retour à volonté .....	<b>29</b>
<b>Figure 06:</b> Variations de l'indice de consommation chez le lapin, selon l'intensité de la restriction alimentaire durant son application .....	<b>32</b>
<b>Figure 07:</b> Impact économique de la limitation de l'ingestion selon le statut sanitaire .....	<b>45</b>
<b>Figure 8:</b> Matériel biologique utilisé dans l'expérimentation .....	<b>47</b>
<b>Figure 9:</b> Plan du clapier ; l'extérieur (gauche), intérieur (droite) .....	<b>48</b>
<b>Figure 10:</b> Bâtiment d'élevage ; vue extérieure (gauche) vue intérieure (droite) ....	<b>48</b>
<b>Figure 11:</b> Système de chauffage (radian) .....	<b>49</b>
<b>Figure 12:</b> Extracteurs électriques .....	<b>49</b>
<b>Figure 13:</b> Trémie d'alimentation .....	<b>49</b>
<b>Figure 14:</b> Système d'abreuvement par <i>tétine</i> . .....	<b>49</b>
<b>Figure 15:</b> Réservoir principal d'eau .....	<b>50</b>
<b>Figure 16:</b> Système de distribution d'eau .....	<b>50</b>
<b>Figure 17:</b> Protocole expérimental utilisé .....	<b>51</b>

<b>Figure 18</b> : Evolution du poids vif en fonction de l'âge (semaine) .....	<b>58</b>
<b>Figure 19</b> : Evolution du GMQ en fonction de l'âge .....	<b>60</b>
<b>Figure 20</b> : Evolution de la consommation moyenne quotidienne en fonction de l'âge .....	<b>62</b>
<b>Figure 21</b> : Evolution de l'IC en fonction de l'âge .....	<b>63</b>

## Liste des tableaux

<b>Tableau 01:</b> Composition chimique des cæcotrophes et des crottes dures (%MS) .....	<b>06</b>
<b>Tableau 02:</b> Recommandations alimentaires pour les lapins .....	<b>07</b>
<b>Tableau 03:</b> Amélioration des performances de croissance « poids vif et GMQ » en utilisant 2 type d'aliment énergétique .....	<b>29</b>
<b>Tableau 04:</b> Croissance d'animaux lors d'essais portant sur le rationnement quantitatif .....	<b>30</b>
<b>Tableau 05:</b> L'effet de la restriction sur l'efficacité alimentaire .....	<b>32</b>
<b>Tableau 06:</b> Une stratégie de limitation de l'ingestion chez le lapin en post-sevrage permet d'améliorer l'efficacité digestive .....	<b>34</b>
<b>Tableau 07:</b> Effet d'une restriction alimentaire sur l'état sanitaire des lapins en croissance .....	<b>34</b>
<b>Tableau 8:</b> Formulation de l'aliment de l'essai .....	<b>50</b>
<b>Tableau 9:</b> Critères de la carcasse après l'abattage .....	<b>54</b>
<b>Tableau 10:</b> Rapports et pourcentages calculés pour l'étude de la composition corporelle .....	<b>55</b>
<b>Tableau 11:</b> Composition chimique d'aliment granulé en % de MS .....	<b>56</b>
<b>Tableau 12:</b> Poids moyen des lapereaux (g) en fonction de l'âge .....	<b>57</b>
<b>Tableau 13:</b> Evolution du gain du poids quotidien (g/j) .....	<b>60</b>
<b>Tableau 14:</b> La consommation moyenne (g/j) par lapin .....	<b>61</b>
<b>Tableau 15:</b> Indice de consommation en fonction de l'âge (semaine) .....	<b>63</b>

<b>Tableau 16 : Résultats de l'indice de conversion lors de la période d'engraissement</b> .....	<b>65</b>
<b>Tableau 17 : Rendement à l'abattage et caractéristiques de la carcasse .....</b>	<b>66</b>
<b>Tableau 18: Rapport et pourcentage de la caractérisation de la carcasse .....</b>	<b>68</b>
<b>Tableau 19 : Caractéristiques des segments digestifs des lapins à 12 semaines d'âge .....</b>	<b>68</b>

## Liste des abréviations

<b>TE</b>	: Témoin énergie.
<b>HE</b>	: Haute énergie.
<b>NDF</b>	: Neutral detergent fibre.
<b>R</b>	: Restriction alimentaire
<b>AL</b>	: Alimentation a volonté.
<b>GMQ</b>	: Gain moyen quotidien.
<b>Qi</b>	: Quantité d'aliment ingérée.
<b>IC</b>	: Indice de consommation.
<b>ICv</b>	: l'indice de conversion.
<b>TM</b>	: Taux de mortalité.
<b>MS</b>	: Matière sèche.
<b>MM</b>	: Matières minérales.
<b>MAT</b>	: Matières azotées totales.
<b>CB</b>	: Cellulose brute.
<b>MO</b>	: Matières organiques.
<b>MG</b>	: Matières grasses.
<b>PCC</b>	: Poids de la carcasse chaude.
<b>PTDP</b>	: Poids du tube digestif plein.
<b>PF</b>	: Poids du foie.
<b>PPOUM</b>	: Poids des poumons.
<b>PC</b>	: Poids du cœur.
<b>PR</b>	: Poids des reins.
<b>PRT</b>	: Poids de la rate.
<b>PGS</b>	: Poids du gras pré scapulaire.
<b>PGR</b>	: Poids du gras péri-rénal.

<b>RC</b>	: Le rendement de la carcasse.
<b>GPR</b>	: Gras péri-rénal.
<b>GS</b>	: Gras inter scapulaire.
<b>PF/CF</b>	: Poids du foie sur la carcasse froide.
<b>Reins/CF</b>	: Poids des reins sur la carcasse froide.
<b>PP/PV</b>	: Poids de la peau sur le poids vif.
<b>TD/PV</b>	: Poids de tube digestif sur me poids vif.
<b>ESP</b>	: poids de l'estomac pleine.
<b>ESC</b>	: courbure de l'estomac.
<b>ESV</b>	: poids de l'estomac vide.
<b>IGP</b>	: poids de l'intestin grêle plain.
<b>IGL</b>	: longueur de l'intestin grêle.
<b>IGV</b>	: poids de l'intestin grêle vide.
<b>CUMP</b>	: poids du caecum plain.
<b>CUML</b>	: longueur du caecum.
<b>CUMV</b>	: poids du caecum vide.
<b>COLPP</b>	: poids du colon proximal plain.
<b>COLPL</b>	: longueur du colon proximale.
<b>COLPV</b>	: poids du colon proximal vide.
<b>COLDP</b>	: poids du colon distal plain.
<b>COLDL</b>	: longueur du colon distal.
<b>COLDV</b>	: poids du colon distal vide.

# ***INTRODUCTION***

### Introduction

L'élevage cunicole est soumis à plusieurs défis rendant cet élevage difficile à guider tel que les mortalités pré-sevrage et les troubles digestifs qui résultent de divers étiologies : colibacillose, entéropathie épizootique du lapin (EEL), hygiène, déséquilibres alimentaires, stress du sevrage, etc. **Gidenne et al. (2010)** confirment l'effet négatif de ces paramètres sur le rendement et le gain économique de l'élevage

Afin de limiter la mortalité, la morbidité et les pertes des élevages, les antibiotiques et les médicaments sont utilisés de manière préventive et curative. Cependant, cet usage est accru est abusif sur le terrain. Outre l'augmentation des coûts de la prophylaxie, cette pratique dégrade l'image de la filière cunicole auprès des consommateurs. Pour ces raisons sociétales et de santé publique, cette utilisation est aujourd'hui largement contestée. (**Barton, 2000; Landers et al, 2012; Sommer and Dantas, 2011**). En fin 2011, dans une démarche de réduction de l'emploi des antibiotiques en Europe, l'élaboration de nouvelles stratégies pour préserver la santé des animaux comme la restriction alimentaire sont mises en place (**Gidenne et al, 2012b**).

Les stratégies de limitation de l'ingestion se sont largement répandues dans le monde pour renforcer la résistance des lapereaux aux troubles digestifs et réduire les mortalités post sevrage. (**Gidenne et al, 2012b**), ainsi que l'augmentation de l'efficacité alimentaire et la réduction des coûts alimentaires, ce qui est fortement recherché dans le contexte actuel de flambée des prix des matières premières (**Coutelet, 2012**). Toutefois en 2003, **Gidenne et., al.(2003)** ont montré pour la première fois, l'impact favorable de la limitation temporelle de l'ingestion après le sevrage sur la santé digestive du lapin en croissance.

Notre étude vise à l'optimisation des performances zootechniques des lapins de population locale soumis à une restriction alimentaire quantitative par limitation d'accès à la mangeoire. Pour cela, notre travail est divisé en deux parties distinctes :

Partie bibliographique : connaître les bases de la restriction alimentaire chez les animaux et chez le lapin en particulier.

Partie pratique ou un protocole expérimental est mis en place pour évaluer l'effet de la restriction par limitation du temps d'accès à la mangeoire chez les lapins locaux sur les paramètres d'engraissement.

# **Chapitre I: Engraissement et Alimentation cunicole**

## Chapitre I: Engraissement et Alimentation cunicole

L'alimentation est un point majeur dans la réussite d'un élevage de lapins. Pour bien maîtriser ce domaine, il est important de connaître les particularités anatomiques et physiologiques qui caractérisent l'appareil digestif et la digestion de cet animal.

### I.1 - Physiologie de la digestion chez le lapin

La digestion chez le lapin est un processus complexe qui se compose de deux grandes étapes. (Lebas et al., 1991). La première étape est une digestion classique dont les principaux organes impliqués sont la bouche, l'estomac et l'intestin grêle. Cette digestion aboutit à la mise à disposition de l'organisme, des nutriments qui sont assimilés par le sang à travers les parois du tube digestif de l'animal. La deuxième étape de la digestion est une fermentation des résidus de la première étape. Elle se déroule dans le gros intestin principalement dans le cæcum et elle fait intervenir la population microbienne en symbiose avec l'hôte.

#### I.1.1- Rappels d'anatomie digestive

Le tube digestif du lapin est très long. Chez un lapin adulte (4 - 4,5 kg) ou sub adulte (2,5 à 3 kg), le tube digestif a une longueur totale d'environ 4,5 à 5 mètres. (Gidenne et Lebas., 2005). Le positionnement du tube digestif dans la cavité abdominale, l'organisation des segments digestifs et leurs caractéristiques principales sont décrites sur la figure 1:

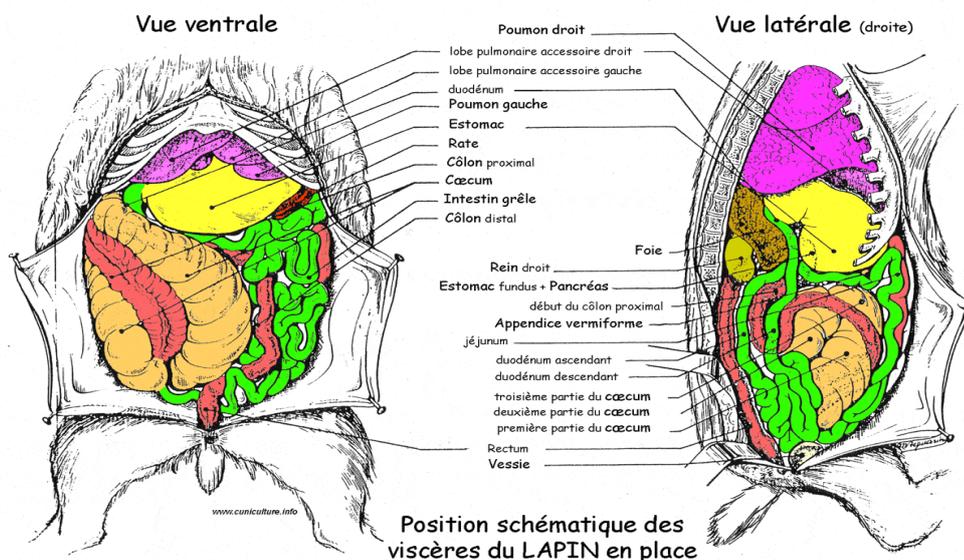


Figure 01: Positionnement des viscères chez le lapin (Gidenne et Lebas., 2005).

### - La cavité buccale

L'ouverture de la cavité buccale est petite. Ceci est dû au fait que l'articulation temporo-mandibulaire a une forme longitudinale : elle permet ainsi des mouvements d'avant en arrière de la mandibule mais les mouvements latéraux et de bas en haut sont limités.(**Boussarie., 1999**).

La langue est proportionnellement très longue. La présence de nombreuses papilles sur sa face supérieure la rendent rugueuse. Elle comporte une partie rostrale mobile et une élévation caudale plus épaisse et relativement fixe: le torus lingual.(**O'Malley., 2005**).

La Dentition est à croissance continue (toute la vie), avec une moyenne de 2 mm par semaine dans la mâchoire supérieure.(**Gidenne., 2005**).

La bouche est le carrefour des voies digestives et respiratoires : des glandes salivaires libèrent la salive qui lubrifie les aliments et débute la digestion. Il y a cinq paires de glandes salivaires: les parotides, les zygomatiques, les mandibulaires, les sublinguales et les buccales, ces dernières étant regroupées en une glande unique chez le lapin. Elles secrètent des enzymes (amylase, estérases, D-galactosidases, lysozyme...) en réponse à la présence d'aliments dans la bouche.(**O'Malley., 2005**).

### **Les éléments distinctifs constituant globalement le tube digestif du lapin sont :**

- Un œsophage court, fait suite au pharynx. Il sert exclusivement au transport des aliments vers l'estomac: le vomissement est impossible.(**Du Chalard., 1981**).

- Deux réservoirs à savoir l'estomac et le cæcum dont le contenu représente 10% du poids vif de l'animal. L'estomac représente 40% du volume total du tube digestif.

- L'estomac : est une poche allongée au revêtement muqueux. L'œsophage arrive dans l'estomac par le cardia. La partie "aveugle" de l'estomac correspond au fundus et la zone opposée est l'antrum qui se termine par le pylore.(**Gidenne et Lebas., 1984**). Elle joue un rôle mécanique secondaire dans la digestion. En revanche, il a un rôle sécrétoire très important : en effet les cellules pariétales de la muqueuse fundique secrètent de façon intense et permanente de l'acide chlorhydrique ce qui permet d'atteindre un pH gastrique très bas, de l'ordre de 1 à

2,5 chez le lapin adulte. Les cellules pariétales secrètent également des enzymes (pepsinogène) et quelques minéraux (Ca, K, Mg, Na).

- Au niveau pylorique, les glandes de la muqueuse secrètent du mucus qui joue un rôle protecteur pour la muqueuse vis-à-vis de l'acidité. **(Donnelly., 2004).**

- Les aliments y sont soumis à un milieu acide et les enzymes entament le processus de digestion. La fermentation, c'est la dégradation des aliments par les bactéries, s'effectue surtout dans la partie terminale du système digestif, soit dans le cæcum. Toute la paroi du cæcum est recouverte de cellules absorbantes et sécrétrices.

- L'intestin grêle : est la première et la plus longue partie des intestins, mesure environ 3 m de longueur pour un diamètre d'environ 0,8 à 1 centimètre. Il comprend 3 parties : le duodénum, le jéjunum et l'iléon (Meredith., 2006). C'est un lieu de «démontage» des aliments en leurs éléments nutritifs de base. **(Lebas ., 1991a).**

- Le côlon est la dernière partie des intestins et mesure environ 1,3 m de longueur chez les adultes. Il est bosselé sur environ 50 cm (côlon proximal) et lisse dans sa partie terminale (côlon distal).

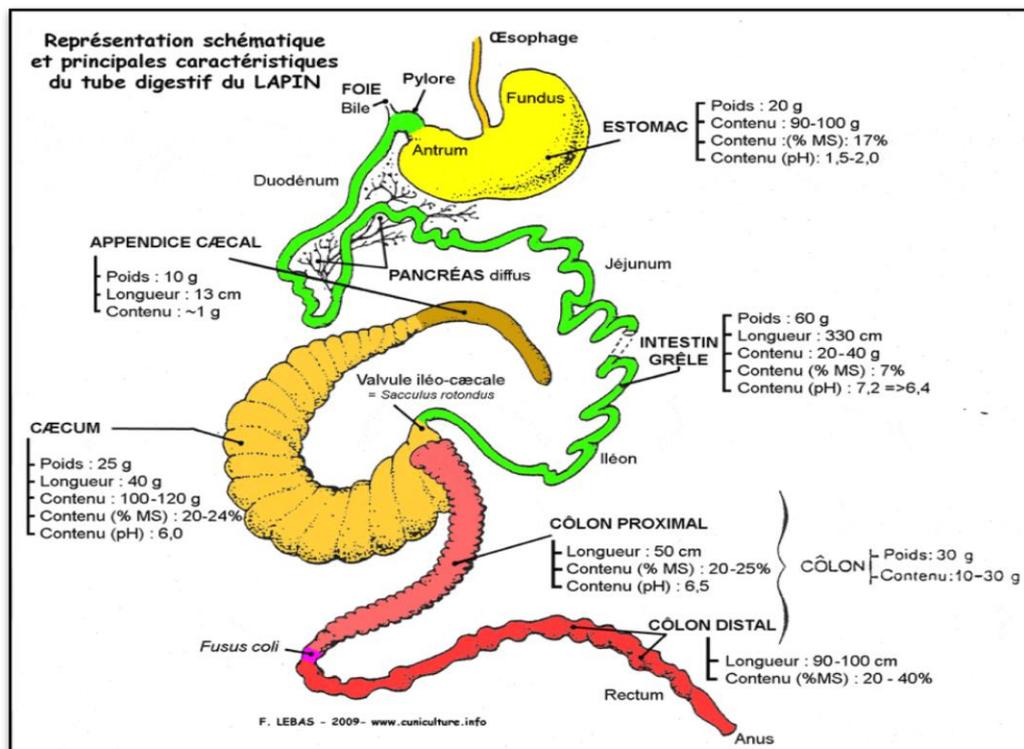


Figure 02: Schéma des différents éléments du tube digestif du lapin. **(Djago et al., 2007).**

Le tube digestif est associé par des glandes sécrétrices des substances enzymatiques déclenchent la digestion alimentaire, elles sont appelés par les glandes annexes.

Les glandes annexes regroupent des organes anatomiques distincts dans le tube digestif mais dont les sécrétions sont déversées dans celui-ci, c'est le cas des glandes salivaires, le foie et le pancréas.**(Lepreux., 2011).**

Les glandes salivaires sont bien développées (parotide, mandibulaire, sublinguale...). Elles se localisent dans la muqueuse buccale, elle participe à l'élaboration de la salive constitue des enzymes de dégradation. Elle exerce un rôle:

- humidificateur
- lubrification (facilite la mastication)
- digestion enzymatique et protection.**(Barone et al., 2010).**

Le foie et le pancréas sont deux glandes importantes déversent leurs sécrétions dans l'intestin grêle. La bile, provenant du foie, contient des sels biliaires et de nombreuses substances organiques mais aucune enzyme: c'est une sécrétion qui aide à la digestion sans agir elle-même. A l'inverse, le suc pancréatique contient une quantité importante d'enzymes digestives permettant la dégradation des protéines (trypsine, chymotrypsine), de l'amidon (amylase) et des graisses (lipase).**(Lebas., 1996).**

### **I.1.2- Particularités physiologiques de l'appareil digestif du lapin**

Le lapin sevré (28 - 35 j) a deux sources nutritives : l'aliment granulé et les cæcotrophes qui sont le résultat d'une opération de dégradation des aliments dont la cæcotrophie est définie comme étant l'alternance au cours d'une journée de l'émission des cæcotrophes ou crottes molles qui sont ré ingérées par l'animal et l'émission des excréments normaux qui sont évacués à l'extérieur : crottes dures plus sèches.**(Gidenne et Lebas., 2006).**

Les caecotrophes contiennent non seulement des résidus alimentaires non entièrement digérés mêlés aux sécrétions du tube digestif, mais aussi des corps bactériens. Ces bactéries représentent un apport en protéines de haute valeur biologique et de vitamines hydrosolubles qui ne seraient pas récupérées sans cette particularité comportementale.**(Hannaff et Jouve., 1988).** Chez un lapin sain recevant un aliment complet équilibré, la caecotrophie fournit ainsi à l'animal 15 à 25

% des protéines ingérées quotidiennement et la totalité des vitamines B et C. La composition des caecotrophes comparée à celle des crottes dures est indiquée dans le tableau 1.

**Tableau 01:** Composition chimique des caecotrophes et des crottes dures (%MS).  
**(Gidenne et Lebas., 2005).**

Composition	Crottes dures		Caecotrophes	
	moyenne	extrême	moyenne	extrême
Matière sèche (%)	58,3	48 - 66	27,1	18 - 37
<b>En % de la MS</b>				
Matières azotées	13,1	9 - 25	29,5	21 - 37
Cellulose brute	37,8	22 - 54	22,0	14 - 33
Lipides	2,6	1,3 - 5,3	2,4	1,0 - 4,6
Minéraux	8,9	3 - 14	10,8	6 - 18

### **I.1.3- Le comportement alimentaire de lapin**

Le lapin est un monogastrique herbivore dont les besoins nutritionnels ont été déterminés récemment par rapport à la plupart des autres espèces. L'aliment est l'un des principaux facteurs explicatifs des performances d'élevage et le premier poste des coûts de production.

En cuniculture, l'alimentation doit contenir une part importante de fibres, si l'on veut réduire les risques de troubles digestifs, en particulier chez les jeunes en croissance. **(Gidenne et al., 2001).**

#### **a- De la naissance au sevrage**

La durée de cette phase dépend de l'âge au sevrage (3- 4 ou 5 semaines). La croissance des lapereaux avant le sevrage est conditionnée par la production laitière de la lapine.**(lebas., 2000).** Entre la 2ème et la 3ème semaine après la naissance, la croissance de lapereaux ralentie.**(Lebas., 1969).**

#### **b- Le sevrage**

Le sevrage est défini par la transition de l'alimentation lactée vers l'alimentation solide (c'est la transition de l'allaitement maternelle de lapine vers une alimentation sous forme des granulés). Les lapereaux commencent à sortir du nid, à manger des aliments secs et à boire de l'eau. Ils passent d'une seule tétée par jour à une multitude de repas solides et liquides plus ou moins alternés et répartis

irrégulièrement le long de la journée: de 25 à 30 repas solides ou liquides par 24 heures. C'est également à 3 semaines que le lapereau apprend à pratiquer la caecotrophie. **(Orengo et Gidenne., 2005).**

En parallèle, les besoins nutritionnels du lapereau et ses capacités digestives évoluent parallèlement. Ainsi, l'alimentation est principalement protéique et lipidique (12 à 13 % respectivement) au départ (Maertens et al., 2006) et passe à une alimentation principalement glucidique et protéique (seulement 2 à 5% de lipides dans les granulés). **(Coureaud et al., 2008).**

### **c- Après le sevrage**

Après le sevrage, le lapin continue sa croissance. 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. Ces 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. **(Kadi., 2012).**

### **I.2 - Les besoins alimentaires du lapin en croissance**

Le lapin est un monogastrique herbivore dont les besoins nutritionnels ont été déterminés récemment par rapport à la plupart des autres espèces **(tableau 2).**

**Tableau 02:** Recommandations alimentaires pour les lapins. **(Lebas., 2004b).**

<b>Composants d'un aliment à 89% de MS</b>	<b>Jeune en croissance (4-12 semaines)</b>	<b>Lapine allaitante</b>	<b>Aliment « mixte »</b>
<b>Protéines brutes %</b>	16	18	16
<b>Protéines digestibles %</b>	12	13,5	12,4
<b>Acides aminés principaux</b>			
<b>Acide aminés soufré (méthionine + cystine)</b>	0,55	0,62	0,6
<b>Lysine</b>	0,75	0,85	0,8
<b>Arginine</b>	0,8	0,8	0,9
<b>Thréonine</b>	0,55	0,7	0,6
<b>Tryptophane</b>	0,13	0,15	0,14

## Chapitre I: Engraissement et Alimentation cunicole

Energie digestible kcal/kg	2400	2700	2400
Rapport de protéine digestible / énergie digestible (g/1000kcal)	45	53	48
Lipide%	2,5	4	3
<b>Fibres</b>			
Cellulose brute (méthode de weend)%	15	12	14
Ligno-cellulose (ADF)% minimum	19	14	16
Lignine ADL% min	5	3	5
Cellulose (ADF – ADL)%	13	9	11
Ration lignine/ cellulose varie	0,4	0,35	0,4
Hémicellulose (NDF- ADF)% mini	12	9	10
Amidon % maxi	14	Libre	16
<b>Minéraux</b>			
Calcium	0,7	1,2	1,1
Phosphore	0,4	0,6	0,5
Potassium	0,7	1	1
Sodium	0,22	0,25	0,22
Chlore	0,28	0,35	0,3
Magnésium	0,30	0,30	0,30
<b>Vitamine</b>			
Vit. A en UI/kg (max 15000 UI)	6000	10000	10000
Vit. D UI/kg (max 1500 UI)	1000	1000	1000
Vit. E en ppm min	30	50	50
Vit. K en ppm	1	2	2
Vit. B1 en ppm	2	2	2
Vit. B2 en ppm	6	6	6
Vit. B6 en ppm	2	2	2
Vit. B12 en ppm	0,01	0,01	0,01
Acide pantothénique en ppm	20	20	20
Niacine en ppm	50	40	40
Biotine en ppm	0,1	0,2	0,2
Acide folique en ppm	5	5	5

### **I.2.1- Besoins en eau**

Contrairement à ce que bon nombre d'éleveurs pensent, le lapin boit de l'eau. Il est vrai que cet herbivore, lorsqu'il est alimenté exclusivement avec de l'herbe fraîche qui est riche en eau, boit peu. Mais nourris avec des aliments secs (foin, granulé ou farine), les jeunes en croissance boivent 1,5 à 2 fois plus d'eau que d'aliments secs mangés. Le besoin quotidien en eau est de 200 g pour les lapins à l'engraissement.

L'eau doit être potable pour ne pas entraîner de maladies. Même s'il a soif, le lapin ne boira pas une eau sale. Cet élément vital et ses qualités conditionnent la santé des lapins tant en maternité qu'en engraissement, permettant une bonne lactation et une bonne croissance de la naissance à l'abattage.**(Drogoul et al., 2004).**

### **I.2.2- Besoins énergétiques**

L'énergie apportée par l'alimentation sert, d'une part, à l'entretien et à la thermorégulation de l'animal, et d'autre part, à assurer les productions de l'animal. Cette énergie est fournie par les glucides (amidon essentiellement), un peu par les lipides et par les protéines en excès selon le stade physiologique des lapins.

Ainsi, les lapines allaitantes présentent les besoins énergétiques les plus importants car le lait qu'elles produisent est très riche (2,6 fois plus riche en matières grasses et 4 fois plus riche en protéines que le lait de vache).**(lebas., 2009).**

Les besoins énergétiques du lapin varient en fonction du type de production mais aussi avec la température ambiante de la salle d'élevage. Ce besoin en énergie du lapin en croissance ou en reproduction (gestation, lactation) peut être couvert par des aliments distribués à volonté contenant de 2200 à 2700 kcal ED/kg.**(Djago., 2007).**

### **I.2.3- Besoins en fibres**

Le lapin est un herbivore monogastrique, a besoin de lest pour le bon fonctionnement du système digestif. Ceci lui est fourni par les parois des végétaux qu'il consomme. De plus, grâce aux micro-organismes de son cæcum, le lapin est capable de digérer en partie ces éléments fibreux. Ses besoins sont donc plus importants que d'autres espèces d'élevage comme par exemple le poulet.

Pour les lapins en engraissement, le taux de cellulose brute d'un aliment complet (dosage par la méthode de Weende) devra être de l'ordre de 14 à 16%.**(Lebas., 1992)** car une carence en lest (moins de 10%) engendre des troubles digestifs.**(Gidenne., 1996)**.

D'un autre côté, un excès de cellulose plus de 16 % va influencer sur la croissance, l'indice de consommation, le taux de mortalité et diminue la valeur énergétique de l'aliment, leur efficacité selon son contenu en lignine.**(Lebas., 1991)**.

En plus de la cellulose en partie digestible (25 – 30%) le lapin doit trouver dans sa ration au moins 4 à 5% de lignine, élément indigestible mais qui assure un fonctionnement régulier au tube digestif et réduit fortement le risque de diarrhée **(Djago et al., 2007)**.

### **I.2.4- Besoins Protéiques**

Les lapines en lactation et les lapereaux utilisent en pratique des rations apportant 17 à 18 % de matières protéiques brutes (MPB).**(Lebas., 1990)**.

Il existe une relation certaine entre l'efficacité alimentaire et la qualité des protéines. Ainsi, parmi les 21 acides aminés qui entrent dans la constitution des protéines, 10 sont essentiels (non fabriqués par l'organisme du lapin). Lorsque les protéines alimentaires apportent ces acides aminés indispensables, la ration peut ne contenir que 15 à 16% de protéines brutes pour les lapins à l'engraissement. Chez la lapine reproductrice, le taux optimal de protéines brutes est environ 17 à 18%. Lorsque la température d'élevage moyenne est supérieure à 25 à 27 C°, il est souhaitable d'accroître d'un point environ la teneur en protéines des aliments ,16 - 17% pour l'engraissement.**(Djago et al., 2007)**.

Une réduction de l'apport protéique en dessous des recommandations.**(Lebas et al., 1989)** altère la vitesse de croissance et les qualités bouchères.**(Lebas et Ouahyou., 1987)**. Si l'apport azoté est supérieur aux besoins, ceci n'a pas d'effet de régulation de la consommation.**(Lebas., 1992)**. **Hannaff et Jouve.(1988)** montrent que le taux limite de protéines dans l'aliment doit être de 12 à 13% de la ration.

### **I.2.5- Besoins en vitamines**

**D'après Maertens.(1992)**, les vitamines sont classées en deux groupes : les vitamines hydrosolubles et les liposolubles. Pour un lapin adulte, les besoins en vitamines hydrosolubles, en particulier les vitamines du groupe B et les vitamines C, sont totalement couvertes grâce à la cæcotrophie.**(Lebas et deleveau., 1975)**. Par contre, le jeune en croissance n'est pas encore capable de synthétiser ces vitamines à la mesure de ses besoins.**(Salavize., 1976)**. Pour **Lebas.(1989)**, les risques associés aux excès de vitamine A et surtout de vitamine D étant classique, une attention doit être apportée aux possibilités de carence en vitamine E.

### **I.2.6- Besoins en minéraux**

Selon **Lebas.(1975)**, les matières minérales sont indispensables à la croissance des lapins. Les apports en minéraux doivent respecter les différents équilibres de ces éléments, des problèmes de néphrite peuvent ainsi apparaître en cas de déséquilibre entre les apports de sodium, phosphore et chlore.

Les performances du lapin peuvent être améliorées avec un apport de 200 ppm de cuivre qui couvre largement les besoins, ce qui est confirmé par d'autres auteurs qui enregistrent une amélioration du GMQ de 2 à 3 g avec l'addition de 200 à 400 ppm de CuSo<sub>4</sub> et une diminution de la mortalité. **(Lebas., 1989)**.

### **I.2.7- Conseils à tenir compte dans l'alimentation cunicole**

Ceux qui se préoccupant de l'alimentation du lapin doivent prendre en compte les caractéristiques propres à cette espèce au plan de son fonctionnement alimentaire et de son comportement alimentaire. Elles sont résumées dans les 5 points suivants:

1- Le lapin est doté de 2 réservoirs digestifs d'un volume comparable, l'estomac et le caecum, dont le contenu total représente 10 % du poids vif de l'animal.

2- La digestion microbienne des aliments n'intervient que dans le tube digestif terminal. En effet, le pH du premier réservoir, l'estomac, est trop bas pour permettre une activité fermentaire notable. De ce fait, l'activité de la flore ne peut s'exercer sur les aliments qu' après leur traitement par les enzymes endogènes du lapin et l'absorption des produits finaux de l'hydrolyse à travers la paroi intestinale.

3- contrairement au porc ou au cheval, le lapin peut valoriser les corps bactériens qui se sont développés dans le tube digestif terminal, grâce à la pratique de la caecotrophie, comportement physiologique qu'il partage avec les autres lagomorphes.

4- Le lapin effectue de nombreux repas par jour (une trentaine), ingérant 2 à 8 g par repas d'une durée moyenne de 4 à 6 minutes. **(Prud'hon et al., 1975)**. De ce fait, l'importance de l'équilibre de chacun des repas est réduite.

5- Le lapin est un herbivore vrai, comme le sont les ruminants, mais c'est un animal qui sélectionne les aliments concentrés. De ce fait, il développe une stratégie d'ingestion opposée à celle des ruminants ou des chevaux qui sont des brouteurs de fourrages grossiers et de lest. **(Van., 1982)**.

### **I.3- Paramètres zootechniques de l'engraisement**

L'engraisement de l'animal est contrôlé par certains paramètres en interaction entre eux par des liaisons directes ou indirectes dont l'objectif est de diminuer les coûts et améliorer la production.

Le contrôle des paramètres zootechniques de l'engraisement débute à la période post sevrage jusqu'à l'âge de l'abattage.

Les caractères quantitatifs à intérêt économique sont le gain moyen quotidien, l'indice de consommation, la consommation alimentaire, l'efficacité alimentaire et le poids à l'abattage. **(Marai et al., 2008)**. L'engraisement est en liaison directe avec la croissance qui est exprimée par la vitesse de croissance ou le gain moyen quotidien (GMQ).

#### **I.3.1- Définition de la croissance**

**D'après Prud'hon (1976)**, la croissance est un ensemble de modifications du poids, de la forme et de la composition anatomique et biochimique depuis la conception jusqu'à l'âge adulte. Celle-ci est conditionnée par des phénomènes de multiplication, de développement et de différenciation cellulaire, tissulaire et organique et d'une augmentation de la taille et de poids de l'animal. **(Prud'hon et al., 1970)**.

### **a- Poids et l'âge au sevrage**

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

### **b- GMQ post-sevrage**

Du sevrage à la fin d'engraissement, le GMQ post-sevrage permet de fixer l'âge à l'abattage. Une vitesse de croissance élevée diminue la période d'engraissement en augmentant le poids vif à un âge type.(**De Rochambeau et al., 1989 ; Hernandez et al., 1997 ; Orengo et al., 2009**). Le maximum de la croissance est obtenu vers la 7ème et la 8ème semaine.(**Ouhayoun., 1990**). Actuellement, on arrive avec des lignées sélectionnées sur la vitesse de croissance à des vitesses de croissance dépassant les 60 g/j.(**Hernandez et al., 1997 ; Piles et al., 2004**). Chez les animaux améliorés le gain moyen quotidien est de 40 à 46 g/j.(**Szendro et al., 2010**). Les différents auteurs constatent un ralentissement de croissance au-delà de 55 j.

### **c- Poids et l'âge à l'abattage**

En Europe, le poids vif est de 2.3 Kg à l'abattage.(**Blasco., 1992**). L'âge d'abattage est limité à 70- 77 jours.(**Ouhayoun et al., 1986; Ouhayoun., 1990**). En Algérie, l'âge à l'abattage est de 12 semaines avec un poids de 2.03 Kg. L'abattage se fait plus tardivement chez les éleveurs (13,5 semaines), le poids moyen des lapereaux étant estimé à 2,2 kg, le poids à l'abattage est corrélé positivement au poids au sevrage. (**Zerrouki et al., 2005**). La recommandation pour le poids à l'abattage est de 2.3 à 2.5 kg à un âge de 77 à 90 jours.

### **I.3.2- Quantité ingérée (Qi)**

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

### ▪ L'indice de consommation (IC)

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

### I.3.3- La mortalité

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

### I.3.4- Variation des performances de croissance

Les performances de croissance des lapereaux sont influencées par les effets génétiques de leurs parents, leur poids au sevrage, la taille de portées dont ils sont issus et les facteurs d'environnement tels que la température et l'éclairage ainsi que la quantité et la qualité de l'alimentation.

### a- Effets génétiques maternels et paternels

La croissance des lapins est un caractère extrêmement variable. Dans un programme européen de caractérisation des souches européennes. **(Bolet et al., 1998)** ont ainsi recensé des poids adultes de différentes races variant de 2,5 kg (petit Russe) à 6,5 kg (Géant blanc de Bouscat). Ces variations de poids adulte sont parallèlement associées à des différences de vitesse de croissance.

L'expression du poids du jeune lapereau est déterminée, d'une part, par son propre potentiel de croissance appelée effet direct, et d'autre part, par l'influence de sa mère appelée effet maternel. Ce dernier se manifeste pendant la gestation en nourrissant l'embryon et en lui transmettant des défenses immunitaires puis par son aptitude à un allaitement et à la construction du nid. **(Garreau et DeRochambeau., 2003 ; Garreau et al., 2008)**.

**Brun et Ouhayoun.(1994)** rapportent que les caractères de croissance sont influencés par le type génétique du père et de la mère et par l'interaction de ces deux facteurs. **Afifi et Khalil.(1992)**, indiquent que le croisement entre races de lapins locales et exotiques dans les conditions égyptiennes se traduit par une amélioration des caractères d'importance économique (taille et poids de la portée, poids vif post-sevrage et gain de poids). Ces mêmes auteurs soulignent que les lapereaux issus du croisement de mâles locaux (Giza white, Baladi rouge ou Baladi blanc) avec des femelles Néo-Zélandaises montrent un effet d'hétérosis positif sur la majorité des caractères de la portée notamment au sevrage.

### **b- Influence du poids au sevrage**

Les résultats de nombreux travaux sur l'effet du poids au sevrage sur les performances de croissance sont contradictoires. En effet, **Rouvier et al.(1973)** ont montré que les relations entre les critères de croissance varient d'une race à une autre. **Lebas.(1973)** a montré qu'un poids élevé au sevrage reste un élément favorable pour la croissance ultérieure, une amélioration du poids au sevrage est donnée intéressante pour réduire l'âge d'abattage. **Dal et Ouhayoun.(1998)** ont décrit une croissance compensatrice chez les lapins plus légers et l'absence d'effets du poids de sevrage sur le poids vif à l'abattage et la qualité de la carcasse.

Par contre, **Vicat et al.(2003)** ont affirmé que le poids au sevrage influence les performances et la qualité bouchère. Par conséquent, les lapereaux les plus légers gagnent moins de poids et ingèrent moins d'aliment que les lapereaux intermédiaires et lourds. **Garreau et al.(2008)** et **Larzul et al.(2005)** ont mis en évidence une forte corrélation génétique entre les effets directs du poids au sevrage et du poids en fin d'engraissement. Par contre, **Garreau et al.(2013)**, sur des souches européennes sélectionnées, rapportent une corrélation modérée entre le poids au sevrage et le poids à 63 ou à 70 jours, Ces mêmes auteurs, constatent également que le GMQ n'est pas significativement corrélé au poids au sevrage.

### **c- Influence de la taille de portée**

La taille de portée est un critère très important qui affecte les caractères de croissance des espèces poly toques. Plusieurs auteurs rapportent l'effet négatif de l'augmentation du nombre de nés vivants sur le poids au sevrage.

Une augmentation de la taille de portée se traduit par une réduction du poids individuel au sevrage et à 79 jours. (**Brun et Ouhayoun., 1994**). Les mêmes observations sont également constatées par **Belhadi et Baselga.(2003)** qui rapportent une réduction du poids au sevrage des portées à partir de 7 nés vivants et le maximum est atteint avec deux lapereaux. Les meilleurs poids à 63 jours sont ceux issus de portées de 2 à 6 lapereaux. Cependant, la vitesse de croissance n'est pas affectée par la taille de portée. **Poigner et al.(2000)** ont confirmé que la diminution de la taille de portée est associée à un accroissement significatif de la croissance des lapins et de leurs poids vifs jusqu'à 10 semaines. Par ailleurs, les résultats plus récents de **Bignon et al.(2013)** ont affirmé que les lapereaux issus d'une grande portée sont plus légers au sevrage et à l'abattage, leur viabilité entre la naissance et le sevrage est aussi plus faible.

### **d- Influence de la température**

La majorité des travaux rapportent l'altération de la croissance engendrée par la chaleur se traduisant par une réduction de la consommation alimentaire. **Chericato et al. (1993)** ont mis en évidence l'effet défavorable des températures estivales sur le gain de poids et la consommation alimentaire des lapins en croissance quel que soit le type génétique des animaux. **Marai et al.(2002a)**, dans une synthèse de différentes études de croissance, rapportent une réduction des poids vifs et de la vitesse de croissance des lapins en été. Les mêmes observations sont rapportées par **Gomez et al.(1998)** qui ont enregistré des écarts de 57 g et de 13 g/j de poids vif et de GMQ en faveur des lapins nés en période fraîche par rapport à ceux nés en été. Chez des lapins d'une lignée espagnole sélectionnée, **Belhadi et Baselga.(2003)** ont également noté l'effet favorable de la période fraîche (hiver, printemps) sur le poids individuel au sevrage. Chez les lapins de la population locale algérienne, **Lakabi et al.(2004)** ont confirmé que les températures estivales réduisent significativement la consommation alimentaire des lapins et leur gain de poids. Les mêmes résultats sont obtenus par **Abdel Azeem et al.(2007)** sur des lapins en croissance dans les conditions égyptiennes.

### e- Influence de l'éclairage

L'éclairage n'est pas absolument nécessaire aux animaux en croissance mais un éclairage ne dépassant pas 15 à 16 h par 24 h ne présente aucun inconvénient, par contre un éclairage continu peut provoquer des perturbations digestives. **(Lebas et al., 1996)**.

**Szendro et al.(2004)** ont conclu que la modification du programme lumineux (16 h de lumières/8h d'obscurité ou 2 périodes de 8h/4h) n'a aucun effet significatif sur le poids des lapins à 70 jours. En absence de lumière (obscurité 24h24), **Gidenne et Lebas.(2005)** ont noté que l'ingestion du lapin en croissance est légèrement augmentée en comparaison avec des lapins soumis à un programme lumineux avec un cycle sur 24 heures.

### f- Influence de l'alimentation

Les besoins du lapin en croissance sont actualisés dans une synthèse de **Lebas. (2004b)** et **Gidenne et Garcia.(2006)** qui recommandent 2600 Kcal d'énergie digestible et 16 à 17% de protéines brutes pour permettre la couverture des besoins de croissance. De nombreux travaux ont confirmé depuis longtemps l'effet de l'alimentation par son aspect quantitatif ou qualitatif, sur la croissance du lapin. **(Lebas et Ouhayoun., 1986)**. Le lapin régule sa consommation alimentaire selon la concentration énergétique de son aliment. Ainsi, un équilibre est recommandé entre les divers constituants de l'aliment (rapport protéines /énergie, teneur en fibres) pour que le lapin exprime correctement son potentiel de croissance. **(Lebas., 2004b; Gidenne et Garcia., 2006)**. En outre, pour réduire l'incidence des troubles digestifs chez le lapin en croissance, plusieurs chercheurs ont adopté la méthode de restriction alimentaire modérée (20% par rapport à l'ingestion à volonté). Cette pratique est efficace car elle permet de réduire la mortalité et la morbidité post-sevrage, d'améliorer l'indice de consommation et de réduire l'adiposité de la carcasse sans altérer les performances de croissance. **(Gidenne et al., 2012; Gidenne et al., 2013)**.

# **Chapitre II : La restriction alimentaire**

**Chapitre II : La restriction alimentaire**

**II.1- Définition de la restriction**

La restriction alimentaires est une méthode récemment découverte consiste à limiter temporairement les quantités d'aliment ingéré par le lapereau après son sevrage permet de réduire la fréquence des troubles digestifs, d'améliorer l'efficacité alimentaire et de diminuer les rejets. Cette stratégie constitue un moyen efficace pour réduire l'emploi d'antibiotiques en cuniculture, tout en améliorant l'impact sur l'environnement et le revenu de l'éleveur (**André., 2015**).

On peut aussi définir la restriction alimentaire par le rationnement des animaux dont les lapins ont été rationnés pendant les vingt jours suivant le sevrage, avant de revenir ensuite à une alimentation à volonté. Cette méthode a été étudiée depuis trois décennies environ (**Jentzer., 2009**).

**II.2- Comparaison entre le rationnement et la restriction alimentaire**

Cependant que la restriction alimentaire a des particularités par rapport au rationnement résumés comme le suivant :

- Le rationnement est pratiqué essentiellement sur les bovins laitiers et les ovins surtout dans les périodes des fêtes religieuses et aussi pour les caprins hautes productrices de lait.

- Il consiste à couvrir les besoins énergétiques, protéiques, minérales et vitaminiques journalières des animaux d'une façon équilibrée (sans carence ou excès) car toute carence nutritive en alimentation cause un retard de croissance et une chute de production non compensatrice même si l'apport alimentaire est corrigé ultérieurement.

- L'ingestion pour le rationnement sera à volonté avec 10% de refus autorisé pour chaque individu.(**Monsanto., 2015**).

- Alors que la restriction alimentaire est utilisée pour les élevages cunicoles, porcins et les volailles a routir (les monogastriques de boucherie).

- Le principe de la restriction alimentaire c'est de limiter l'ingestion volontaire des animaux de plusieurs façons durant des périodes bien défini généralement après le sevrage non seulement pour éviter les troubles sanitaires et digestifs mais aussi l'engraissement excessive qui est un aspect défavorable pour le consommateur.

- La limitation d'ingestion est suivie par une alimentation volontaire des animaux qui favorise une croissance compensatrice de ces derniers et permet une bonne production des muscles et une structuration adéquate de la carcasse.(**Martignon., 2011**).

### II.3- Historique

De la fin des années 1960 (début de la rationalisation) au milieu des années 1990 les lapins étaient presque toujours alimentés à volonté.

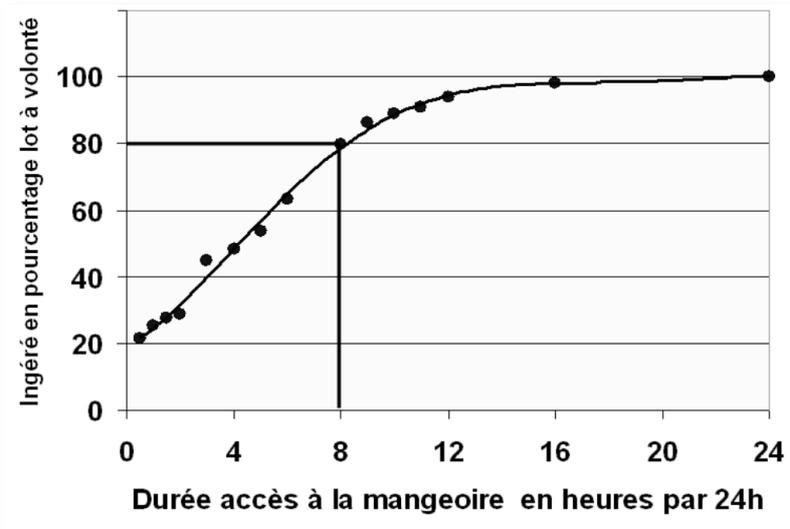
Les premiers lapins à être restreints ont été les lapines futures reproductrices. L'objectif était d'éviter un engraissement excessif lors de la première saillie ou de la première insémination. On parlait alors de limiter l'ingéré à 120 ou 140 g d'aliment par animal et par jour. La distribution se faisait soit 1 fois par jour, voire 3 fois par semaine. Au cours des années 1970-1990, un certain nombre de travaux de type académique ont été conduits pour étudier les conséquences du rationnement et de ses modalités sur la physiologie digestive, la croissance ou même la reproduction.(**Lebas., 2010**).

Avant 1998, technique de contrôle, de modulation de la croissance et des qualités bouchères du lapin à l'engrais. Utilisation sur durée courte (diète-parésie).

Les études de restriction alimentaire ont également porté sur la restriction de la durée d'accès à l'eau de boisson. Dans le travail publié par **Carles et Prud'hon en 1980**

De son côté au cours des **années 80, l'équipe hongroise de l'Université de Kaposvar** a étudié l'incidence de la restriction du temps d'accès à la mangeoire sur la consommation spontanée des lapins en croissance (**Figure 03**).

Ces premiers travaux ont permis de montrer qu'un temps d'accès d'au moins 8 heures / 24 heures est nécessaire pour que les lapins consomment environ 80% de la consommation à volonté. D'après ce travail, il faut que les mangeoires soient disponibles 16 heures /24h pour que la consommation atteigne les 100%.



**Figure 03:** Etude méthodologique de la durée d'accès à la mangeoire (**équipe hongroise de l'Université de Kaposvar., 1980**)

La maîtrise des troubles digestifs en période post-sevrage en relation avec l'entérococolite est faite en 1998 à aujourd'hui avec une utilisation large mais ponctuelle de 80% des éleveurs.

La restriction est une technique largement développée et pratiquée de façon permanente sur le terrain depuis 2002 par l'INRA qui a conduit un ensemble d'études sur l'impact d'une limitation de l'ingestion sur la santé du jeune lapin pour la cyniculture professionnelle française. (**Duperray., 2006**).

pendant l'enquêteur des cycle de développement des techniques alimentaires animales va découvrir que la restriction alimentaire est depuis plus de 10 ans reconnue comme une méthode efficace pour réduire l'incidence des troubles digestifs chez le lapin en croissance. (**Gidenne et al., 2012**).

La restriction temporaire de l'ingestion a été initialement étudiée chez le jeune lapin pour en analyser les effets sur sa croissance et son efficacité digestive. (**Lebas et Delaveau, 1975 ; Lebas, 1979**).

Toutefois en 2003, le réseau français d'unités expérimentales cynicoles (GEC) a montré pour la première fois, l'impact favorable de la limitation de l'ingestion après le sevrage sur la santé digestive du lapin en croissance. (**Gidenne et al., 2003**).

À ce jour, la quasi-totalité des éleveurs français utilise une stratégie de restriction alimentaire après le sevrage.

#### **II.4- Restriction chez les autres espèces**

### II.4.1- chez les volailles

L'objectif de l'alimentation des animaux est de déterminer la combinaison optimale des ingrédients disponibles pour fournir des rations qui satisfont les besoins différents de chaque animal. Les aliments apportent aux animaux les substances nutritives dont ils ont besoin. Un aliment unique est généralement incapable de faire face, seul, à l'ensemble des besoins. C'est la raison pour laquelle plusieurs aliments sont associés au sein d'une ration. Et par conséquent, il est nécessaire de prévoir la quantité d'aliments volontairement ingérée par jour pour ajuster les apports aux besoins des animaux. Cette quantité est la résultante de trois éléments: l'aliment, l'animal et l'environnement.

Les troupeaux de volailles, en particulier, sont constitués d'individus de niveau génétique variable et sans cesse amélioré par la sélection. Cette variabilité, ainsi que celle occasionnée par des effets du milieu ou des pathologies, expliquent l'hétérogénéité des besoins individuels en énergie et en protéines et, par la suite, la forme curvilinéaire des variations des performances des troupeaux en fonction des teneurs des aliments. En conséquences, les recommandations nutritionnelles ne peuvent être définies que sur la base des résultats économiques et dépendent à la fois des génotypes utilisés et du contexte du prix des matières premières.**(Beaumont et Leclercq., 2000).**

En général, l'utilisation de la restriction alimentaire chez les volailles est limitée par la limitation d'ingestion qualitative en énergie et/ou protéine chez les males a rouir qui permet d'éviter un engraissement excessive.**(Pokniak and Cornejo., 1982; Leeson and Zubair., 1997).**

Selon les travaux de **Bartov.(1979)**, l'effet de la restriction qualitative es plus efficace l'hors d'une diminution de l'apport énergétique que protéique.

Cet effet se résume dans la diminution de la graisse abdominale et les mortalités des petits en engraissement.**(Gonzales et al., 1998; Pelicano et al., 2005).**

### II.4.2- Chez les porcins

L'évolution de la consommation de viande de porc au cours des dernières décennies a été caractérisée par une exigence de plus en plus marquée pour des

produits maigres, avec le moins possible de gras visible, qu'il s'agisse de la viande fraîche ou des produits transformés.

L'adéquation optimale des apports alimentaires aux besoins du porc pour la production de viande maigre implique en premier lieu une bonne base d'évaluation nutritive des aliments, qu'il s'agisse de l'énergie ou des acides aminés.**(Henry et al., 1988a).**

Il convient ensuite, au niveau du rationnement alimentaire, de définir les apports de nutriments (énergie, protéines et acides aminés) en fonction des potentialités des animaux, ainsi que des objectifs de production et des conditions de milieu. La prise en compte des contraintes de l'environnement (réduction des rejets) apporte une dimension nouvelle dans la valorisation des intrants alimentaires pour une production intensive de viande maigre.**(Henri., 1988).**

Jusqu'à présent, avec les génotypes conventionnels présentant une propension à déposer une quantité importante de gras dans les conditions d'alimentation à volonté, il a été d'usage de pratiquer une restriction alimentaire afin de limiter l'état d'engraissement à l'abattage et obtenir ainsi des carcasses répondant mieux aux besoins de la commercialisation. Cette intensité de la restriction alimentaire, qui se situe à un certain niveau en dessous de la capacité d'ingestion à volonté (généralement 5 à 20 %) est alors d'autant plus sévère que les porcs sont plus gras. Elle est plus importante pour les mâles castrés (de l'ordre de 20 %) que pour les femelles (5 à 10 %), qui sont plus maigres. Il en est de même pour les génotypes gras (environ 50 % de muscle dans la carcasse) comparativement aux génotypes maigres (aux alentours de 60 % de muscle). L'indice de consommation est peu modifié, plutôt légèrement amélioré, par rapport à l'alimentation à volonté, en raison d'effets opposés résultant de la réduction du coût énergétique du gain de poids vif et de l'augmentation de la dépense d'entretien (allongement de la durée d'engraissement).

L'objectif du rationnement alimentaire en vue de l'amélioration de la qualité des carcasses est en fait d'optimiser à la fois le gain moyen journalier, la teneur en muscle de la carcasse et l'efficacité alimentaire, en minimisant le dépôt de gras.**(Henry., 1992).**

### II.5- Types de la restriction alimentaire

En élevage cunicole, les animaux ont habituellement un libre accès à l'aliment granulé (i.e. Ad Libitum = AL) et à l'eau (pipettes automatiques). Diverses techniques ont été étudiées pour contrôler l'ingestion d'aliment (ou d'eau), avec deux objectifs principaux : la maîtrise de la qualité de la carcasse et de la viande.(**Perrier et Ouhayoun., 1996**), l'amélioration de l'efficacité alimentaire.

Deux stratégies de restriction ont été principalement utilisées : une limitation quantitative de l'ingestion ou une restriction qualitative.(**Rebollar et al., 2011**).

#### II.5.1- La restriction qualitative

L'apport en nutriments est modifié via la composition chimique de l'aliment. Par exemple, l'apport énergétique pour les jeunes femelles reproductrices peut être restreint en utilisant des aliments riches en fibres.(**Rebollar et al., 2011**).

En effet, le lapin régule son ingestion en fonction du niveau énergétique de l'aliment.(**Gidenne et al., 2010c**), dans une gamme de concentration énergétique supérieure à 9 MJ d'ED/kg, et sans modifications majeures de l'apport en lipides où en fibres très digestibles. Dans ces conditions, l'ingéré énergétique volontaire est fonction du poids métabolique (PM, équivalent au poids vif à la puissance 0,75) de l'animal.(**Xiccato., 1999**) et est de 0,9 à 1 MJ d'ED/kg PM.(**Xiccato., 2010**).

Dans cette gamme, le lapin consommera donc plus d'aliment si celui-ci est moins énergétique.

#### II.5.2- La restriction quantitative

En pratique, une restriction quantitative peut être appliquée de trois façons :

- par un accès limité à l'abreuvoir.
- en diminuant la quantité d'aliments distribués.
- par une réduction de la durée d'accès à la mangeoire.(**Prud'hon et al., 1975**).

##### a. La restriction alimentaire par limitation de l'abreuvement

Dite restriction hydrique Consiste en une baisse de l'apport de liquide et en répartition de cette quantité sur 24h.

Chez le Lapin domestique comme dans de nombreuses autres espèces il existe une relation étroite entre les niveaux d'ingestion d'aliments solide et d'eau de boisson malgré l'existence de différences entre individus assez sensibles.

Selon les travaux de **Cizek.(1961)**, **Prud'hon.(1967)**, **Prud'hon et al.(1975)** la quantité d'eau ingérée est environ deux fois supérieure à la matière sèche consommée mais peut subir des variations avec l'âge de l'animal, son état physiologique ou les conditions climatiques. De nombreuses observations réalisées dans les élevages lorsque les dispositifs d'abreuvement sont insuffisants ou déficients permettent de conclure que le Lapin subissant une restriction hydrique mange peu ; il a une croissance perturbée. Cependant ces observations sont rarement chiffrées.

La restriction hydrique est une méthode indirecte de la restriction très intéressante comme alternative de la restriction quantitative grâce à son efficacité dans la réduction des troubles digestives et en particulier son facilité de la réalisation. (**Foubert et al.,2007**).

L'ingestion de granulés est directement liée à la consommation d'eau, la réduction du temps d'abreuvement est donc une technique simple et peu coûteuse à mettre en œuvre. Ainsi, la consommation d'aliment est réduite de 18% lorsque l'abreuvement est réduit à 2 h/jour. (**Boisot et al., 2004**), de 22% pour 1 h30. (**Verdelhan et al., 2004**) et de 23% pour 1 h. (**Boisot et al., 2005**). Mais une forte restriction hydrique est discutable en termes de bien-être animal, en particulier dans des conditions chaudes. (**Foubert et al., 2007**).

### **b. En diminuant la quantité d'aliments distribués**

Pour parvenir à un contrôle correct de l'ingestion post-sevrage, la technique la plus précise est de donner chaque jour une quantité définie de granulés, soit manuellement soit en utilisant un système de Distribution Automatique d'Aliment (DAA) maintenant relativement répandu en cuniculture.

Enfin, au cours de la phase de croissance, plusieurs programmes de restriction sont possibles :

- réduction progressive ou non de l'ingéré.
- réduction par palliers.
- restriction continue ou en alternance. (**Yakubu et al., 2007**).

Limiter l'ingestion via la réduction de la quantité d'aliment distribuée est la méthode la plus répandue en élevage (60 à 90% des éleveurs). Elle consiste à réduire d'un certain pourcentage la quantité d'aliment distribuée par rapport à l'ingéré théorique volontaire. **(Gidenne et al., 2012b)**.

### c. Par limitation de la durée d'accès à la mangeoire

La technique de limitation du temps d'accès à la mangeoire peut s'opérer au niveau journalier, avec une réduction du nombre d'heures d'accès à la mangeoire, ou hebdomadaire, est un autre moyen de limiter la consommation. Ainsi, il est possible de réduire l'ingéré de 20%, soit 80% de AL, en maintenant un accès libre à la mangeoire (AL) pendant 5 jours suivi d'un jeûne de 2 jours. **(Lebas., 1982)**.

Ce niveau de 80% de l'ingestion libre est également obtenu avec un accès à la mangeoire limité à 8 h par jour. **(Jérôme et al., 1998 ; Szendrő et al., 1988)**.

**Selon Jérôme et al.(1998)**, si l'aliment est disponible seulement le jour (de 08:00 à 16:00 h) l'ingestion est réduite de 20% (et la croissance de 12%) et si l'alimentation est disponible la nuit (de 16:00 à 8:00 h) la consommation n'est réduite que de 10% et la croissance de 5%. En parallèle, l'Indice de Consommation (IC) n'a été amélioré que si l'aliment est accessible le jour (2,67 vs 2,93 pour AL).

En revanche, la limitation journalière du temps d'accès à la mangeoire a permis d'obtenir des résultats similaires à ceux observés avec une réduction quantitative du distribué **(Jérôme et al., 1998; Salaün et al., 2011)** et est préconisée par certains fabricants d'aliments pour préserver la santé tout en améliorant la rentabilité.

# **Chapitre III : Effet de la restriction alimentaire sur les performances animales**

**Chapitre III : Effet de la restriction alimentaire sur les performances animales**

**III.1- Effet général de la restriction**

Plusieurs études montrent l'effet positif de la restriction alimentaire post-sevrage sur les performances et la santé animale. Aussi, elle montre une bonne efficacité pour lutter contre l'entéropathie épizootique du lapin (EEL) et permet d'améliorer l'efficacité alimentaire et la régulation de la ration alimentaire du côté des nutriments. **(Gidenne., 2008)**, permettant ainsi d'améliorer l'état sanitaire et l'indice de consommation.

Cependant, la croissance et le rendement à l'abattage s'en trouvent pénalisés, et ce malgré les phénomènes de croissance compensatrice observés lors d'un retour éventuel à une alimentation à volonté. **(Gidenne et Lebas., 2012)**.

Une optimisation des stratégies alimentaires, notamment via une modulation de la qualité nutritionnelle de l'aliment, pourrait donc permettre d'améliorer les performances de croissance et le rendement à l'abattage tout en conservant les effets bénéfiques de la restriction alimentaire. **(Gidenne et al., 2012b)**

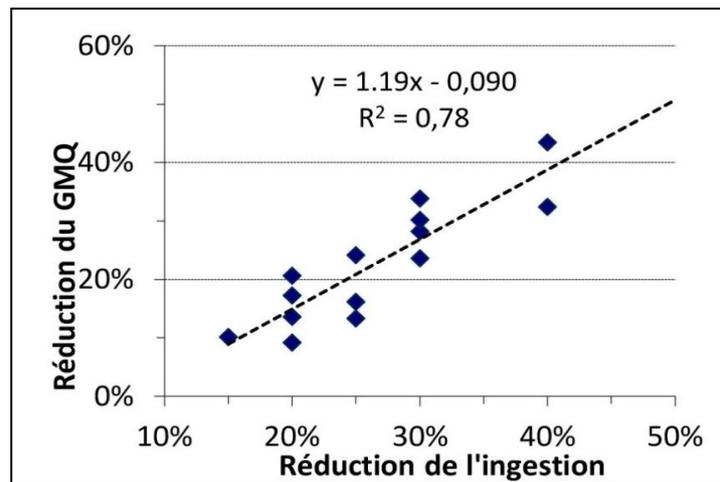
**III.2- Sur la croissance**

La restriction alimentaire est appliquée chez les femelles en croissance pour éviter l'engraissement excessive et les troubles de reproduction plus tard.

**(Rommers et al., 2004)**.

Limiter l'ingestion réduit la vitesse de croissance et peut dégrader le rendement à l'abattage. **(Gidenne et al., 2009b ; Travel et al., 2011)**.

La croissance s'en trouve pénalisée par la restriction alimentaire dont cette dernière réduit naturellement la vitesse de croissance. Cependant, cette réduction n'est pas directement proportionnelle à la réduction de l'ingestion. Ainsi, pour une réduction de l'ingéré de 20% la croissance est réduite en moyenne de 15,6%. **(Gidenne et al., 2012b)**.



**Figure 04:** Variations de la croissance chez le lapin, selon l'intensité de la restriction alimentaire durant son application. **(Gidenne et al., 2012b).**

En effet, d'autres facteurs peuvent influencer la croissance comme la composition de l'aliment ou l'état sanitaire général des animaux étudiés.

Dans une étude appliquée par **Knudsen et al (2013)**, il a été montré que la réduction de l'ingestion de l'ordre de 25% avec 2 types d'aliments énergétiques « HE=Haute Energie et TE = Témoin Energie, formulés respectivement à 2417 kcal/kg et 2168 kcal/kg en ED » sur la période 35 à 63j nous donne une vitesse de croissance « GMQ » en moyenne de 42 g/j, est réduite durant la période de rationnement de 15%. Lors du retour à volonté (63 à 70j), la croissance des lapins auparavant restreints est proche de 60 g/j et dépasse celle des groupes témoins de 30 %.

Les résultats sont présentés dans le tableau 3.

**Tableau 03 :** Amélioration des performances de croissance « poids vif et GMQ » en utilisant 2 type d'aliment énergétique. **(Knudsen et al., 2013).**

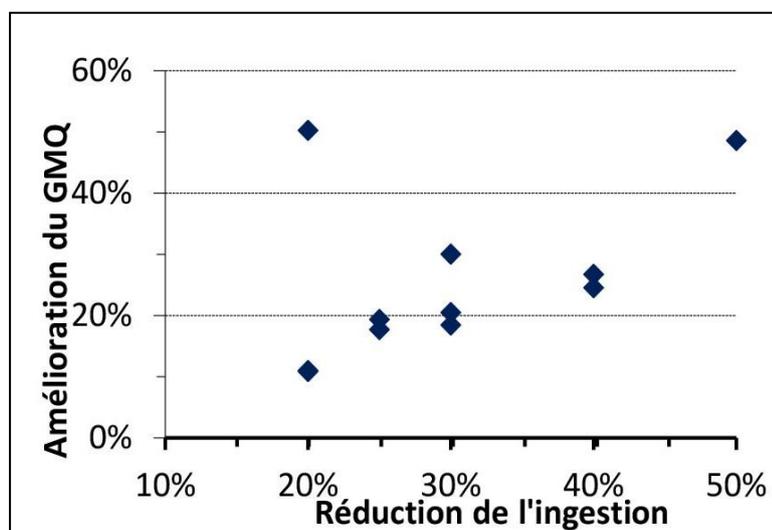
	Lot			
	TE100	TE75	HE100	HE75
Poids vif (en g)				
35 jours (sevrage)	979	979	980	977
49 jours	1740	1596	1782	1635
63 jours	2453	2229	2483	2252
70 jours	2771	2647	2821	2680
Croissance (en g/j)				
de 35 à 63 jours	48,9	41,5	50,0	42,5

### Chapitre III : Effet de la restriction alimentaire sur les performances animales

de 63 à 70 jours	44,9	59,1	46,5	59,9
de 35 à 70 jours	48,1	44,9	49,5	45,9

TE : Témoin Energie, HE: Haute Energie.

Par ailleurs, lorsque les animaux reviennent à une alimentation à volonté, une forte croissance compensatrice peut être observée (**Figure 05**) accompagnée d'une légère surconsommation par rapport aux animaux nourris à volonté depuis le sevrage. (**Gidenne et al., 2012b; Szendro., 2008**), sans pour autant compenser entièrement le retard de croissance induit par la restriction alimentaire. Cela induit en dernier lieu une forte amélioration de l'efficacité alimentaire. (**Gidenne et al., 2009b; Perrier., 1998**).



**Figure 05** : Variations de la croissance selon l'intensité de la restriction alimentaire lors du retour à volonté. (**Gidenne et al., 2012b**).

La vitesse de croissance des animaux rationnés est supérieure de près de 20% dans le cas de rationnements à 70, 75 ou 80% de l'ad libitum (**Tableau 04**).

**Tableau 04**: Croissance d'animaux lors d'essais portant sur le rationnement quantitatif. (**Gidenne et al., 2012b**).

Taux de restriction	GMQ période restriction g/j	GMQ Période ad libitum g/j	GMQ période totale g/j	Poids vif fin de restriction g	Poids vif Abattage g	Références
témoins	49,6	42,0	45,8	2175	3059	<b>Perrier, 1998</b>
0%	<b>28,2</b>	<b>54,6</b>	<b>41,6</b>	<b>1729</b>	<b>2877</b>	
30 %	15,3	62,4	39,0	1460	2772	
50 %						

### Chapitre III : Effet de la restriction alimentaire sur les performances animales

témoins 0% 20 % 40 %	47,8 <b>41,3</b> 32,3	38,3 <b>42,5</b> 47,7	43,0 <b>41,8</b> 38,7	1907 <b>1772</b> 1573	2519 <b>2451</b> 2337	<b>Boisot et al., 2003</b>
témoins 0% 30 %	51,4 36,9	38,6 46,5	46,2 40,3	1908 1585	2438 2218	<b>Foubert et al., 2008</b>
témoins 0% 20 % 30 %	40,7 <b>32,3</b> 28,4	46,1 <b>51,1</b> 54,6	43,5 <b>40,8</b> 40,8	1799 <b>1624</b> 1540	2468 <b>2373</b> 2340	<b>Gidenne et al., 2003</b>
témoins 0% 25%	46,4 38,9	39,9 47,6	45,1 40,6	2319 2112	2612 2454	<b>Gidenne et al., 2008</b>
témoins 0% 20%	45,7 <b>37,8</b>	49,2 <b>73,9</b>	46,4 <b>44,8</b>	2352 <b>2100</b>	2724 <b>2650</b>	<b>Gidenne et al., 2009a</b>
témoins 0% 15% 30 %	34,2			1937		<b>Bergaoui et al., 2008</b>

Comme nous le montre **le tableau 04**, le poids vif des animaux est diminué en fin de période de rationnement. Pour des niveaux de restriction allant de 15 à 25 %, les poids vifs moyens sont inférieurs de 7 % à 10 % par rapport aux animaux témoins. (**Boisot et al., 2003; Bergaoui et al., 2008; Gidenne et al., 2003; Gidenne et al., 2008b**). Pour des niveaux de restriction plus forts: 30 %, 40 % et même 50 %, les poids vifs sont alors diminués de 14 à 20 % **selon Boisot et al.(2003), Foubert et al.(2007), Perrier.(1998)**.

Pour une restriction par un accès limité à la mangeoire, la majorité des recherches montre que les résultats de croissance sont comparables à celles de la restriction quantitative avec des variations mineures d'un écart-type - 0,001(- 0,001 : mesure de disparition des moyennes des tests, ce numéro est infiniment petit désigne que les deux stratégies de la restriction ont le même effet sur les performances animales). (**Gidenne et al., 2008**).

Comme observé suite à un rationnement alimentaire quantitatif, les lapins effectuent une croissance compensatrice lors du retour de l'accès à la mangeoire 24h/24h sur les 2 dernières semaines d'engraissement, sans toutefois compenser totalement le retard de poids accumulé sur la période de restriction. (**Foubert et al., 2007**).

### Chapitre III : Effet de la restriction alimentaire sur les performances animales

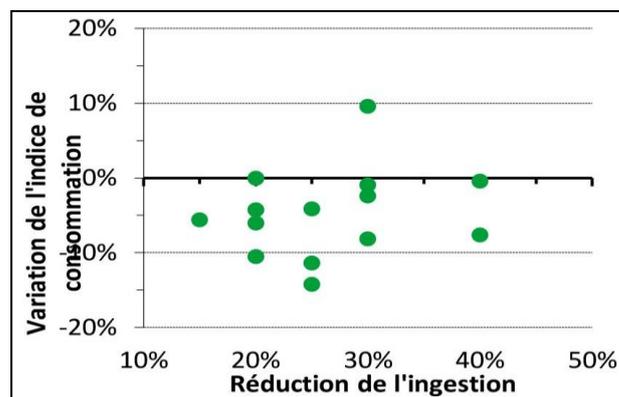
Au niveau de l'évolution pondérale, une restriction hydrique d'une durée de 24 heures n'affecte pas la croissance des jeunes lapins en croissance; la consommation étant abaissée. Il en est de même de l'indice de consommation. Aussi, elle affecte peu la croissance des futurs reproducteurs une fois passée la période d'adaptation. Une restriction plus sévère affecte la croissance des deux catégories (en croissance et les reproducteurs) de lapins d'une façon continue, plus marquée chez les animaux les plus âgés. (Prud'Hon et al., 1975).

#### III.3- Sur l'efficacité alimentaire et l'indice de consommation

L'effet négatif de la restriction alimentaire sur la croissance a un impact favorable sur l'efficacité alimentaire et l'indice de consommation des lapins en croissance et même si les animaux sont pénalisés par une faible croissance, ils valorisent mieux l'aliment distribué. (Gidenne et al., 2009c).

Une réduction de l'ingéré de 20% permet d'améliorer l'efficacité alimentaire de l'ordre de 5 à 10% avec une réduction de l'ingéré de 25%. (Gidenne et al., 2012b) avec cependant des variations importantes selon les études.

Comme la croissance, l'efficacité alimentaire varie fortement en fonction de la composition nutritionnelle des aliments (Figure 06). Dans les élevages commerciaux, les éleveurs observent une amélioration de l'indice de consommation de 0,1 à 0,2 points. (Lebas., 2007).



**Figure 06:** Variations de l'indice de consommation chez le lapin, selon l'intensité de la restriction alimentaire durant son application. (Gidenne et al., 2012b).

### Chapitre III : Effet de la restriction alimentaire sur les performances animales

La réduction de l'IC est modérée pendant l'application du rationnement mais beaucoup plus marquée lors de l'alimentation ad libitum, quelle qu'en soit la durée (**Tableau 05**). La forte variabilité des indices de consommation entre les essais est à souligner. Elle peut être due à une composition différente de l'aliment et/ou à un état sanitaire variable(s) entre les expériences considérées.

**Tableau 05** : L'effet de la restriction sur l'efficacité alimentaire.(**knudsen., 2013**).

Taux de restriction	IC période restriction	IC période ad libitum	IC période Totale	Références
0% (témoin)	-	-	3,74	<b>Perrier, 1998</b>
-30%	-	-	3,66	
-50%	-	-	3,56	
0% (témoin)	2,36	4,37	3,13	<b>Boisot et al., 2003</b>
-20%	2,26	3,21	2,70	
-40%	2,18	2,85	2,57	
0% (témoin)	2,18	4,04	2,75	<b>Foubert et al., 2008</b>
-30%		2,89	2,49	
0% (témoin)	2,48	2,93	2,69	<b>Gidenne et al., 2003</b>
-20%		2,43	2,54	
-30%		2,32	2,46	
0% (témoin)	2,99	4,84	3,31	<b>Gidenne et al., 2008</b>
-25%	2,65	4,53	3,04	
0% (témoin)	2,75	3,15	2,85	<b>Gidenne et al., 2009a</b>
-20%		2,30	2,55	
0% (témoin)	3,75			<b>Bergaoui et al., 2008</b>
-15%				
-30%				

Les lapereaux subissant un accès limité à la mangeoire s'adaptent progressivement à cette restriction avec une réduction de semaine en semaine de l'écart d'ingéré avec des lapins ayant accès à la mangeoire 24h sur 24h. Leur efficacité alimentaire est aussi globalement améliorée sur la période de restriction.(**Foubert et al., 2007**).

La réduction de la période de disponibilité de l'eau entraîne, à très court terme, une perturbation sensible de la consommation d'aliments solides suivie d'une certaine adaptation et accompagnée d'une modification durable du comportement alimentaire et du niveau de consommation.

### Chapitre III : Effet de la restriction alimentaire sur les performances animales

La période de distribution de l'eau avait été située au cours de la deuxième heure d'éclairément à une époque où normalement la consommation devient très faible. (**Prud'hon et al., 1973**). Malgré cela, le jeûne hydrique a induit une forte activité alimentaire pendant les heures suivant la distribution d'eau ; toutefois l'activité alimentaire nocturne est loin d'avoir été abolie : chaque nuit, la fréquence des prises d'aliments s'élève même lorsque la distribution d'eau n'a lieu que tous les deux jours.

La restriction du temps d'accès à l'eau entraîne une restriction de consommation d'aliment ; cet effet est d'autant plus marqué que la durée du jeûne est plus élevée, ce qui n'est pas étonnant dans la mesure où après un jeûne hydrique de 48 heures le lapin ne boit pas plus en 10 minutes qu'après un jeûne de 24 heures. **Cizek.(1961)** a montré qu'après trois jours de jeûne hydrique, le lapin ne consommait pas plus que 2 % de sa ration ordinaire puis il s'arrête de manger. Toutefois, selon **Hayward.(1961)**, il possède une grande faculté de résistance à la déshydratation et peut survivre jusqu'à avoir réduit son poids de moitié.

#### **III.4- Sur l'efficacité de digestion**

La limitation de l'ingestion réduit la quantité de nutriments ingérés, modifiant par conséquent la physiologie et les mécanismes de digestion mis en place par l'animal. Comme précisé précédemment, la limitation de l'ingestion augmente le poids relatif du tractus digestif vide. (**Bovera et al., 2008; Xu et al., 2011**).

Certains essais montrent que l'amélioration de l'efficacité alimentaire pourrait être liée à une meilleure digestibilité des nutriments. (**Gidenne et Feugier., 2009**). Celle-ci concerne principalement la digestion de l'énergie et des protéines (2 à 10% d'amélioration selon les études), alors que la digestion des fibres n'est que peu affectée. Cet effet favorable de la restriction sur la digestion est sujet à de fortes variations selon les études, mais sans relations directes avec la durée ou l'intensité de la restriction.

- La période de mesure: en effet, **Diaz et al.(1999)** n'ont trouvé aucune amélioration de la digestibilité, même avec une restriction alimentaire forte lorsque la mesure de digestibilité était effectuée immédiatement après le début de la restriction.

### Chapitre III : Effet de la restriction alimentaire sur les performances animales

Une durée d'adaptation à l'aliment de 8 à 10 jours semblerait donc nécessaire pour observer une amélioration de la digestibilité.

- L'état sanitaire est susceptible de moduler la digestibilité fécale. Aucun élément bibliographique n'est cependant disponible dans le cadre de l'application d'une restriction alimentaire.

- La composition nutritionnelle des aliments peut interagir avec la stratégie de rationnement. En effet, **Gidenne et al.(2009a)** ont montré une amélioration de l'efficacité digestive chez le lapin restreint nourri avec un aliment riche en énergie, alors que la restriction alimentaire réduisait l'efficacité digestive avec un aliment témoin.(**Knudsen et al., 2014**).

**Tableau 06:** Une stratégie de limitation de l'ingestion chez le lapin en post-sevrage permet d'améliorer l'efficacité digestive.(**Gidenne et al., 2012b**).

taux de restriction	Conditions expérimentales	Digestibilité totale (%)			Références
		MO	PB	NDF	
Témoin 0% 40 % 50 %	R: 35 à 72j	66,8 68,2 <b>71,0</b>	77,9 82,0 <b>84,0</b>	-	<b>Ledin (1984b)</b>
Témoin 0% 40 %	R: 45 à 75j	57,5 <b>66,8</b>	64,6 <b>74,3</b>	27,8 <b>52,3</b>	<b>Ledin (1984a)</b>
Témoin 0% 25 %	R:40 à 64j	63,7 <b>64,7</b>	70,0 <b>72,5</b>	19,6 <b>20,0</b>	<b>Xiccato et al. (1992)</b>
Témoin 0% 40 % 60 % 90 %	R: 45 à 60j  (digestibilité calculée pour une période de 15j)	76 75 74 73	85 87 86 85	25 23 21 -	<b>Diar Arca et al. (1999)</b>
Témoin 0% 10 %	R: 35 à 85j	63,5 <b>66,0</b>	79,8 <b>79,9</b>	19,1 <b>24,5</b>	<b>Di Meo et al. (2007)</b>
Témoin 0% 40 %	R: 42 à 49j	39,2 <b>44,2</b>	68,6 <b>70,6</b>	-	<b>Tumova et al. (2007)</b>
Témoin 0% 20 % 30 % 40 %	R: 35 à 54j	71,9 71,7 72,7 <b>72,8</b>	82,1 82,1 83,5 <b>83,7</b>	29,9 29,3 30,1 <b>30,1</b>	<b>Gidenne et Feugier (2009)</b>
Témoin 0% 20 %	R: 35 à 63j aliment témoin	64,2 58,1	72,0 71,0	29,1 17,0	<b>Gidenne et al (2009a)</b>
Témoin 0% 20 %	R: 35 à 63j aliment riche en énergie	63,8 <b>68,9</b>	73,7 <b>80,8</b>	32,5 <b>40,9</b>	
Témoin 0% 25 %	R: 35 à 63j	60,3 <b>62,7</b>	70,1 <b>76,2</b>	14,5 <b>17,3</b>	<b>Gidenne et al. (2009c)</b>
Témoin 0% 25 %	R: 35 à 63j aliment témoin	59,3 <b>64,3</b>	62,6 <b>71,9</b>	33,1 <b>39,0</b>	<b>Gidenne et al. (2011)</b>
Témoin 0% 25 %	R: 35 à 63j aliment riche en protéines	60,6 <b>64,1</b>	71,0 <b>74,7</b>	29,9 <b>36,2</b>	

## Chapitre III : Effet de la restriction alimentaire sur les performances animales

NDF : Neutral detergent fibre ; R: limitation de l'ingestion par distribution quotidienne d'une quantité fixe d'aliment granulé.

L'amélioration de l'efficacité digestive pourrait s'effectuer via une augmentation de la digestion enzymatique dans l'intestin grêle et/ou via une plus forte digestion bactérienne dans le caecum (**Knudsen et al., 2014**).

### **III.5- Sur l'état sanitaire des lapins en croissance**

**Boisot et al.(2003)** et **Gidenne et al.(2003)** ont mis en évidence l'efficacité d'un rationnement alimentaire préventif d'au moins 20 % l'ingéré volontaire permettait de diminuer significativement les mortalités et la morbidité en condition d'EEL ou, plus généralement, lors de troubles digestifs non spécifiques.

Dans un cadre expérimental, une réduction de l'ingéré de plus de 20% par rapport à l'ingestion libre permet de réduire la mortalité et la morbidité post-sevrage de près de la moitié.**(Gidenne et al., 2009b)**.

Cette limitation reste très variable et le lien avec la qualité de l'aliment faiblement étudié. Une connaissance plus approfondie des mécanismes physiologiques sous-jacents et des interactions avec les valeurs nutritionnelles des aliments permettrait dès lors une optimisation des stratégies de restriction alimentaire.

Dans les élevages commerciaux, où les niveaux de restrictions appliqués sont souvent moins sévères qu'au niveau expérimental, la réduction de la mortalité serait de 2 à 3%, voire 7% dans certains cas, correspondant à une réduction d'un tiers de la mortalité.**(Lebas., 2007)**.

Pendant la période de restriction alimentaire, l'efficacité digestive est améliorée, et plus encore lorsque les lapins sont ensuite de nouveau alimentés librement, en raison d'une importante croissance compensatrice.**(Gidenne et al., 2012)**.

La majorité des études montre un effet favorable d'une restriction sur la santé digestive (**Tableau 07**), l'ampleur de cet effet est très variable d'une étude à une autre. Celle-ci varie selon l'intensité de la restriction et sa durée d'application, selon

### Chapitre III : Effet de la restriction alimentaire sur les performances animales

les conditions sanitaires et les pathologies rencontrées, ou encore selon la composition chimique des aliments (**Lebas., 2007**).

**Tableau 07:** Effet d'une restriction alimentaire sur l'état sanitaire des lapins en croissance (**Gidenne et al 2012 a., 2012b ; Boisot et al., 2003**).

Taux de restriction	Période de restriction (R)		Période totale (R+AL)		Références
	Mortalité,%	Morbidité,%	Mortalité,%	Morbidité,%	
Témoin 0% 20 % 40 %	28,1 20,8 <b>12,5</b>	56,3 39,6 <b>29,2</b>	28,1 26,0 <b>18,1</b>	-	<b>(Boisot et al., 2003)</b>
Témoin 0% 20 % 30 % 40 %	12,2 5,5 5,4 <b>2,8</b>	12,0 11,2 5,4 <b>6,7</b>	17,6 12,4 15,0 <b>11,9</b>	11,9 11,2 6,7 <b>5,6</b>	<b>(Gidenne et al., 2009b)</b>
Témoin 0% 25 %	19,9 <b>10,7</b>	15,3 <b>10,2</b>	21,6 <b>11,9</b>	18,7 <b>14,0</b>	<b>(Gidenne et al., 2008)</b>
Témoin 0% 20 %	30,6 25,3	21,1 19,4	-	-	<b>(Gidenne et al., 2009a)</b>
Témoin 0% 30 %	5,6 3,8	13,8 17,5	-	-	<b>(Martignon et al., 2009)</b>
Témoin 0% 15 %	22,9 <b>4,2</b>	33,3 <b>8,1</b>	25,6 <b>6,3</b>	41,4 <b>12,7</b>	<b>(Romero et al., 2010)</b>
Témoin 0% 10 % 20 %	29,5 28,1 4,8	-	12,5 0 3,1	-	<b>(Szendro et al., 2008)</b>
Témoin 0% 15 %	7,0 <b>2,4</b>	8,9 <b>6,2</b>	8,2 <b>3,3</b>	11,5 <b>12,4</b>	<b>(Gidenne et al., 2012a)</b>

R : restriction alimentaire, AL : alimentation a volenté

La réduction des mortalités et de la morbidité post-sevrage semble liée à la baisse de la masse d'aliment ingéré, et non à la réduction de l'ingestion d'énergie comme le montrent **Knuden et al.(2014)**.

En extrapolant les résultats obtenus par **Gidenne et al.(2003)** et **Boisot et al. (2003)**, un accès limité à la mangeoire entre 6h et 8h par jour permettrait de limiter la mortalité et la morbidité des lapereaux en conditions d'EEL ou plus généralement lors de troubles digestifs non spécifiques.

les causes du risque sanitaire dues aux problèmes digestifs semblent être plus faibles pour la restriction par limitation d'accès a la mangeoire que par l'ingestion d'une quantité limité.**(Raach-Moujahed et al., 2017)**.

### III.6- sur la physiologie digestive

L'application d'une stratégie de restriction pourrait nuire à la maturation de l'intestin qui évolue rapidement chez le jeune lapin. Par exemple, la hauteur des villosités iléales, la surface et la profondeur des cryptes augmentent après le sevrage.(**Gallois et al., 2005**). Elles ne sont pas affectées à 53 jours d'âge par une réduction de 25% de l'ingestion appliquée depuis le sevrage à 28 jours.

En outre, la sécrétion d'enzymes digestives est liée à la disponibilité en substrat et donc au niveau de la consommation. Cependant en période de restriction, l'activité de la maltase dans l'iléon n'est pas modifiée.(**Martignon et al., 2010**).

Sachant que la ration est totalement consommée en 6 à 10 h pour des lapins restreints à 80% (vs en 24 h pour une alimentation Ad-Libitum), le flux de digesta dans l'estomac est donc très élevé juste après la distribution de l'aliment. Ainsi, le pH gastrique est supérieur (dans l'antrum et le fundus) chez le lapin restreint.(**Gidenne et Feugier., 2009 ; Martignon et al., 2010**) comparé à celui qui est nourri AL.

Cette élévation du pH est probablement transitoire et pourrait être liée à un effet de dilution de l'acide gastrique par l'important bol alimentaire réalisé par l'animal restreint. A l'inverse, 5 à 6 h après une distribution d'aliment, un pH plus bas est observé dans le caecum et est associé à une élévation de la concentration en Acides Gras Volatils. (**Gidenne et Feugier., 2009**).

De même, chez le lapin restreint recevant un repas à 08:00 h, le flux iléal est élevé vers 13:00 h et associé à un pic fermentaire dans le caecum.(**Gidenne et Bellier., 1992**). Par ailleurs, **Maertens et Peeters.(1988)** comme **Taranto et al.(2003)** ont observé un pH plus élevé et une faible concentration en AGV dans le caecum chez de jeunes lapins restreints, car les mesures avaient été faites dans la matinée (9 à 10 h) juste après la distribution du repas et donc avant le pic de fermentation dans le caecum. Par conséquent, lorsque l'échantillonnage dans le caecum tient compte du délai depuis le pic d'ingestion.(**Martignon et al., 2010**), la restriction ne modifie pas les paramètres physico-chimiques (pH, AGV) du biotope caecal, bien que le potentiel d'oxydoréduction soit réduit de 10%. L'activité

### Chapitre III : Effet de la restriction alimentaire sur les performances animales

fibrolytique des bactéries caecales n'est pas modifiée par le niveau de consommation. **(Gidenne et Feugier., 2009 ; Martignon et al., 2010).**

De même, le niveau de consommation n'a pas d'effet majeur sur la concentration caecale en bactéries ni sur la structure des communautés bactériennes ou leur diversité. **(Martignon et al., 2010)** estimée par empreinte moléculaire. Cette absence d'effet peut provenir du fait que la composition du flux iléal est relativement constante, malgré la réduction du niveau d'ingestion, et que le caecum possède un pouvoir tampon assez élevé. Cependant, la diversité bactérienne et la structure du microbiote, estimées par analyse d'empreintes moléculaires, ne prend en compte que les populations bactériennes dominantes.

#### **III.7- sur le comportement d'ingestion et bien-être chez le lapin en croissance**

La restriction alimentaire modifie de manière drastique le comportement alimentaire du lapin. Dans le cadre d'une alimentation à volonté, le lapin a une consommation relativement étalée sur la journée répartie en 30 à 40 repas même si celle-ci a préférentiellement lieu la nuit. **(Martignon., 2010; Prud'hon et al., 1975).**

La quantité d'aliment ingérée volontairement est fonction de la teneur en énergie digestible de l'aliment solide, puisque le lapin régule son ingestion en fonction de ses besoins énergétiques. Néanmoins, l'ingéré volontaire est mieux corrélé à la concentration en fibres alimentaires. **(Gidenne et Lebas., 2005).** Chez l'animal restreint et recevant une ration quotidienne en une seule distribution, le rythme d'ingestion des lapins en engraissement n'est plus fonction du rythme nyctéméral, mais déclenché par la distribution. **(Gidenne et al., 2009b).**

Lors d'une restriction de 15% de l'ingéré, la totalité de l'aliment est consommée en 16 heures, si le taux de restriction est doublé, les animaux ont terminé en 10 heures. **(Bergaoui et al., 2008).**

**Selon Gidenne et Feugier.(2009)** un pic de consommation est observé dans l'heure qui suit la distribution, puis la totalité de l'aliment est consommé dans les 6 à 10h suivantes selon le niveau de limitation de l'ingestion appliqué. **(Martignon et al., 2011).** Chez les animaux restreints se développe un comportement d'anticipation du moment de distribution. Cette période est caractérisée notamment par une forte

### Chapitre III : Effet de la restriction alimentaire sur les performances animales

activité locomotrice, une augmentation de la température corporelle et une stimulation du système digestif. **(Froy., 2007)**.

Enfin, les animaux semblent compenser la réduction de l'ingestion via une consommation en eau accrue. **Martignon.(2010)** a ainsi montré une augmentation de la consommation hydrique de l'ordre de 10% pour une réduction de l'ingestion de 20% alors que **Boisot et al.(2005)** ont observé un accroissement proportionnel de la consommation en eau (+35%) au niveau de restriction (-35%). Lorsque les animaux sont remis à volonté après une période de 4 semaines de limitation de l'ingestion, ils maintiennent pendant deux à trois jours cette habitude d'ingestion rapide puis retrouvent un rythme d'ingestion classique.**(Martignon., 2010)**.

L'absence de faim et de soif fait partie des cinq principes du bien-être animal établis par le **Farm Animal Welfare Council.(1992)**. Cependant, la limitation temporaire de l'ingestion réduit les problèmes sanitaires permettant de répondre à un autre de ces cinq principes : la bonne santé et l'absence de blessures ou de douleur.

Le bien-être des lapins en croissance a été considéré en relation avec leur hébergement.**(Mirabito et al., 1999 ; Postollec et al., 2006 ; Postollec et al., 2008)** mais pas en relation avec leur mode d'alimentation. Or, les modifications du rythme d'ingestion, soulignées précédemment, au cours d'études menées sur la restriction alimentaire. **(Bergaoui et al., 2008 ; Gidenne et al., 2009b)** incitent à poursuivre la réflexion en direction du bien-être des animaux.

#### **III.8- sur le rendement à l'abattage et le rendement viscéral**

La restriction de l'accès à la mangeoire a permis un meilleur poids final par rapport à la méthode de restriction quantitative de 20%.**(Raach-Moujahed et al., 2017)**.

Une réduction de 10% de l'ingéré volontaire a par exemple pour conséquence de diminuer le gain de poids moyen quotidien des animaux de 5,4 g/jour sur l'ensemble de la période d'engraissement.**(Xiccato., 1999)**, retardant ainsi l'abattage des lapins de 5 jours. De plus, la restriction alimentaire réduit les teneurs en graisse et énergie de la viande de 2,1 points et de 0,73 MJ/kg, respectivement, ce

### Chapitre III : Effet de la restriction alimentaire sur les performances animales

sans modification significative des teneurs en protéines et matière minérale.(**Xiccato., 1999**). Plusieurs études montrent une réduction de la teneur en tissus adipeux de la carcasse.(**Parigi-Bini et al., 1974; Schlolaut et al., 1978; Perrier., 1998**) et du rendement carcasse.(**Scholaut et al., 1978; Ouhayoun et al., 1986; Cavani et al., 1991; Gidenne et al., 2009b**).

**Metzger et ses collaborateurs.(2009)** n'ont pas souligné de modification du rendement carcasse lors d'une restriction en énergie digestible par contre, ils constatent une baisse des poids des carcasses froides et de référence et une modulation de la répartition des muscles sur le squelette ainsi qu'un effet sur le pH ultime, la teneur en eau des muscles, les pertes à la cuisson et la coloration de la viande. Aussi, à la fin de la période de restriction, pour un poids identique aux animaux nourris à volonté, **Ledin. (1984)** a mis en évidence une teneur plus faible en matière grasse, plus élevée en protéine et identique en eau dans les tissus musculaires des animaux rationnés. Si les lapins rationnés reviennent à une alimentation ad libitum, en fin de période d'engraissement la teneur en matière grasse reste plus faible dans les muscles des animaux anciennement restreints, mais les teneurs en protéines et en eau évoluent : elles sont respectivement identiques et supérieures à celles des muscles des lapins témoins.

**Perrier.(1998)** ne décelait pas de modification de la répartition de la masse musculaire sur la carcasse des lapins restreints, de plus, une étude a montré que le niveau d'ingestion régule le dépôt lipidique musculaire sans changer la proportion des types de fibres présentes.(**Gondret et al., 2000**). Ainsi, l'application des stratégies de restriction alimentaire pour des raisons sanitaires influencera probablement certaines paramètres de qualité de la viande de lapin, tel qu'un plus faible état d'engraissement des carcasses, et un âge un peu plus avancé à l'abattage pour atteindre le poids commercial.

La longueur des divers segments intestinaux n'est pas modifiée par l'une ou l'autre des restrictions, hors le cas du caecum dont la longueur est accrue de 4,3% sous l'influence de la restriction temporelle. Par conséquent, la croissance normale en longueur de l'intestin, liée à l'âge des lapins, n'a pas été affectée par les restrictions en dépit de la moindre croissance corporelle.(**Lebas et Laplace., 1889**).

### Chapitre III : Effet de la restriction alimentaire sur les performances animales

Le poids de tissu frais du tube digestif total varie sous l'effet de la restriction par limitation d'accès à la mangeoire dans la même proportion que le poids du corps. Par contre, la restriction quantitative conduit à une hypertrophie relative du tube digestif dont le poids total est augmenté de 6,2 % par rapport au poids vif. Si l'on considère segment par segment les valeurs absolues des poids de tissu frais, on remarque globalement l'absence de toute influence des 2 modes de restriction pour l'estomac, l'intestin grêle et le caecum, et la diminution de 9 à 12 % des poids d'appendice et de côlon pour l'un ou l'autre des 2 modes de restriction (quantitative et limitation d'accès à la mangeoire) . Ces faits correspondent en moyenne, pour l'estomac, l'intestin grêle et le caecum à une hypertrophie relative (augmentation des poids de tissu en pourcentage du poids vif vide) de l'ordre de 5 p. 100 sous l'influence de la restriction temporelle et de 6 à 11 % sous l'influence de la restriction quantitative. Relativement au poids vif vide, les poids d'appendice et de côlon ne sont pas affectés par la restriction quantitative, leur réduction étant proportionnelle à celle du poids corporel, alors qu'ils sont réduits de 5 à 9 % sous l'influence de la restriction temporelle.(**Lebas et al., 1982**).

#### **III.9- sur le développement sanguin et hématocytaire**

Les caractéristiques sanguines des lapins sont utilisées pour le diagnostic clinique de maladies organiques, infectieuses et parasitaires, la détection des conditions de stress et l'évaluation de l'état métabolique des animaux.(**Archetti et al., 2008; Çetin et al., 2009**).

Les indices hématologiques et biochimique du sang sont influencés par plusieurs facteurs comme la race.(**Martinec et al., 2012**),le sexe.(**Çetin et al., 2009**), l'âge.(**Jeklova et al., 2009**), la variation diurne et saisonnière.(**Çetin et al., 2009**), l'état physiologique.(**Wells et al., 1999**) et la nutrition.(**Addass et al., 2012**).

Les constituants Hématologiques reflètent la réactivité physiologique de l'animal aux conditions intérieur et extérieur qui incluent l'alimentation.(**Etim et al., 2014**).

Après la fin de la restriction d'alimentation, lorsque les animaux sont nourris ad libitum, divers degrés de la croissance compensatoire peuvent être remarqués chez les lapins. Ces changements de croissance au cours de l'alimentation et la

### Chapitre III : Effet de la restriction alimentaire sur les performances animales

période de réalimentation suivante peuvent se manifester par des fonctions protéolytiques enzymatiques et les processus métaboliques dans l'organisme avec des changements des indices de sang biochimiques.(**Maxwell et al., 1990**).

Il y a un manque de données sur l'effet du régime alimentaire sur l'hématologie chez les lapins. Par exemple, **Tůmová et al.(2007)** ont déclaré que la plupart des indices d'hématologie chez les lapins n'ont pas été affectés par la restriction de l'alimentation, seul le nombre lymphocyte a été augmenté et le nombre de neutrophiles a été réduit dans le groupe restreint.

**Van Harten et Cardoso.(2010)** ont constaté que la concentration en glucose n'a pas été affectée par la restriction alimentaire chez le lapin néo-zélandais.

En revanche, **Rommers et al.(2004)** ont observé une faible concentration de glucose pendant la période de restriction chez le lapin.

**Selon Kersten et al.(1999)**, le jeûne diminue la lipogenèse des tissus adipeux et augmente le taux de lipolyse.

De même, **Van Harten et Cardoso.(2010)** ont détecté une concentration plus faible des acides gras non estérifié « AGNE » et triglycérides chez les lapins restreints. D'un autre côté **Rommers et al.(2004)** ont observé une concentration similaire des acides gras non estérifiés et de l'azote de l'urée plasmatique chez les lapins nourris ad libitum et restreints pendant le temps de la restriction alimentaire.

Cependant, dans la période suivante, ces auteurs ont détecté des concentrations plus élevées des « AGNE » ainsi que des lapins nourris à volonté.

Selon une étude faite par **Chodová.(2016)**, Les numérations des érythrocytes ont été affectées et diminuées significativement par la restriction alimentaire ( $P \leq 0,011$ ) des groupes restreints par rapport aux lapins nourris à volonté.

La variabilité du nombre d'érythrocytes de lapins restreints peut avoir été affectée par différentes méthodes de restriction. Les valeurs de comptage des érythrocytes suggèrent que les lapins restreints souffraient de l'érythropoïèse qui augmente dans une concentration inférieure d'érythrocytes.(**Tůmová et al., 2007**).

### Chapitre III : Effet de la restriction alimentaire sur les performances animales

Le régime alimentaire et l'âge sont des facteurs influençant la concentration d'hémoglobine .(Chodová., 2016). En revanche, Tůmová et al.(2007) n'ont pas trouvé d'effet d'une restriction alimentaire intensive sur la concentration sanguine de l'hémoglobine chez les lapins. La concentration d'hémoglobine peut être associée à la réduction des érythrocytes chez les lapins restreints.

Des numérations totales de leucocytes plus élevées peuvent être utilisées pour caractériser la malnutrition comme indiqué dans l'étude de Melillo.(2007). Tůmová et al. (2007) n'observaient pas de différences de numération des leucocytes entre les lapins nourris ad Libitum et les lapins restreints.

#### **III.10- aspect économique de la restriction alimentaire**

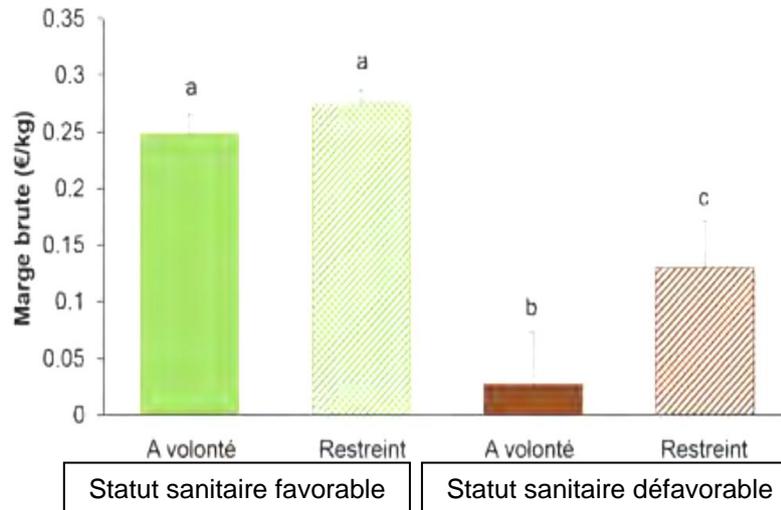
D'un point de vue économique, l'application des stratégies de restriction permettent d'augmenter la rentabilité via l'amélioration de l'état sanitaire (**figure 07**), et l'amélioration de l'IC. La réduction des problèmes sanitaires (mortalité et morbidité) avec une réduction, voire suppression, des apports médicamenteux, permet aussi de réduire les frais vétérinaires. De plus, la réduction de l'indice de consommation induit un coût alimentaire plus faible. Or, l'aliment constitue le poste principal de dépenses dans un élevage et représentait 53% du prix de vente d'un lapin en 2012.(Coutelet., 2012).

Ce dernier point revêt aujourd'hui une grande importance avec la hausse du prix des matières premières, et donc de l'aliment.(Coutelet., 2012).

**Martignon.(2010)** a ainsi estimé que la limitation de l'ingestion permettait d'améliorer la marge sur coût alimentaire d'environ 23 centimes d'euros par lapin sur la base économique de 2008. L'analyse intégrée de deux essais GEC (Groupe d'Expérimentation Cunicole).(Knudsen et al., 2014; Knudsen et al., 2015a) a permis d'estimer plus précisément les impacts économiques, pour une stratégie employant 4 semaines de restriction à 25% suivies d'une semaine de retour à volonté. Cette stratégie permet d'augmenter fortement la marge économique lorsque les conditions sanitaires sont défavorables (0,13 vs 0,03 €/kg), alors que dans des conditions sanitaires favorables, la marge, bien que numériquement plus élevée (0,27 vs 0,25 €/kg), est similaire avec ou sans restriction. Ces résultats confirment l'intérêt économique d'une stratégie de restriction dans des conditions

### Chapitre III : Effet de la restriction alimentaire sur les performances animales

sanitaires défavorables, alors qu'elle constitue une mesure préventive et économiquement non pénalisante dans des conditions sanitaires favorables. Pour cette estimation, les dépenses médicamenteuses n'ont pas été mesurées, le bénéfice de la limitation de l'ingestion est donc probablement sous-estimé, sachant que **Lebas.(2007)** estime la réduction des dépenses médicamenteuses à 15 centimes d'euros par IA (Insémination Artificielle). Le coût supplémentaire lié à la mise en place de la limitation de l'ingestion (temps de travail ou mise en place d'une chaîne d'alimentation automatique) reste également à évaluer.



**Figure 07:** Impact économique de la limitation de l'ingestion selon le statut sanitaire. **(Knudsen et al., 2015).**

#### **III.11- aspect écologique de la restriction alimentaire**

Dans un contexte de recherche de systèmes d'élevages durables, il a été montré que l'alimentation et les effluents sont les postes contribuant le plus aux impacts environnementaux. Or, la limitation de l'ingestion permet de réduire ces deux postes. **(Gidenne et al., 2011)**. Une analyse de cycle de vie a ainsi permis de montrer une réduction des impacts environnementaux (-11% de potentiel d'eutrophisation, -12% d'acidification et -10% d'occupation des surfaces agricoles notamment) avec les stratégies de limitation de l'ingestion liée principalement à l'amélioration de l'efficacité du système. **(Zened et al., 2013)**.

# **Matériels et méthodes**

### I. Objectifs

Les stratégies de restrictions alimentaires par limitation d'accès à la mangeoire permettent la préservation de la santé du lapin en croissance via une réduction de la mortalité et la morbidité en post-sevrage. De plus, ces stratégies permettent d'améliorer l'efficacité alimentaire des animaux. Aussi les stratégies de restriction alimentaire présentent un intérêt économique majeur et sont largement appliquées dans les élevages professionnels en Europe. Cependant, ces stratégies induisent également une diminution de la croissance et du rendement à l'abattage, ce qui peut constituer un manque à gagner non négligeable pour l'éleveur. Mais les mécanismes sous-jacents aux effets bénéfiques de la restriction alimentaire sur la santé et l'efficacité alimentaire ne sont pas connus.

Ces constats ont émané à deux objectifs :

- i) Optimiser les performances zootechniques des lapins soumis à une restriction alimentaire quantitative par limitation d'accès à la mangeoire.
- ii) Expliquer les mécanismes physiologiques sous-jacents de l'effet de la restriction alimentaire sur l'efficacité alimentaire.

### II. Matériels et méthodes

#### II.1. Matériel biologique

A partir de 1991, des lapins de population locale ont été mis en élevage dans la Station expérimentale de l'Institut Technique des Elevages (ITELV station de Baba-Ali) en vue de l'étude des performances zootechniques. Ses études ont permis de mesurer les paramètres liés à la reproduction et à l'engraissement.

Il s'agit de la population locale, reproduite à la station de Sidi bel abas et ramenée à Baba Ali pour la mise à la reproduction et l'expérimentation. Les femelles nullipares ou primipares sont mises à la reproduction pour notre étude.

Le matériel biologique présente une diversité morphologique (**Figure 8**) tant du point de vue format que couleur (albinos, noir, noir tacheté, marron, fauve, gris, gris tacheté).



**Figure 8:** Matériel biologique utilisé dans l'expérimentation.

## II.2. Matériels non biologie

### II.2.1- bâtiment d'élevage

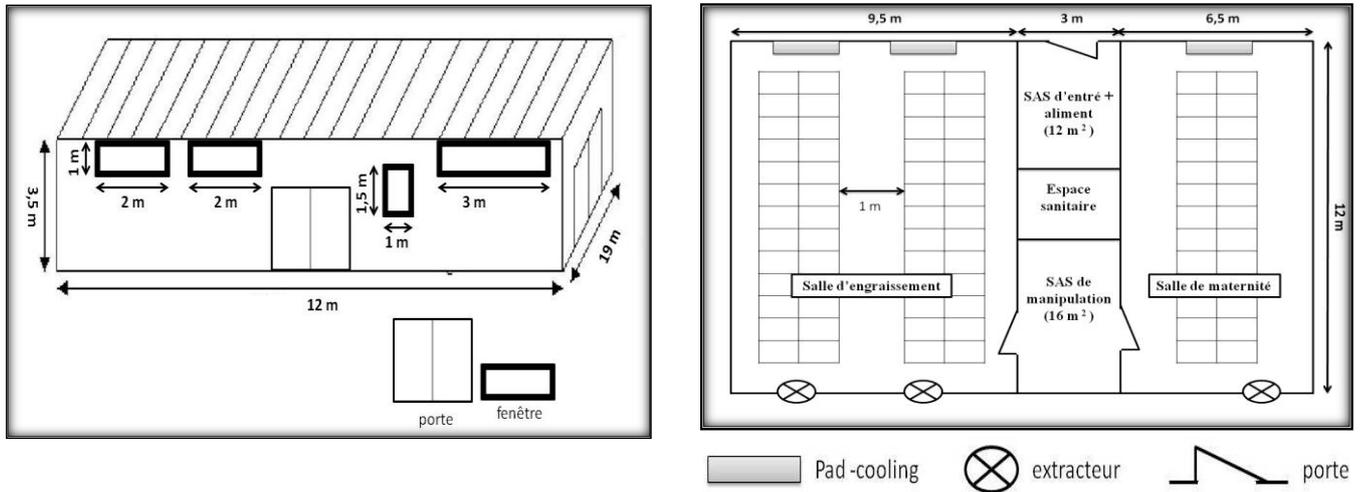
Dans le but de contrôler l'effet de la restriction alimentaire sur les performances animales d'engraissement, le travail est réalisé dans la station expérimentale de l'ITELV dans un clapier avec les caractères et les conditions suivantes :

Le bâtiment est situé dans un endroit très calme (**figure 10**), loin de toute activité intense, le lapin étant perturbé par le bruit. Le bâtiment conçu spécialement pour l'élevage du lapin, est constitué d'une ossature en charpente métallique, avec des murs en maçonnerie et comporte une toiture de type métallique, recouverte à l'intérieur d'un faux plafond en tôles pour éviter les déperditions de chaleur en hiver, et les températures trop élevées en été. La superficie totale du bâtiment est de 300 m<sup>2</sup> avec une hauteur sous plafond de 3,5m (**figure 9**). Il est composé d'une cellule destinée à :

- **la maternité:** d'une longueur de 6,5 m, contient 40 cages de type flat-deck regroupant les reproducteurs mâles et femelles.

- **l'engraissement:** sa longueur est de 9,5 m avec deux rangées des cages séparées par un couloir des services de 1m de largeur pour faciliter la manipulation. Chaque rangée contient 40 cages (62cm x 48cm x 40cm) dont le nombre total des cages d'engraissement est de 80 disposées en flat-deck (**figure 10, droite**) avec une densité de 4 à 6 lapereaux /cage maximum.

Les cellules sont séparées par un espace de 3m de largeur dans lequel une pédiluve est retrouvée, remplie de solution désinfectante, sert aussi au stockage des aliments. Le plan de clapier est présenté dans les schémas si dessus :



**Figure 9** : Plan du clapier ; l'extérieur (gauche), intérieur (droite).



**Figure 10**: Bâtiment d'élevage ; vue extérieure (gauche) vue intérieure (droite).

### II.2.2- Matériels de contrôle d'ambiance

**a- Le programme lumineux** : La luminosité est assurée et par la lumière naturelle (fenêtres) et par des lampes à 28 lux/m<sup>2</sup> dont le programme dans la salle d'engraissement est de 8h/16 h d'obscurité. Le contrôle de l'éclairage s'effectue manuellement en faisant actionner des interrupteurs.

**b- La température** : pour une température élevée, en hiver le chauffage est assuré par trois radiateurs alimentés par gaz butane (**figure 11**) et la température froide est assurée par refroidissement de l'air par humidification par un système des "pad-

cooling". Dans ce système, l'air traverse une plaque tôle constituée d'une multitude de nids d'abeilles sur lesquels coule de l'eau.

**c- La ventilation** : est de type dynamique par sortie de l'air. L'extraction est réalisée par des extracteurs électriques (**Figure 12**), dont deux sont installés sur un mur et un au niveau de chaque fosse à déjection.



**Figure 11:** Système de chauffage (radian).



**Figure 12:** Extracteurs électriques.

### II.2.3- Matériels d'élevage

Chaque cage est munie d'une mangeoire. Cette dernière est de type métallique avec un fond perforé pour laisser passer la poussière d'aliment (**Figure 13**), compartimentée et avec une capacité de 4 kg. La distribution est manuelle.

Tous les animaux disposent de l'eau à volonté. Le système d'abreuvement est automatique (**Figure 14**), chaque cage est munie d'abreuvoir type «*tétine*» monté sur un tuyau rigide installé au-dessus et à l'extrémité des cages. Le circuit de distribution de l'eau est relié à un bac équipé d'un flotteur et surélevé du sol. Ce bac se trouve à l'intérieur du local, il est relié à un réservoir en métal se trouvant aussi à l'intérieur du bâtiment (**Figure 15 et 16**).



Figure 13: Trémie d'alimentation.



Figure 14: Système d'abreuvement par tétine.



Figure 15: Réservoir principal d'eau.

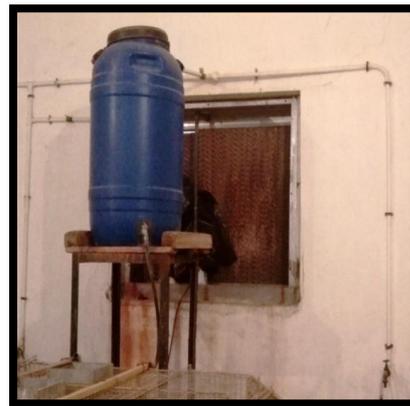


Figure 16: Système de distribution d'eau.

#### II.2.4- Hygiène et désinfection

Aucun plan de prophylaxie ni de programme de vaccination n'est mis en place pour la population locale. Un nettoyage régulier des fosses à déjection et des cages par brulage, vise à éliminer le maximum de poussières et tous les poils morts et un vide sanitaire est effectué une fois par an après chaque réforme.

#### II.2.5- Alimentation

L'aliment en granulés de type mixte est produit à l'unité de fabrication d'aliment des batails Ain Fezza-Telemcen. La formulation est présentée dans le **tableau 8**.

**Tableau 8:** Formulation de l'aliment de l'essai.

Composition	Luzerne	son de blé	maïs	tourteau de soja	huile de soja	calcium	phosphore monocalcique	sels	CMV
%	35	12	8	24	11	4	2	1	3

## II .3. Méthodes

### II .3.1- Conduite d'élevage

Dés sevrés, les lapereaux sont mis en place au niveau de la salle d'engraissement pour l'essai à l'âge de 32 à 35 j. l'identification des sujets par tatouage est effectué, ainsi que la pesée et le sexage puis installés dans des cages collectives jusqu'à l'abattage.

### II .3.2- Protocole expérimental

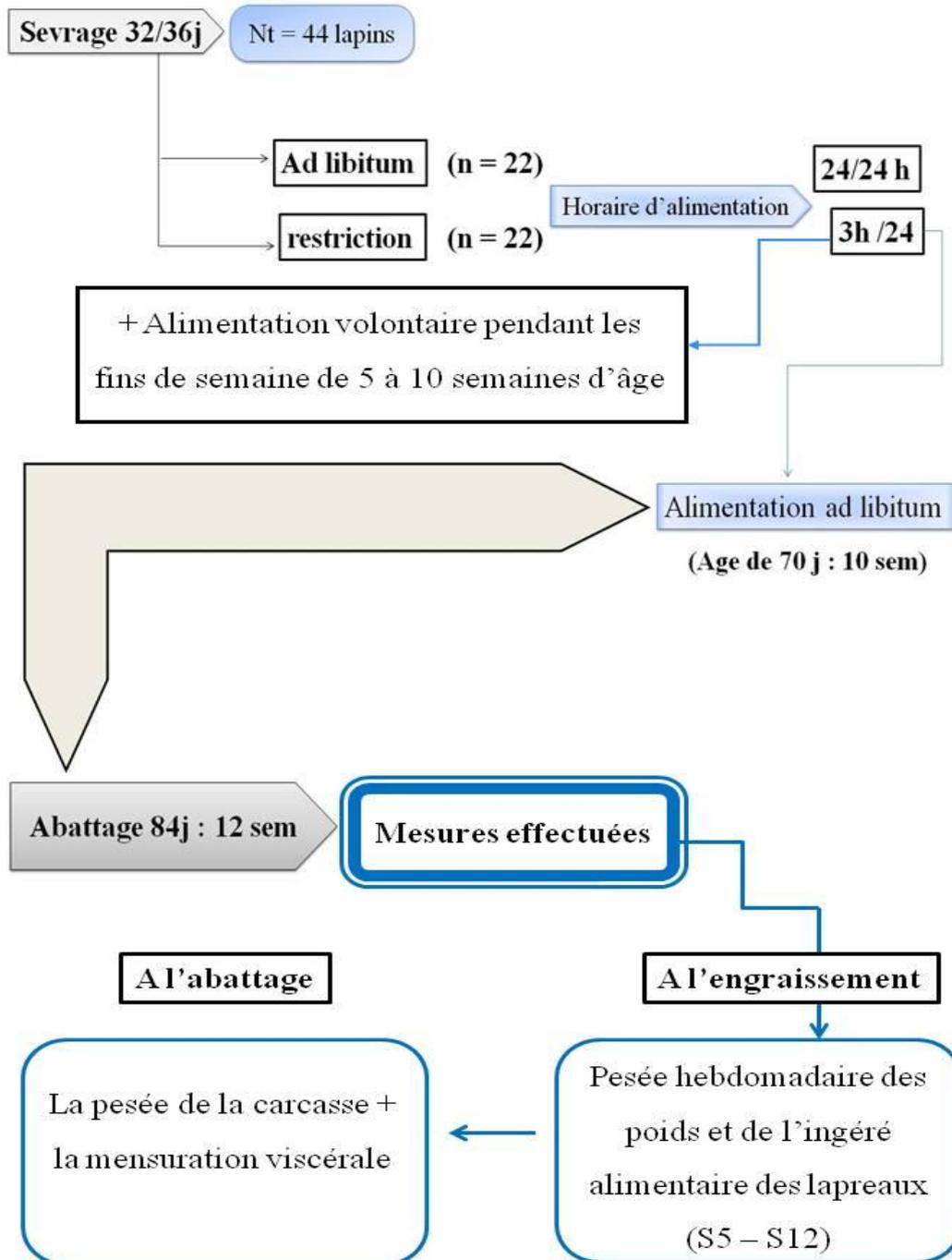


Figure 17: Protocole expérimental utilisé.

Les lapereaux sevrés sont mis en place dans des cages avec une densité de 4 sujets/cage. Les 44 petits sont divisés en 2 lots de 22 sujets disposés en 12 cages, le lot T est mis comme témoin dont l'alimentation est à volonté 24/24 h.

Le 2<sup>ème</sup> lot R est le lot restreint, la durée de l'accès à la mangeoire est limitée à 3h/j. Les horaires d'accès à la mangeoire sont fixées de 9 h à 12 h. Cependant, pour les fins de semaines (vendredi et samedi) l'alimentation est distribuée à volonté.

La durée totale de l'expérimentation est de 3 mois.

### II .3.3- Les mesures appliquées

- le développement de poids des animaux par pesée à l'aide d'une balance électrique.

- La quantité d'aliment destinée à la consommation des lapereaux lors de la distribution.

- le refus alimentaire des 2 lots « témoin et restreint ».

- les mortalités : l'enregistrement des mortalités se fait chaque jour avec l'examen des causes possibles du décès.

#### ➤ Analyse chimique de l'aliment de l'essai

La valeur nutritive de l'aliment est déterminée au niveau du laboratoire de zootechnie et le laboratoire des plantes médicinales et aromatiques au niveau du département d'agronomie - l'université Blida -1-.

Les méthodes d'analyses sont celles décrites par **l'INRA (1981)** : matière sèche (105°C ± 2°C durant 24 h), matière azotée totale (méthode KJELDAHL), matières minérales (1h30mn à 200°C ensuite 2h à 500°C), cellulose brute (méthode de WEENDE) et matière grasse (méthode d'extraction soxhlet).

Toutes les analyses sont faites en 02 répétitions, les résultats sont rapportés à la matière sèche en (%).

➤ **À l'abattage**

Les animaux ont été abattus par saignée à 84 j d'âge, le poids vif de chacun est mesuré sur le site de l'abattage, les caractéristiques de la carcasse sont déterminées selon la méthode de **blasco et al (1993)**.

La peau est enlevée en coupant au niveau de la 3ème vertèbre caudale et des épiphyses distales des radius-ulna et l'os du tibia.

**Les mesures appliquées à l'abattage sont les suivantes :**

- La pesée de la carcasse chaude et froide.
- la mensuration viscérale.

**II .3.4- Les paramètres étudiés**

**a- Les performances zootechniques à l'engraissement**

- **Le poids vif individuel (g)** Le poids hebdomadaire des animaux est mesuré à 35 j, 42 j, 49 j, 56 j, 63 j, 70 j, 77 j et 84 j.
- **Le gain moyen quotidien (g / j)**

La vitesse de croissance s'exprime par le gain moyen quotidien, calculé chaque semaine :

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

- **La quantité d'aliment ingérée (g / j /sujet)**

$Qi (g/s/j) = (\text{Quantité distribuée} - \text{Refus}) / \text{Le nombre d'individus présents.}$

- **L'indice de consommation (IC)**  $IC = Qi / GMQ.$
- **L'indice de conversion** C'est le rapport entre la quantité moyenne d'aliment ingéré et le gain de poids moyen réalisé dans une période donnée, il est calculé selon la formule suivante:

$ICv = \text{consommation alimentaire par sujet} / \text{gain de poids moyen par sujet.}$

- **Le taux de mortalité %**

TM (%) = (Nombre de sujets de départ – Nombre de sujets finaux) / numéro de départ.

**b- les performances à l'abattage**

- **Le rendement a l'abattage et caractéristiques de la carcasse**

Les critères de la carcasse étudiés sont représentés dans le **tableau (11)** conformément aux recommandations de **blasco et al.(1993)**.

**Tableau 9 : critères de la carcasse après l'abattage (blasco et al., 1993).**

<b>Abréviat ion</b>	<b>Critère</b>	<b>Définition</b>
<b>Peau</b>	Poids de la peau	Poids du la peau du corps sans celle du manchon.
<b>PCC</b>	Poids de la carcasse chaude	Le poids de la carcasse après 15 mn de l'abattage, elle comprend la tête, le foie, le cœur, les poumons, les reins, la trachée et les manchons sur les quels subsistent.
<b>PTDP</b>	Poids du tube digestif plein	Le poids de la totalité du tube digestif plein.
<b>PF</b>	Poids du foie	Le poids du foie sans la vésicule biliaire.
<b>PP</b>	Poids des poumons	Le poids des poumons sans voies respiratoire.
<b>PC</b>	Poids du cœur	Le poids du cœur.
<b>PR</b>	Poids des reins	Le poids des deux reins sans le gras péri-rénal.
<b>PRT</b>	Poids de la rate	Le poids de la rate sans ganglions.
<b>PGS</b>	Poids du gras pré scapulaire	Le poids du gras localisé entre les deux scapulaires.
<b>PGR</b>	Poids du gras péri-rénal	Le poids des dépôts de gras entourant les reins.

Les carcasses ensuite conservés au frais (à 4°C) pendant 24h pour être mesuré au froid avec le gras intra-scapulaire, le gras péri-rénal et les reins.

A partir des mesures précédentes, nous avons déterminé les rapports suivants :

**Tableau 10** : Rapports et pourcentages calculés pour l'étude de la composition corporelle.

<b>Abréviation</b>	<b>Définition</b>	<b>Rapport</b>
<b>RC</b>	Le rendement de carcasses	Poids de carcasse froide / poids vif *100.
<b>GPR et GS</b>	Gras péri-rénal et inter scapulaire	GPR / PCF*100. GS / PCF*100.
<b>PF/CF</b>	poids du foie sur la carcasse froide	Poids du foie / poids de la carcasse froide*100.
<b>Reins/CF</b>	Poids des reins sur la carcasse froide	Poids du rein / poids de la carcasse*100.
<b>PP/PV</b>	poids de la peau sur le poids vif	Poids de la peau / poids vif *100.
<b>TD/PV</b>	Poids de tube digestif sur me poids vif	Tube Digestif / Poids vif *100

- **La morphométrie**

Au cours de l'abattage, des mesures sont réalisées sur les différents segments du tube digestif : la longueur, le poids plein et vide de l'estomac, l'intestin grêle, le caecum, le colon proximal et le colon distal selon les délimitations rapportées par **Gallois.(2006)**.

### **II .3.5- Traitement des données**

Les différents résultats sont exprimés par la moyenne erreur  $\pm$  standard. Les données sont analysées par le modèle GLM par le logiciel SAS (2005) pour comparer les deux lots T et R (témoin et restreint). Les différences sont considérées significatives lorsque ( $P < 0.05$ ) et une tendance à ( $P < 0,1$ ).

# **Conclusion**

## Résultats et discussions

### 1- Analyses alimentaires

Les résultats des analyses de la composition chimique de l'aliment utilisé lors de l'essai sont présentés dans le **tableau 11**.

**Tableau 11:** Composition chimique d'aliment granulé en % de MS.

Composant	MS	CB	MAT	Mm	MO	MG
%	90,88	13,64	15,58	10,32	89,68	2.5
<b>Les normes alimentaires (Lebas 2006)</b>	89	14	16	6	94,00	3

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

Ces résultats sont relativement proches aux normes citées dans la bibliographie comme le montre le tableau 8 que ça soit la teneur en cellulose brute « CB », en matière azotée totale « MAT » ainsi qu'en matière organique totale « MO » et la matière grasse « MG ». Par contre, la matière minérale « MM » est largement supérieure à la norme.

La cellulose, par sa fraction indigestible, doit assurer un encombrement minimal du tube digestif, encombrement nécessaire au bon fonctionnement de ce dernier (Lebas.,1994). La carence en cellulose brute affecte la santé des lapins par l'apparition des troubles digestifs graves ; la carence des particules grossières dans l'alimentation provoquent un gonflement du caecum et fonctionne à son maximum. Ainsi, le contenu caecal s'appauvrit en éléments capables de nourrir les bactéries autochtones du caecum, ce qui développe des bactéries indésirables et peut provoquer des diarrhées avec un effet défavorable sur la croissance (chute de poids et l'augmentation de taux des mortalités pendant la période d'engraissement). **(Menigoz., 2011)**.

La matière azotée totale ainsi que sa composition (répartition des acides aminés) doivent fournir les éléments de construction ou de reconstruction de l'organisme des lapins. La réduction du taux protéiques dans la ration entraîne un ralentissement sensible de la croissance post sevrage.**(Ouhayoun et al. 1979)**.

Les lipides apportent de l'énergie et les acides gras essentiels. Les carences en matière grasse sont rares dues de la capacité de l'organisme à produire de l'énergie et les acides gras à partir des glucides par le microbiote caecal.(Gadoud., 1992).

Les minéraux et vitamines sont des éléments constitutifs, soit de certaines parties de l'animal (squelette), soit des enzymes qui permettent une certaine dépense d'énergie, de construire et de renouveler sans cesse les protéines de l'organisme. Dans notre cas, l'excès de la MM peut engendrer une mauvaise absorption des nutriments à cause de la cristallisation et la précipitation des minéraux ce qui provoque une chute importante de poids des lapins en croissance.(Fromont., 2011).

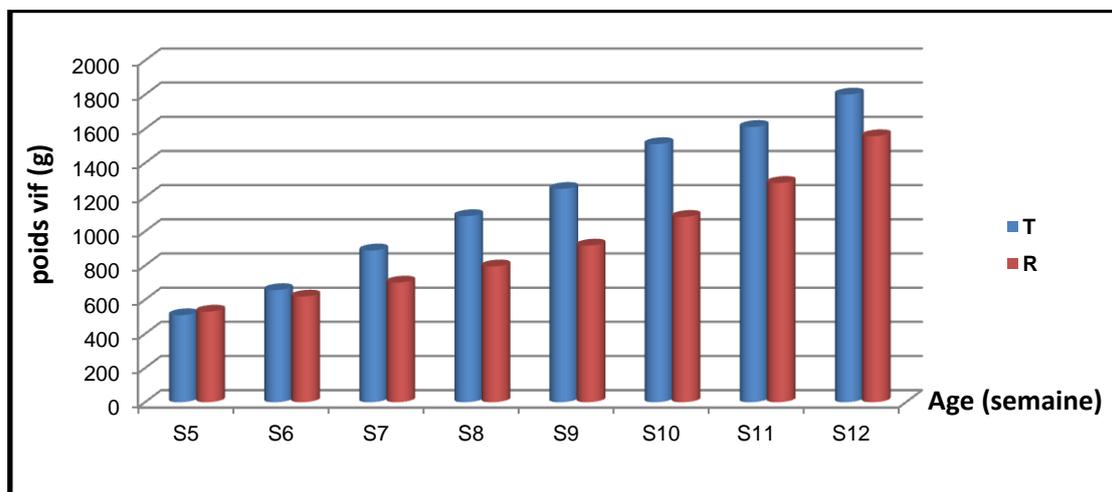
## 2- Les performances zootechniques à l'engraissement

### 2.1- Evolution de poids vif

L'évolution de poids vif des animaux obtenus à l'issue de chaque semaine de croissance sont mentionnées dans le **tableau 12** et **la figure 18** :

**Tableau 12:** Poids moyen des lapereaux (g) en fonction de l'âge.

Poids vif à	T	R	Valeur de p
S5	509.3± 30.50	530.5 ± 32.60	0.638
S6	656.4±37.60	618.5±40.18	0.496
S7	888.3±40.87	700.62±47.11	<b>0.005</b>
S8	1089.3±38.43	795.1±48.41	<b>&lt;.0001</b>
S9	1248.6±45.06	917.12±58.17	<b>0.0001</b>
S10	1510.7±65.46	1084.7±93.75	<b>0.002</b>
S11	1611.57±67.36	1283.7±96.47	<b>0.014</b>
S12	1800.9±83.66	1557.2±108.98	<b>0.099</b>
S5-S10	859,66±42,98	681,59±53,35	0,330
S10-S12	1626,29±72,16	1308,5±99,73	0,479
S5-S12	1058,02±51,11	785,12±65,71	0,254



**Figure 18** : Evolution du poids vif en fonction de l'âge (semaine).

Le développement pondéral est corrélé positivement avec l'âge dans notre essai. D'après les résultats, nous constatons que le poids des animaux durant la période de l'essai est divisé en 3 parties :

La première partie c'est le début de l'essai dont le développement de poids est similaire pour les deux lots T et R.

A partir de 7<sup>ème</sup> semaine on constate que le poids de lot T est significativement plus élevé ( $P < 0, 05$ ) par rapport au lot R.

Cette différence significative se rapproche à la diminution à la 12<sup>ème</sup> semaine pour obtenir respectivement pour les deux lots T et R un poids respectivement de 1800.9 et 1557.2g avec une tendance de signification de 0.099.

Ces résultats sont différents des résultats de **Romero et al.(2010b)** qui ont trouvé respectivement 1989 et 1888g pour une alimentation ad libitum de 6h/j , et les résultats de **Foubert et al.(2007)** qui ont obtenu à l'âge de 84j respectivement les résultats suivants : 2526g pour les sujets témoins et 2341g pour 6h/j, 2413g pour 8h/j et 2435g pour 10h/j d'ingestion volontaire des sujets expérimentale.

En comparant à nos résultats on peut constater que la réduction maximale à 3h/j nous permet de meilleurs rendement des poids finaux donc on peut éliminer chaque prolongement du temps proposé dans les études préalable.

Dans la période de la restriction alimentaire, la différence de poids entre les deux lots reste importante pour atteindre à la 10<sup>ème</sup> semaine 1510.7g pour le lot T et 1084.7g pour le lot R. L'effet de punition de la croissance pondérale lors de la

restriction va disparaître pendant la période de consommation à volonté grâce à une croissance compensatrice. Cependant, les taux d'évolution des poids des animaux du lot R restent inférieurs à ceux du lot T. Cet effet de la restriction est observé par **Gidene et al.(2009c)** et **Martignon et al.(2010)** qui ont constaté que la période d'ingestion a un effet négatif sur la croissance pondérale lors de la restriction.

Les résultats de **Tumova et al.(2002)**, **Matics et al.(2008)** montrent que l'intensité de la croissance compensatrice est liée au temps de la restriction et les périodes de l'accès à la mangeoire, cet effet est toujours observé lorsque les animaux sont nourris librement après une restriction. L'effet de la durée journalière de la restriction est approuvé par **Raach-Moujahed et al.(2017)** qui ont proposé une restriction temporelle de 13h/j ayant obtenu un poids final de 2286g vs 2304g pour le lot T. **Gidene et Lebas.(2006)** constatent que même après deux semaines d'ingestion AL, le poids vif des lapins préalablement restreints reste 5 à 10% inférieur à celui des témoins ce qui est observé dans notre essai.

L'impact de la restriction alimentaire avec une ingestion volontaire dans les fins de semaine nous donne des résultats favorables et proches à ceux du lot T avec une réduction de 30% de poids dans la totalité de la période de l'essai dont les poids finaux sont : 1800.9g, 1557.2g respectivement pour T et R. Par contre, dans une limitation d'ingestion temporelle et un jeûne intermittent à l'âge de 8 semaines (fin de restriction), **Lebas et Laplace.(1982)** ont obtenu une réduction de poids de 40% avec des poids de 2000g pour le lot T et 1900g pour le lot R. Dans notre essai, le protocole de restriction utilisé est très sévère que ce soit du point de vue temps d'accès à la mangeoire qui est de 3 h seulement, mais aussi la période de restriction qui s'est étalée jusqu'à 10 semaines d'âge avec une réduction de la période de compensation qui est de 2 semaines (S10-S12) comparée aux autres essais effectués concernant la restriction du moment d'accès à la mangeoire.

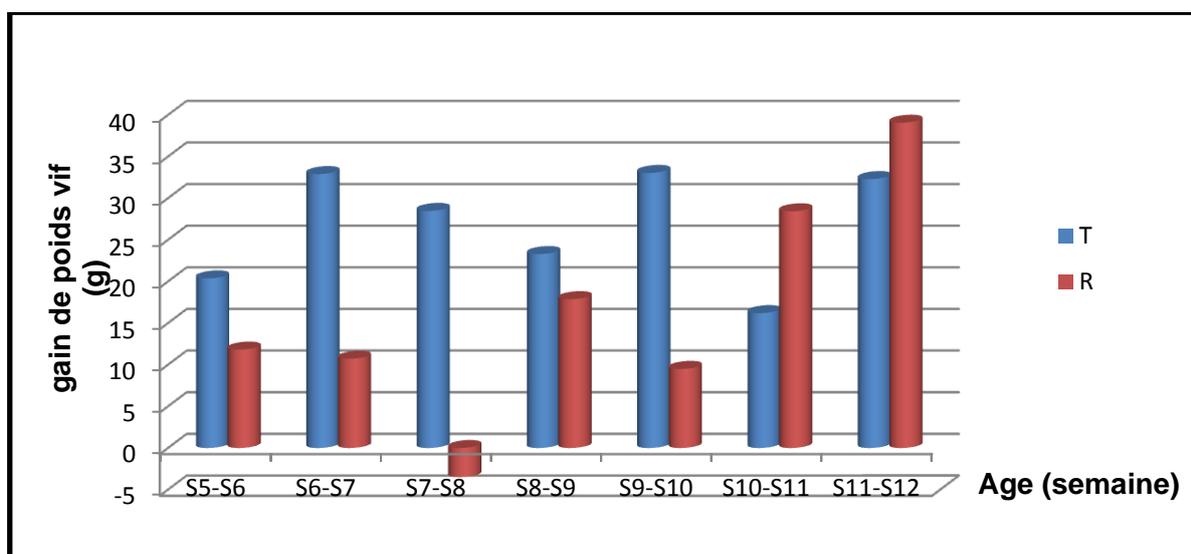
L'effet de l'environnement et la conduite d'élevage, ainsi que les taux de morbidité et les facteurs génétiques peuvent influencer d'une façon très importante les résultats obtenus.**(Knudsen., 2011)**. L'heure de la distribution alimentaire n'a pas une influence significative sur la croissance comparativement aux résultats de **Foubert et al.(2007)** qui ont appliqué une restriction temporelle nocturne et ont obtenu des poids à 70j de 2526g pour les sujets d'une ingestion volontaire et 2341g des sujets restreints.

## 2.2- la vitesse de croissance

L'évolution de gain moyen quotidien est représentée dans le **tableau 13** et illustrée dans la **figure 19**.

**Tableau 13** : Evolution du gain du poids quotidien (g/j).

GMQ des lapereaux à	T	R	Valeur de p
S5-S6	20.37±2.79	11.82±2.79	<b>0.036</b>
S6-S7	32.90±1.86	10.72±2.00	<b>&lt;.0001</b>
S7-S8	28.48±6.11	-3.50±6.57	<b>0.001</b>
S8-S9	23.29±3.65	17.88±4.47	0.356
S9-S10	33.04±4.30	9.50±6.33	<b>0.007</b>
S10-S11	16.20±5.61	28.43±8.26	0.237
S11-S12	32.30±6.41	39.07±8.68	0.539
S5- S10	20,92±3,74	9,28±4,43	<b>0,017</b>
S10-S12	15,29±6,11	25,66±8,50	0,744
S5-S12	22,10±4,39	16,27±5,60	0,202



**Figure 19** : Evolution du GMQ en fonction de l'âge.

L'évolution de la vitesse de croissance présente une allure de dents de scies. Ces infléchissements de la vitesse de croissance correspondent aux accidents de l'engraissement dans des mauvaises conditions d'élevage qui provoquent un stress, perte d'appétit et infections bactériennes et/ou virales.

Le gain de poids atteint le maximum entre la 11<sup>ème</sup> et la 12<sup>ème</sup> semaine pour le lot R avec une valeur de 39.07g. Par contre, le lot T qui rapporte sa valeur maximale entre la 9<sup>ème</sup> et 10<sup>ème</sup> semaines, avec une légère variation entre la 11<sup>ème</sup> et les 12<sup>ème</sup> semaines.

La différenciation du gain de poids pendant la période de l'essai est causé par les infections d'origine bactérienne qui menace le cheptel et provoquent une diminution de l'appétit et une chute de poids ainsi que des mortalités importantes à partir de la 7<sup>ème</sup> semaine de l'essai.

Ces résultats sont inférieurs à ceux de **Romero et al.(2010 et 2010 b)** qui est de 43g pour T et 40,1g lors de la fin de l'expérimentation et de 39,7g, 29,2g pour T et R respectivement pendant la période de la restriction.

Les résultats obtenus dans notre essai sont différents à ceux cités dans la bibliographie. **Gidene et al.(2012a)** désignent que le gain de poids augmente avec l'âge et se stabilise en période de fin d'engraissement.

Lors de la 8<sup>ème</sup> semaine, la régression du GMQ montre une importante perte de poids des animaux. Cela s'expliquerait par une infection inconnue causant la mortalité des animaux ainsi qu'une mauvaise conduite du clapier, comme exemple des pannes d'eau potable, ce qui est suivi par une diminution de la consommation alimentaire ainsi qu'une perte de poids et des mortalités.

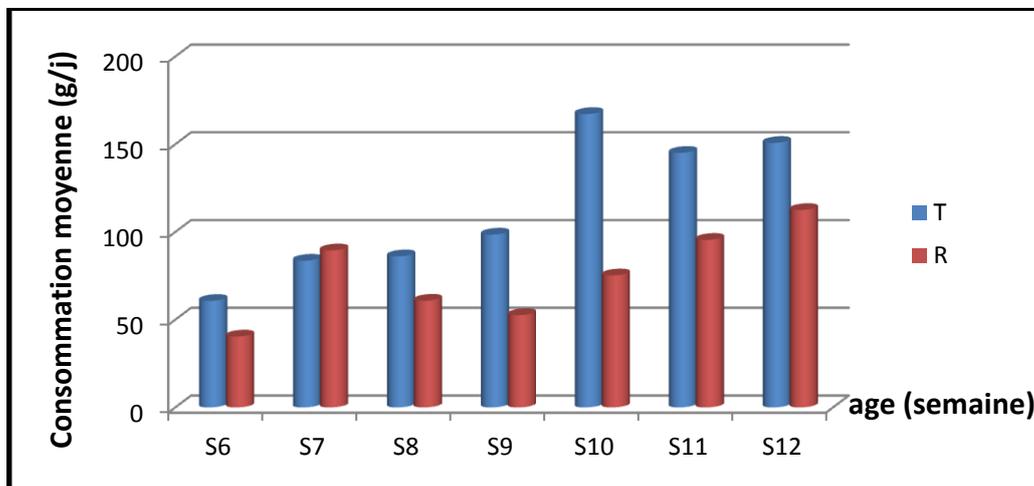
### 2.3- Evolution de la consommation quotidienne moyenne

L'évolution de l'ingéré moyenne lors de l'essai est indiquée dans le **tableau 14** et la **figure 20** :

**Tableau 14:** La consommation moyenne (g/j) par lapin.

Consommation moyenne (g)	T	R	Valeur de p
<b>S5-S6</b>	60.74±4.12	40.43± 4.12	<b>0.0012</b>
<b>S6-S7</b>	83.63±9.28	89.35±9.50	0.669
<b>S7-S8</b>	86.15±3.86	60.84±4.16	<b>&lt;.0001</b>
<b>S8-S9</b>	98.53±4.26	52.63±5.16	<b>&lt;.0001</b>
<b>S9-S10</b>	167.26±11.95	75.28±14.63	<b>&lt;.0001</b>
<b>S10-S11</b>	145.11±7.36	95.52±10.83	<b>0.0015</b>

<b>S11-S12</b>	150.78±3.71	112.57±5.46	<b>&lt;.0001</b>
<b>S6 - S10</b>	84,4±18,82	53,28±10,77	<b>0,012</b>
<b>S10 - S12</b>	142,02±26,54	91,81±18,80	<b>0,021</b>
<b>S5-S12</b>	113,21±39,48	72,55±26,24	0,361



**Figure 20:** Evolution de la consommation moyenne quotidienne en fonction de l'âge.

La bibliographie montre que la variation par une augmentation de l'ingéré alimentaire en général en fonction de l'âge qui est expliqué par l'augmentation des besoins nutritionnels et la capacité d'ingestion des animaux même dans le cas d'une restriction temporelle. Mais dans notre essai, nous remarquons qu'il ya une perturbation de la consommation pour les deux lots ce qui est parallèle à la période des mortalités importantes des animaux remarquées à partir de la 8<sup>ème</sup> semaine.

Pendant la période de restriction, une différence significative est remarquée entre les deux lots avec une consommation moyenne qui est de 167.26g vs 75.28g pour les animaux restreints.

La consommation des animaux du lot R reste significativement inférieure à celle du lot T, même lors de la période de la consommation volontaire. Cette constatation indiquerait une meilleure amélioration de l'indice de consommation des animaux du lot R par rapport à ceux du lot T.

Après une période de restriction et contrairement à ce qui était attendu, un comportement de boulimie chez le jeune lapin n'est pas observé. Ceci pourrait s'expliquer par la faible capacité stomacale à stocker de l'aliment, et qui conduit le

lapin à pratiquer de nombreux repas quotidiens. Cette pratique est aussi remarquée par.(Gidenne et Lebas., 2006).

Le refus alimentaire du lot R est toujours supérieur à celui du T même dans la période d'ingestion volontaire. Cela donnerait un effet favorable sur le comportement animal et diminuerait les taux de la compétions et l'agressivité des animaux par cage.

#### 2.4- l'indice de consommation

Le tableau 15 et la figure 21 illustrent les variations de l'indice de consommation dans la période expérimentale

Tableau 15: Indice de consommation en fonction de l'âge (semaine).

Indice de consommation	T	R	Valeur de p
S6	3,20±1,37	2,85±0,88	0,433
S7	2,75±0,94	3,21±0,51	0,271
S8	3,42±1,55	3,29±1,98	0,892
S9	2,76±2,42	2,35±2,93	0,506
S10	4,77±1,26	4,88±2,43	0,808
S11	3,31±3,48	3,28±1,24	0,844
S12	4,39±2,20	3,39±1,76	0,277
S6 - S10	3,38±0,83	3,32±0,95	0,594
S10 - S12	4,15±0,76	3,85±0,89	<b>0,001</b>
totale	3,51±0,78	3,32±0,77	0,956

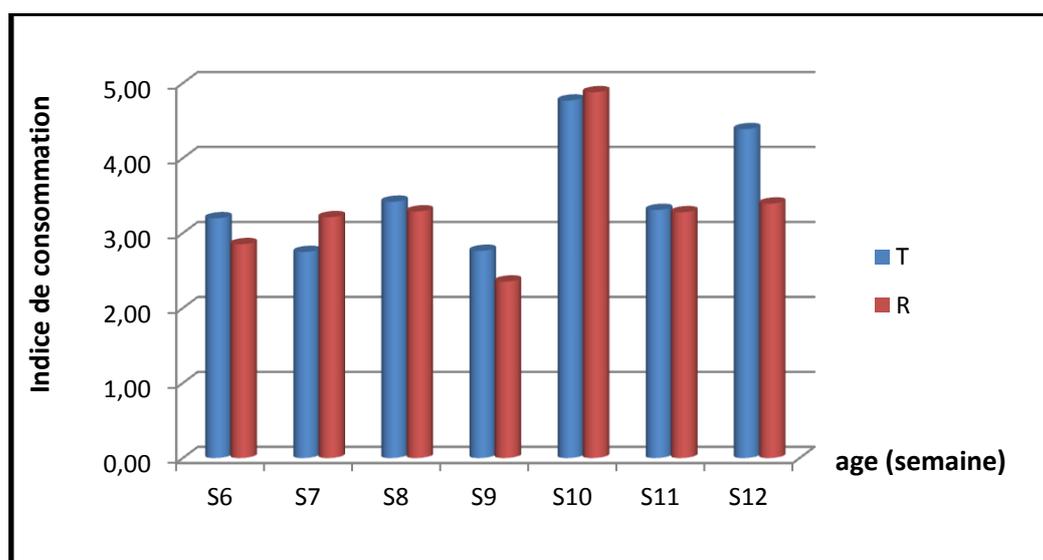


Figure 21 : Evolution de l'IC en fonction de l'âge.

L'indice de la consommation montre la relation entre la consommation quotidienne et le développement du GMQ.

Nos résultats répondent aux normes d'élevage avec un indice de consommation de 4 au cours de la période post-sevrage. (**Lebas et al., 1996**). Ces auteurs énoncent qu'un indice de 4 est considéré comme bon pour les races de boucherie (format moyen).

Dans notre essai, la période d'ingestion volontaire vient tardivement à la 10<sup>ème</sup> semaine d'âge par rapport aux autres protocoles de la restriction temporelle cités dans la bibliographie. Cela pourrait éventuellement retarder la croissance compensatrice des animaux. Malgré cette prolongation, nos résultats ne montrent aucune signification ni des poids vifs ni du GMQ à la fin de la période d'engraissement entre les lots T et R. en revanche, une différence très significative est retrouvée dans l'ingéré alimentaire avec un indice de consommation du lot R qui diminue d'une façon importante par rapport au lot T. cela nous indique que le prolongement de la durée totale de la restriction a un effet favorable et non négligeable dans l'amélioration de l'indice de consommation (IC= 3,39 pour R à 12 semaine) en comparant par les résultats de **Raach-Moujahed et al.(2017)** qui ont suivi une restriction de 13h/j et une alimentation volontaire à l'âge de 65j ayant obtenu un indice de consommation égale à 3.40 à 84j, les résultats de **Gidenne et al.(2009c)** qui ont suivi le même protocole de restriction (13h/j) et une ingestion volontaire à partir de 64j ayant obtenu un IC = 2,85 , ainsi que les résultats de **Martignon et al.(2010)** a une limitation d'ingestion quantitative à 75% et ingestion volontaire à partir de 53j avec des résultats (IC = 2,10) inférieurs aux nôtres.

### 2.5- L'indice de conversion

Par définition, l'indice de conversion est un paramètre technico-économique et considéré comme un caractère important dans la production de viande cunicole en général et l'étude de l'effet de la restriction alimentaire en période d'engraissement en particulier.

Nos résultats de l'indice de conversion sont représentés dans le **tableau 16**.

**Tableau 16** : Résultats de l'indice de conversion lors de la période d'engraissement.

Lot	T	R	Valeur de p
ICv	1,66±0,38	1,22±0,94	<b>0,043</b>

Les résultats de l'indice de conversion de l'ingéré alimentaire dans la période totale d'engraissement montre qu'il ya un important effet de la restriction sur le rendement total des performances animales avec une probabilité significative de 0,043.

Le lot R semble présenter une efficacité alimentaire supérieure au lot T étant donné qu'il a un indice de conversion le plus faible. Cet effet positif du rationnement sur l'efficacité alimentaire des lapins, avait été observé antérieurement par **Jérôme et al.(1998)** ; **Gidenne et al.(2003)**; **Gidenne.(2009c)**. Nos résultats montrent l'effet de l'amélioration que joue la restriction pour diminuer la consommation et augmenter le gain de poids total et hebdomadaire, surtout en période d'alimentation *ad libitum* grâce à l'interaction entre la croissance compensatrice qui augmente le gain quotidien et la faible capacité d'ingestion et l'optimisation d'utilisation des nutriment alimentaire souligné par **Gidenne et Lebas.(2006)** chez les sujets restreints.

## 2.6- Taux de mortalité

La mortalité est l'une des causes les plus importantes des pertes économiques dans l'élevage cynicole. Ces mortalités sont dues à divers facteurs comme la mauvaise alimentation (quantité et/ou qualité) causant des troubles digestifs, causes infectieuses, manque d'hygiène ou par contamination par contact avec des sujets infectés.

Dans notre essai, le pourcentage des mortalités est très important (70.45%). Cela est dû probablement à une épidémie inconnue, à cause non définie par les autorités vétérinaires de l'ITELV, sachant que le taux de mortalités du cheptel total a atteint près de 85% et a touché tous les clapiers de cet établissement y compris le clapier où a été effectuée notre expérimentation.

Le taux de mortalité ne devrait pas être pris en considération dans notre cas puisque ce dernier n'est pas provoqué par le protocole mis en place (nous ne pouvons savoir si la restriction temporelle ou la distribution volontaire ont provoqué ce taux élevé des mortalités).

### 3- Performances à l'abattage

#### 3.1- Rendement a l' abattage et caractéristiques de la carcasse

Les tableaux 17 et 18 présentent les résultats de rendement et la caractérisation de la carcasse à l'abattage.

**Tableau 17** : Rendement à l'abattage et caractéristiques de la carcasse.

Paramètre	T	R	Valeur de p
PV	1707.1±84.72	1664.5±127.09	0.785
PCC	1102.7±53.01	1021.0±79.52	0.411
PP	160.37±10.04	148.01±1506	0.509
PF	79.40±8.58	92.92±12.87	0.401
PPOUM	11.16±0.85	10.57±1.28	0.707
PC	6.48±0.32	6.51±0.48	0.956
PR	15.03±1.20	15.63±1.80	0.786
PRa	0.92±0.08	1.11±0.12	0.217
PTDP	288.00±23.22	325.27±34.82	0.392
PCF	1034.77±54.10	964.5±81.15	0.486
PGPSC	8.00±1.05	8.84±1.57	0.666
PGPR	27.17±1.83	13.67±2.75	<b>0.002</b>

L'analyse statistique n'a révélé aucune différence significative ni sur les poids vifs moyens (1707.1g pour T vs. 1664.5g pour R), ni sur les composantes du rendement à l'abattage. **Lebas et Laplace.(1982)** retrouvent des poids vifs supérieurs (1967g vs. 1889g) mais sur des races européennes.

La restriction alimentaire n'a induit aucune différence significative ni sur le poids de la peau, ni les poumons, ni le cœur, ni les reins, ni la rate, ni tube digestif, ni le gras pré scapulaire.

Les résultats obtenus lors de notre essai restent toujours inférieurs aux résultats de **Lebas et Laplace.(1982)**, cette variation est provoquée par des facteurs purement génétiques directs ou maternels.

Le poids du tube digestif plein des lapins du lot R (325.27g) est plus élevé que celui des lapins du lot T (288 g). La proportion du tube digestif est liée, chez la population locale, selon **Berchiche et Lebas.(1990)**, à la quantité de fibres fournies par l'aliment ainsi que les variables quantités ingérées juste avant l'abattage. **Parigi-Bini et al.(1994)** signalent que l'importance relative du poids du tube digestif augmente avec le taux cellulosique de la ration. On peut noter que le poids du lot R est légèrement supérieur comparativement à celui obtenu par **Lebas et Laplace.(1982)** qui est de 322 g.

Le poids de la carcasse froide est de 1034.77g pour le lot T et 964.5g pour le lot R. La restriction temporelle tend à pénaliser le rendement de carcasse de 6.69 % mais il reste non significatif ( $p > 0.05$ ). Nos résultats sont plus inférieurs que ceux enregistrés par **Lebas et Laplace.(1982)** soit 1081 pour T et 992 pour R.

Selon **Lebas.(1984)**, le gras péri-rénal est un bon indicateur de l'état d'engraissement de la carcasse. Nos résultats montrent que le poids du gras péri-rénal des animaux du lot R est significativement inférieur à ceux du lot T (27.17 vs. 13.67. Respectivement pour les lots T et R). Cela s'explique par la limitation de la durée d'ingestion des animaux qui induit une diminution de l'ingéré alimentaire, ce qui a conduit à une diminution du dépôt du gras au niveau abdominal, spécialement autour de reins, tant en valeur absolue (par sujet) qu'en valeur relative (moyenne des sujets).

Le **tableau 18** montre les différents pourcentages des organes par rapport au rendement de la carcasse.

Les proportions de la peau par rapport au poids vif sont respectivement de 9,49 % et 8,88 % pour les lots T et R. Le poids de la peau des animaux de l'essai est inférieur au poids retrouvés par **Lebas et Laplace.(1982)** qui est de 14.7 %.

Tableau 18: Rapport et pourcentage de la caractérisation de la carcasse.

Paramètre	T	R	Valeur de p
RC	68,07±3,51	65,70±2,81	0,263
PF/PCF	6,79±1,34	8,29±2,20	0,151
R/PCF	1,29±0,34	1,41±0,19	0,547
PP/PV	9,49±1,81	8,87±0,78	0,537
TDP/PV	16,68±3,56	19,88±2,72	0,141

L'accès d'ingestion limité n'a pas eu d'effet significatif sur le rendement de la carcasse froide et le poids de la carcasse chaude car cela dépend du poids vif et l'effet négligeable des abats et le tube digestif avant l'abattage.

### 3.2- La morphométrie

Les résultats relatifs des organes du tube digestif figurent dans le tableau 19 :

Tableau 19 : Caractéristiques des segments digestifs des lapins à 12 semaines d'âge.

Paramètre	T	R	Valeur de p
ESP (g)	75.31±9.26	90.62±13.90	0.379
ESC (cm)	20.66±0.84	21.17±1.26	0.739
ESV (g)	17.75±0.77	19.10±1.15	0.351
IGP (g)	52.48±4.35	59.94±6.53	0.362
IGL (cm)	275±0.10	300±0.15	0.186
IGV (g)	37.69±2.57	41.43±3.85	0.436
CUMP (g)	98.87±8.74	116.70±13.11	0.282
CUML (cm)	43.55±1.55	44.75±2.32	0.677
CUMV (g)	24.26±1.46	29.02±2.20	<b>0.099</b>
COLPP (g)	24.26±4.33	23.76±6.49	0.950
COLPL (cm)	31.82±1.20	35.75±1.80	<b>0.097</b>

<b>COLPV (g)</b>	10.54±0.62	11.70±0.93	0.319
<b>COLDP (g)</b>	14.91±1.28	15.26±1.91	0.882
<b>COLDL (cm)</b>	60.67±3.21	67.00±4.81	0.297
<b>COLDV (g)</b>	7.72±0.39	8.35±0.59	0.390

Selon **Lebas et Laplace.(1982)**, la longueur des divers segments intestinaux n'est pas modifiée par l'une ou l'autre des restrictions que ce soit la restriction quantitative ou le temps d'accès à la mangeoire. Hors, la longueur du caecum est accrue et augmente de 4.3% sous l'influence de la restriction temporelle. Notre étude ne montre aucune variation importante pour les longueurs des organes du tube digestif sauf pour le colon proximal qui montre une tendance ( $p=0.097$ ), respectivement de 31.82g pour le lot T et 35.75g pour le lot R (**tableau 19**). Nos valeurs sont considérablement inférieures par rapports à celles mentionnées par **Lebas et Laplace.(1982)** qui ont relaté les résultats comme suit : poids de l'estomac plein (90g vs. 130g), poids de l'intestin grêle (55.5g vs. 54.2g) et poids de caecum (106g vs. 122g) pour les lots T et R respectivement.

Ces différences entre les résultats des deux lots sont expliquées par l'influence de la restriction temporelle de l'ordre de 5 % selon **Lebas et Laplace.(1982)**, avec une hypertrophie relative entre le poids des tissus en pourcentage et le poids de carcasse chaude.

## **Conclusion**

Les résultats obtenus au cours de ce travail ont permis d'améliorer nos connaissances des effets de la restriction alimentaire par limitation d'accès à la mangeoire sur quelques paramètres de la physiologie du lapereau. C'est le premier travail, à notre connaissance, sur ce type de restriction alimentaire chez les lapins de population locale. Ainsi, nous avons pu analyser plusieurs hypothèses concernant l'influence de cette stratégie d'alimentation sur les mécanismes de digestion et de préservation vis à vis des troubles digestifs post-sevrages.

Le premier objectif de notre travail était d'optimiser les performances zootechniques des lapins locaux soumis à une restriction alimentaire temporelle de 3h/j sans pénaliser les performances animales d'engraissement.

L'analyse de l'ensemble des paramètres zootechnique nous permet de tirer les conclusions suivantes :

- la réduction maximale à 3h/j permettant un rendement des poids finaux similaires à celui des animaux soumis à une ingestion volontaire prolongée.
- la sévérité du protocole de restriction utilisé, que ce soit du point de vue temps d'accès à la mangeoire qui est de 3 h seulement, mais aussi la période de restriction qui s'est étalée jusqu'à 10 semaines d'âge avec une réduction de la période de compensation qui est de 2 semaines (S10-S12), nous donne de meilleurs résultats comparés aux autres essais effectués sur d'autres races améliorées ayant subi des restrictions moins sévères concernant la restriction du moment d'accès à la mangeoire.
- ainsi qu'on a confirmé que la stratégie de la restriction alimentaire par limitation de l'accès à la mangeoire permet d'améliorer l'efficacité alimentaire au maximum, avec une moindre consommation possible et un dépôt graisseux moindre, ce qui permet un meilleur rendement économique mais aussi social concernant la santé du consommateur.

Ces résultats préliminaires de la restriction alimentaire chez le lapin local conduisent à proposer des recommandations alimentaires plus précises en termes d'alimentation, en vue d'optimiser la croissance après le sevrage, l'amélioration de l'état sanitaire ainsi que le gain économique des élevages cunicole, sachant que l'alimentation dans nos élevages reste encore le problème primordial à gérer.

En effet, la période critique pour les troubles digestifs se situe dans les deux premières semaines post-sevrage. Il serait donc envisageable d'appliquer une stratégie de restriction alimentaire sur cette période uniquement, avec un retour à une distribution à volonté plus prolongée afin de favoriser la croissance et le rendement à l'abattage et probablement, une compensation meilleure et plus rapide.

### A

Abdel-Azeem A., Darwish A., Omar E., 2007. Body weight and carcass traits in four pure breeds of rabbits and their crosses under Egyptian environmental conditions. The 5<sup>th</sup> Inter. Con. on Rabbit Prod. in Hot Clim., Hurghada, Egypt, 67- 80.

Addass PA., David DI., Edward A., Zira KE., Midak A., 2012. Effect of age, sex and management system on some haematological parameters of intensively and semi-intensively kept chicken in Mubi, Adamawa State, Nigeria. Iranian Journal of Applied Animal Science, 2, 277- 282.

Afifi E.A, Khalil K.H., 1992. Crossbreeding experiments of rabbits in Egypt: Synthesis of results and overview. Option Mediterranean Serie seminaire N° 17, 35 - 52.

André S., 2015. Lapin : une restriction alimentaire salubre après le sevrage, <http://www.phase.inra.fr>.

Archetti I., Titterelli C., Cerioli M., Brivio R., Grilli G., Lavazza A., 2008. Serum chemistry and haematology values in commercial rabbits: Preliminary data from industrial farms in northern Italy. Proceedings of 9<sup>th</sup> World Rabbit Congress, Verona, Italy, 1147-1152.

### B

Barone R., 2010. anatomie compare des mammifères domestiques. Tome 7., neurologie 2. 5ème edition:155.

Barton, M. D. 2000. Antibiotic use in animal feed and its impact on human health. Nutrition Research Reviews 13: 279-299.

Belhadi S., Boukir M., Amriou L. 2002. Non genetic factors affecting rabbit reproduction in Algeria. World Rabbit Sci, 10, 103 -109.

Belhadi S., Baselga M., 2003. Effets non génétiques sur les caractères de croissance d'une lignée de lapins. 10èmes Journées de La Recherche Cunicole, 19 -20 nov. 2003, Paris, 157- 160.

## Références bibliographiques

Ben Rayana A., Lengliz S., Hmida M., Bergaoui R., 2009. Effets de la restriction hydrique et de la restriction alimentaire sur les performances zootechniques des lapereaux en croissance. 5emes Journees de la Recherche Cunicole, 17-18 novembre 2009, Le Mans, France.

Bergaoui R., Kammoun M et Ouerdiane K ., 2008. Effects of feed restriction on the performance and carcass of growing rabbits. Proceedings of the 9<sup>th</sup> World Rabbit Congress, Verona - Italy, WRSA Edition.

Bignon L., Bourin M., Galliot P., Souchet C., Travel A., 2013. Impact du nombre de lapereaux laisses au nid sur la carrière des femelles et les performances des jeunes. 12èmes Journées de La Recherche Cunicole, Le Mans 19-20 Nov., 101-104.

Blasco A., 1992. Croissance, carcasse et viande du lapin. Séminaire sur les systèmes de production de viande de lapin. Valencia , 14 - 25.

Boisot, P., Licois, D., Gidenne, T., 2003. Une restriction alimentaire réduit l'impact sanitaire d'une reproduction expérimentale de l'entéropathie épizootique (EEL) chez le lapin en croissance. In: Proceedings "10èmes Journées de la Recherche Cunicole", Paris, France, 267- 370.

Boisot P., Duperray J., Dugenétais X., Guyonvarch A., 2004. Interest of hydric restriction times of 2 and 3 h per day to induce feed restriction in growing rabbits. 8<sup>th</sup> World Rabbit Congr., Becerril C., Pro A. (Eds). Mexico, 759 -764.

Boisot P., Duperray J., Guyonvarch A., 2005. Intérêt d'une restriction hydrique en comparaison au rationnement alimentaire en bonnes conditions sanitaires et lors d'une reproduction expérimentale de l'Entéropathie Epizootique du Lapin (EEL). 11èmes Journ. Rech. Cunicoles, 29-30 novembre, Paris, France, 133 -136.

Boisot P., J.Duperray et Guyonvarch ., 2005. Interest of hydric restriction compared to feed restriction in good sanitary conditions and during an experimental reproduction of epizootic enteropathy syndrome(ERE) in growing rabbits Proceedings of the 11<sup>th</sup> French Rabbit Days, Nov 29 - 30, Paris, France., 1-186.

## Références bibliographiques

Bolet G., 1998. Problèmes liés à l'accroissement de la productivité chez la lapine reproductrice. INRA Production Animales. 11<sup>èmes</sup> de production de viande de lapin ». Valencia., 235 - 238.

Boussarie D., 1999. Affections bucco-dentaires chez les rongeurs et lagomorphes de compagnie. Point Vétérinaire, 30, 593 - 596.

Bovera F., Piccolo G., D'urso S., Nizza A., Cutrignelli M., 2008. Feed restriction during summer: effect on rabbit carcass traits and meat quality. 9<sup>th</sup> World Rabbit Congress, Verona, Italy., 1325 -1330.

Bruneton J., 1993. Pharmacognosie. Technique et documentation-Lavoisier, Paris, 278.

Brun JM., Ouhayoun J., 1994. Qualités bouchères de lapereaux issus d'un croisement dialléle de 3 souches : interaction du type génétique et de la taille de portée d'origine. Ann. Zootech.1994., 43, 173 -183.

### C

Carles and prud'hon., 1980. Feeding behaviours rabbit.

Cavani, C., L. Bianconi et G. F. Urrai., 1991. Distribuzione automatizzata e frazionata degli alimenti nel coniglio in accrescimento: 1. Influenza della modalità di distribuzione e del livello alimentare. Proceedings IXCongresso ASPA, Rome, Italy.

Çetin N., Bekyürek T., Çetin T., 2009. Effects of sex, pregnancy and season on some haematological and biochemical blood values in Angora rabbits. Scand J Lab Anim Sci., 36, 155 -162.

Chodová., Tůmová., Härtlová., Fučíková., Volek., Vlčková., 2016. Changes of haematological and biochemical indices with age in rabbits with ad libitum and limited feed intake. Department of Animal Husbandry Czech University of Life Sciences Prague. ACTA VET. BRNO, 86, 29 - 35.

Chericato G.M., Rizzi c., Rostellato V., 1993. Effect of genotype and environmental temperature on the performance of the young meat rabbit. *World Rabbit Science* 1(3), 119 - 125.

Cizek L J., 1961. Relationship between food and water ingestion in the rabbit, *Am .J. Physiol*, 201: 557- 566.

Coureaud G., Fortun-Lamothe L., Rödel H G., Monclus R. et Schall B., 2008. Le lapereau en développement : données comportementales, alimentaires et sensorielles sur la période naissance-sevrage. *INRA Productions Animales*, 21(3), 231- 238.

Coutelet., 2012. Gestion technico-économique des éleveurs de lapin de chair - RENACEB (Réseau National Cunicole d'Élevage en Bandes) et RENALAP (Réseau National Lapin) - résultats 2012. ITAVI (Institut Technique de l'Aviculture).

### D

Dal Bosco A., Rebollar P G., Boiti C., Zerani M., Castellini C., 2011. Ovulation induction in rabbit does: Current knowledge and perspectives. *Animal Reproduction Science*, 129, 106 -117.

De Rochambeau H., 1989. La génétique du lapin producteur de viande. *INRA Prod. Anim.*, 1989 (2) 4, 287- 295.

De Rochambeau H., Fuente L.F. De La, Rouvier R. et Ouhayoun J., 1989. Selection sur la vitesse de croissance post-sevrage chez le lapin. *Génét. Sél. Evol.*, 21, 527- 546.

Djago A., Kpodekon M., Lebas F., 2007. Méthodes et techniques d'élevage du lapin. Élevage en milieu tropical. [Cuniculture.info](http://www.cuniculture.info)  
<http://www.cuniculture.info/Docs/Elevage/Tropic-01.htm>.

Djago A., Kpodekon M. et Lebas F., 2007. Le guide pratique de l'éleveur de lapins en Afrique de l'ouest. 2ème édition révisée. Ed, Association "Cuniculture" 31450 Coronas - France.

## Références bibliographiques

Diaz Arca, F., L. M. Perez Alba, and M. Perez Hernandez. 1999. Digestibility and energy retention by young rabbits fed different levels of intake. *Annales de Zootechnie* 48: 289-295.

Donnelly M., 2004. Basic anatomy Physiology and husbandry. In : Ferrets, rabbits and rodents : Clinical Medicine and Surgery. 2<sup>nd</sup> ed. St Louis : Saunders., 136 -146.

Drougoul C., Gadoud R. et Joseph M-D., 2004 .Nutrition et alimentation des animaux d'élevage. éd, Educagri., 1 : pp.270.

Du Chalard A., 1981. Appareil digestif du lapin. In : Abrégé d'anatomie : l'appareil digestif des animaux domestiques, 6<sup>ème</sup> édition, Rennes : Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Rennes., 65 - 69.

Duperray J., 2006. Alimentation et santé digestive du lapin, Pourquoi rationner en élevage cunicole. Ministère de l'économie rurale., Département du développement de l'élevage., Polynésie Française.

### **E, F**

Etim NAN., Williams ME., Akpabio U., Offiong EA., 2014. Haematological parameters and factors affecting their values. *Agricultural Science*, 2, 37- 47.

Ferdjioui A ., 2016. Effet de la restriction alimentaire sur l'apparition des diarrhées chez les lapins à l'engraissement., 2

Foubert C., Boisot P., Duperray J., Guyonvarch A., 2007. Intérêt d'un accès limité à la mangeoire de 6 h, 8 h et 10 h par jour pour engendrer un rationnement alimentaire chez le lapin en engraissement. 12<sup>èmes</sup> Journ. Rech. Cunicoles, 27- 28 novembre, Le Mans, France., 123 -126.

Froy O., 2007. The relationship between nutrition and circadian rhythms in mammals. *Frontiers in Neuroendocrinology*, 28 (2-3), 61- 71.

### **G**

Gallois, M., H. J. Rothkotter, M. Bailey, C. R. Stokes, and I. P. Oswald. 2009. Natural alternatives to in-feed antibiotics in pig production: can immunomodulators play a role? *Animal* 3: 1644-1661.

## Références bibliographiques

Garreau H., De Rochambeau H., 2003. La sélection des qualités maternelles pour la croissance du lapereau. 10<sup>èmes</sup> journées de la recherche cunicole, 19 - 20 nov. 2003, Paris, 61- 64.

Garreau H., Brun J.M., Theau-Clement M., Bolet G., 2008. Evolution des axes de recherche l'INRA pour l'amélioration génétique du lapin de chair. INRA Prod. Anim., 21 (3), 269 - 276.

Garreau H., Hurtaud J., Drouilhet L., 2013. Estimation des paramètres génétiques de la croissance et de l'efficacité alimentaire dans deux lignées commerciales. 12<sup>èmes</sup> Journées de la recherche Cunicole, 19-20 novembre 2013, Le Mans, France., 15 -18.

Gidenne T et Lebas F., 1984. Biologie du Lapin. Appareil digestif et Digestion. <http://www.cuniculture.info/Docs>.

Gidenne. T., 1986. Transit digestif de ration riche en fibre, distribuées à deux niveaux alimentaires chez les lapins adultes. 4<sup>ème</sup> journée de la recherche cunicole. Tome 1, comm 4.

Gidenne T., Bellier R., 1992. Etude in vivo de l'activité fermentaire caecale chez le lapin. Mise au point et validation d'une nouvelle technique de canulation caecale. Reprod. Nutr. Dev., 32, 365 - 376.

Gidenne. T., 1996. Conséquences digestives de l'ingestion de fibres et d'amidon chez le lapin en croissance : vers une meilleure définition des besoins. INRA Station de Recherches Cunicoles, BP 27, 31326 Castanet-Tolosan Cedex. INRA Prod. Anim., 1996, 9 (4), 243 - 254.

Gidenne T., Kerdiles V., Jehl N., Arveux P., Briens C., Eckenfelder B., Fortune H., Montessuy S., Muraz G. et Stephan S., 2001 .Effet d'une hausse du ratio fibres digestibles/protéines sur les performances zootechniques et l'état sanitaire du lapin en croissance : résultats préliminaires d'une étude multi-site. 9<sup>èmes</sup> Journées e la Recherche Cunicole, Paris, France.

## Références bibliographiques

Gidenne T., Feugier A., Jehl N., Arveux P., Boisot P., Briens C., Corrent E., Fortune H., Montessuy S., Verdelhan S., 2003. Un rationnement alimentaire quantitatif post-sevrage permet de réduire la fréquence des diarrhées, sans dégradation importante des performances de croissance : résultats d'une étude multi-site. In: Proceedings "10<sup>èmes</sup> Journées de la Recherche Cunicole", Paris, France., 29 - 32.

Gidenne T., 2005. Quelques bases pour comprendre la nutrition et l'alimentation du lapin de chair., 11<sup>èmes</sup> Journées de la Recherche Cunicole, Paris, France., 2

Gidenne T et F Lebas., 2005. Le comportement alimentaire du lapin. Proceedings 11<sup>èmes</sup> Journées de la Recherche Cunicole, Paris, France., 184 -196.

Gidenne T. et Lebas F., 2006 .Feeding Behaviour in Rabbits. Feeding in Domestic Vertebrates: from structure to behaviour. V. Bels., 179-194.

Gidenne T., Garcia J., 2006. Nutritional strategies improving the digestive health of the weaned rabbit. In recent advances in rabbit sciences (Ed.) L. Maertens and P. Coudert. , 229 - 237.

Gidenne T., 2008. Effets du niveau de rationnement et du mode de distribution de l'aliment sur les performances et les troubles digestifs post-sevrage du lapereau, premiers résultats d'une étude concertée du réseau GEC (Groupe d'Experimentation Cunicole). In: Proc. Journée Nationale ITAVI - Elevage du lapin de chair, Pacé, 33 - 40.

Gidenne T., S Combes S., A Feugier., N Jehl., P Arveux., P Boisot., C Briens., E Corrent., H Fortune., S Montessuy and S Verdelhan ., 2008. Feed restriction strategy in the growing rabbit. 2. Impact on digestive health, growth and carcass characteristics.

Gidenne T., Feugier A., 2009. Feed restriction strategy in the growing rabbit. 1. Impact on digestion, rate of passage and microbial activity. *Animal*, 3, 501- 508.

Gidenne T., Combes S., Feugier A., Jehl N., Arveux P., Boisot P., Briens C., Corrent E., Fortune H., Montessuy S., Verdelhan S., 2009. Feed restriction strategy in the growing rabbit. 2. Impact on digestive health, growth and carcass characteristics. *Animal* ,3, 509 - 515.

## Références bibliographiques

Gidenne T., bannelier C., Combes S., Fortun-Lamothe L., 2009a. Interaction between the energetic feed concentration and the restriction strategy - impact on feeding behaviour, growth and health of the rabbit 13èmes Journées de la Recherche Cunicole. ITAVI, Le Mans, France., 63 - 66.

Gidenne T., S Combes., A Feugier., N Jehl., P Arveux., P Boisot., C Briens., E Corrent., H Fortune., S Montessuy et S Verdelhan., 2009b. Feed restriction strategy in the growing rabbit. 2. Impact on digestive health, growth and carcass characteristics. *Animal*, 3(4), 509 - 515.

Gidenne T., Murr S., Travel A., Corrent E., Foubert C., Bebin K., Mevel L., Rebours G et Renouf B., 2009c. Effets du niveau de rationnement et du mode de distribution de l'aliment sur les performances et les troubles digestifs post-sevrages du lapereau. Premiers résultats d'une étude concertée du réseau GEC. *Cuniculture Magazine.*, 36, 65 - 72.

Gidenne T., F Lebas, et L Fortun-Lamothe., 2010c. Feeding behaviour of rabbits. In: C. De Blas and J. Wiseman (eds.) *Nutrition of the rabbit* .CABI, 233 - 252.

Gidenne T., Combes S., Briens ., Duperray J., Rebours., Salaun., Weissman., Fortun-Lamothe L., Travel A., 2011. Ingestion restreinte et concentration protéique de l'aliment: impact sur la digestion et les rejets azotés chez le lapin en croissance 14èmes Journées de la Recherche Cunicole. ITAVI, Le Mans, France., 21 - 24.

Gidenne T., 2012. Alimentation du lapin en élevage biologique: a review. *Animal*, 6., 2.

Gidenne T., Combes S., Fortun-Lamothe L., 2012. Restreindre l'ingestion du jeune lapin : de nouvelles stratégies pour renforcer sa santé digestive et améliorer son efficacité alimentaire. *INRA Productions Animales.*, 25, 323 - 336.

Gidenne T., S Combes., et L Fortun-Lamothe., 2012a. Intake limitation strategy and dietary protein concentration: effect on rabbit growth performance and health, from a largescale study in a french network of experimental units (GEC). In: *Proc. of the 10<sup>th</sup> World Rabbit Congress*, Sharm El Sheik, Egypt., 597- 601.

## Références bibliographiques

Gidenne T., S Combes., et L Fortun-Lamothe., 2012b. Feed intake limitation strategies for the growing rabbit: effect on feeding behaviour, welfare, performance, digestive physiology and health: a review. *Animal*, 6, 1407-1419.

Gidenne T., Aubert C., Drouilhet L., Garreau H., 2013. L'efficacite alimentaire en cuniculture: impacts technico-économiques et environnementaux. 12<sup>èmes</sup> Journées de La Recherche Cunicole, 19-20 novembre 2013, Le Mans, France., 1-13.

Gomez A., Rafel O., Ramon J., 1998. Caractères de croissance dans le croisement de trois souches de lapins sélectionnées en Espagne. 2<sup>èmes</sup> Journées de La Recherche Cunicole, France, Lyon., 33 - 36.

Gondret F., F Lebas et M Bonneau., 2000. Restricted feed intake during fattening reduces intramuscular lipid deposition without modifying muscle fiber characteristics in rabbits. *Journal of Nutrition*, 130(2), 228 - 233.

## H

Hayward J. S., 1961. The ability of the mild rabbit to survive conditions of water restriction. *C. S. I. R. O. Wildl. Res.*, 6, 160 -175.

Hanaf R. et Jouve., 1988 .Mémento de l'éleveur du lapin. 7ème édition. Paris-ITAVI., pp.448.

Henry R., 1988. Signification de l'alimentation équilibrée pour le porc : intérêt et limites. *INRA prod. Animal*. 1 (1), 65 - 75.

Henry R., 1992. Nouvelles stratégies d'alimentation porcine. *INRA prod. Animal*. 3 (1), 35 - 70.

Henry R., 1993. Alimentation du porc pour la production de viande maigre, évolutions récentes et perspectives. *INRA prod. Animal*. 6 (1), 31- 45.

Hernandez P., Pla M et Blasco A., 1997. Relationships of meat characteristics of two lines of rabbits selected for litter size or growth rate. *J. Amin. Sci.*, 75, 2936 -2941.

### J

Jérome N., Mousset J.L., Messenger B., 1998. Existe-t-il un mode de rationnement à conseiller ? Cuniculture n°143 - 25 (5) - Septembre - Octobre 1998.

Jérome N., Mousset J.L., Messenger B., Deglaire I., Marie P., 1998. Influence de différentes méthodes de rationnement sur les performances de croissance et d'abattage du lapin. 7<sup>èmes</sup> Journ. Rech. Cunicoles, Lyon, France., 175 -178.

Jeklova E., Leva L., Knotigova P., Faldyna M., 2009. Age-related changes in selected haematology parameters in rabbits. Res Vet Sci, 86, 525 - 528.

Jentzer Azard A., 2009. Réseau de fermes de références cunicole - Programme CUNIMIEUX - Résultats de la campagne, 2007- 2008.

### K

KADI SA., 2012. Alimentation du lapin de chair : valorisation de sources de fibres disponibles en Algérie., 19.

Kersten S., Seydoux J., Peters JM., Gonzales FJ., Desvergne B., Wahli W., 1999. Peroxisome proliferator-activated receptor a mediates the adaptive response to fasting. J Clin Invest , 103, 1489 -1498.

Knudsen C., Combes S., Briens C., Duperray J., Rebours G., Salaun J-M., Travel A., Weissman D. et T. Gidenne., 2013 Ingestion restreinte et concentration énergétique de l'aliment : Impact sur la santé, les performances et le rendement à l'abattage du lapin. In 15<sup>èmes</sup> Journées de la Recherche Cunicole (Ed. G Bolet), pp. 47-50. ITAVI, Le Mans, France.

Knudsen C., Combes S., Briens C., Duperray J., Rebours G., Salaun J-M., Travel A., Weissman D., Gidenne T., 2014. Increasing the digestible energy intake under a restriction strategy improves the feed conversion ratio of the growing rabbit without negatively impacting the health status. Livest Sci, 169, 96 -105.

## Références bibliographiques

Knudsen C., Combes S., Briens C., Duperray J., Rebours G., Salaun J-M., Travel A., Weissman D., Gidenne T., 2015. La limitation post-sevrage de l'ingestion, une pratique favorable à la santé et à l'efficacité alimentaire: des mécanismes physiologiques à l'impact économique. 16<sup>èmes</sup> Journées de la Recherche Cunicole, Le Mans, France., 115 -128.

Knudsen C., Combes S., Briens C., Duperray J., Rebours G., Salaun J-M., Travel A., Weissman D., Gidenne T., 2015a. Performances de croissance et santé des lapins lors d'une restriction alimentaire post sevrage par substitution de l'amidon par des fibres digestibles, dans un aliment énergétique. 16<sup>ème</sup> J. Rech. Cunicoles, Le Mans, France.

### L

Lakabi D., Zerrouki N., Lebas F., Berchiche M., 2004. Growth performances and slaughter traits of a local Kabyle population of rabbit reared in Algeria: effects of sex and rearing season. 8<sup>th</sup> World Rabbit Congress, September 2004, Puebla, Mexico, 1396 -1402.

Larzul C., Gondret F., Combes S., De Rochambeau H., 2005. Divergent selection on 63- day body weight in the rabbit: response on growth, carcass and muscle traits. Genet. Sel. Evol. 37 (2005), 105 -122.

Landers, T. F., B. Cohen, T. E. Wittum, and E. L. Larson. 2012. A review of antibiotic use in food animals: perspective, policy, and potential. Public Health Reports 127: 4-22.

Lebas F., 1969. Alimentation lactée et croissance pondérale du lapin avant sevrage. Annales de Zootechnie, 18, 197-208.

Lebas F., Delaveau A., 1975. Influence de la restriction du temps d'accès à la boisson sur la consommation alimentaire et la croissance du lapin. Ann. Zootech., 24, 311- 313.

Lebas F., 1979. Efficacité de la digestion chez la lapine adulte. Effet du niveau d'alimentation et du stade de gestation. Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys., 19, 969 - 973.

## Références bibliographiques

Lebas F., Laplace J. P., 1982. Mensurations viscérales chez le lapin. 4.Effets de divers modes de restriction alimentaire sur la croissance corporelle et viscérale. Ann. Zootech., 31, 391- 430.

Ledin L., 1984. Effect of restricted feeding and realimentation on compensatory growth, carcass composition and organ growth in rabbit. Annales de zootechnie, 33(1), 33 - 50.

Lebas et Ouhayoun., 1987. Croissance et qualité bouchères du lapin : Incidence du niveau protéique de l'alimentation du milieu élevage et de la saison 4<sup>ème</sup> journée de la recherche cunicole en France ; Comm ; n°5.

Lebas F., 1989. Besoins nutritionnels des lapins. Revue bibliographique et perspectives (1) Cuni-Sciences - Vol, 5, 2 - 3.

Lebas F., 1989. Nutrient requirements of rabbits, Literature review and prospects (1).

Lebas F., 1991. Alimentation pratiquée en élevage cunicole, 5<sup>ème</sup> journée de la recherche cunicole communication n°102.

Lebas F., 1991a. L'alimentation pratiquée des lapins en engraissement. Cuniculture n°104., 19 (2), 83 - 89.

Lebas F et Hannef R., 1991. La production du lapin 3<sup>ème</sup> édition, Association française de cuniculture, 206 pages.

Lebas F., 1992. Alimentation pratique des lapins en engraissement, cuniculture, n°104, 83 - 90.

Lebas F., 1995. Alimentation des monogastriques. 2<sup>ème</sup> édition., Paris., 79

Lebas F., Coudert P., De Rochambeau H et Thébeault R., 1996. Le lapin, élevage et pathologie, éd, Rome. FAO, 217.

Lebas F., 2000. Les techniques d'élevage. 7<sup>ème</sup> Congrès Mondial de Cuniculture. ASFC Journée du 5 Décembre 2000 - Valencia 2000 "Ombres et Lumières" - Thème «Techniques d'élevage» 4.

## Références bibliographiques

Lebas., 2004b. Recommandations pour la composition d'aliments destinés a des lapins en production intensive. Cuniculture Magazine, 31, 2.

Lebas F., 2007. L'utilisation de la restriction alimentaire dans la filière cunicole et les différents modes de contrôle utilisés sur le terrain. Table ronde 2007 de l'Association Scientifique Française de Cuniculture tenue à l'occasion des 12<sup>èmes</sup> JRC, au Mans. Accessed Date Accessed.

Lebas F., 2009. L'élevage de lapin en Polynésie française Bulletin technique N°23 2<sup>ème</sup> édition : 32.

Lebas F., 2010. Conduite de l'alimentation des lapins, Séminaire Tunis - 9 décembre 2010, 2.

Lepreux S., 2011. Appareil digestif, les glandes annexes. [www.docplayer.fr](http://www.docplayer.fr)

### **M**

Maertens L., Peeters J.E., 1988. Effect of feed restriction after weaning on fattening performances and caecal traits of early weaned rabbits. Proc. of the Deutsche Veterinar medizinische Gesells chaft, Celle, Germany., 158 -169.

Maertens L., 1992. Rabbit nutrition and feeding: a review of some recent developpements Proc. 5 th World Rabbit Congress, Oregon, Vol. 2, 889-913

Maertens L., F Lebas et Z Szendro., 2006. Rabbit milk: a review of quantity, quality and non dietary affecting factors. World Rabbit Science., 14, 205 - 230.

Marai M., Habeeb M., Gad A., 2002a. Rabbits' productive, reproductive and physiological performance traits as affected by heat stress: a review. Livestock Production Science, 78, 71- 90.

Marai M., Habbeeb M et Gad A., 2008., Performance of New Zealand White and Californian male weaned rabbits in the subtropical environment of Egypt. J. Amin. Sci, Vol.79, Issue, 4,472 - 480.

## Références bibliographiques

Martignon M.H., S Combes and T Gidenne., 2009. Rôle du mode distribution de l'aliment dans une stratégie de rationnement : conséquences sur le profil d'ingestion, la croissance et la santé digestive du lapin In: 13èmes Journées de la Recherche Cunicole, Le Mans, France, 39 - 42.

Martignon M.H., S Combes and T Gidenne., 2010. Digestive physiology and hindgut bacterial community of the young rabbit (*Oryctolagus cuniculus*): Effects of age and short-term intake limitation. *Comparative Biochemistry and Physiology - Part A: Molecular & Integrative Physiology.*, 156, 156 -162.

Martignon, M. H.. 2011. Conséquences d'une restriction alimentaire sur le comportement et le bien-être des lapins en engraissement. In: Proc. 14èmes journées de la Recherche Cunicole, Le Mans. p 25-28.

Martinec M., Härtlová H., Chodová D., Tůmová E., Fučíková A., 2012. Selected haematological and biochemical indicators in different breed of rabbits. *Acta Vet Brno*, 81, 371- 375.

Matics Z.S., Dalle Zotte A., Radnai I., Kovács M., Metzger S.Z., Szendrő Z.S., 2008. Effect of restricted feeding after weaning on the productive and carcass traits of growing rabbits. 9<sup>th</sup> World Rabbit Congr., Xiccato G., Trocino A., Lukefahr S.D. (Eds). 10-13 June, Verona, Italy, 741-745. <http://world-rabbit-science.com/WRSA-Proc./Congress-2008-Verona/Verona-2008-a.htm>

Maxwell MH., Robertson GW., Spence S., McCorquodale CC., 1990. Comparison of hematological values in restricted and ad libitum-fed domestic fowls: red blood cell characteristics. *Brit Poultry Sci* 31: 407- 413.

Melillo A., 2007. Rabbit clinical pathology. *J Exot Pet Med* 16: 135 -145

Meredith A., 2006. General biology and husbandry. In: Meredith A, Flecknell P. *Bsava Manual of Rabbit Medicine and Surgery.* 2<sup>nd</sup> ed. Gloucester : British Small Animal Veterinary Association, 1-17.

Melillo A., 2007. Rabbit clinical pathology. *J Exot Pet Med*, 16, 135 -145.

## Références bibliographiques

Metzger S., Z Szendro ., M Bianchi., I Hullár., H Fébel., L Maertens., C Cavani., M Petracci., I Radnai et E Biró-Németh., 2009. Effect of energy restriction in interaction with genotype on the performance of growing rabbits: II. Carcass traits and meat quality. *Livestock Science*, 126 (1-3), 221- 228.

Mirabito L., P Galliot., C Souchet., V Pierre ., 1999. Logements des lapins en engraissement en cage de 2 ou 6 individus : étude du budget-temps. *Proceedings 8<sup>èmes</sup> Journées de la Recherche Cunicole*, Paris, France.

Monsanto D., 2015. Le principe du rationnement chez les bovins, 5 - 21.

### O

O'malley B., 2005. *Clinical Anatomy and Physiology of Exotic Species*. Edinburgh : Elsevier Saunders, 173-195.

Orengo J et Gidenne T ; 2005. Cité par Lebas F., 2009. *La Biologie du Lapin, Comportement Alimentaire* <http://www.cuniculture.info>.

Orengo J., Piles M., Rafel O., Ramon J. Et Gomez A., 2009. Crossbreeding parameters for growth and feed consumption traits from a five Diallel mating scheme in rabbit. *J. Amin. Sci.*, 87, 1896 -1905.

Ouhayoun J., 1983. La croissance et le développement du lapin de chaire. *Cunisciences*, 1 (1), 1-15.

Ouhayoun J., B Poujardieu et D Delmas., 1986. Influence des conditions d'élevage et du rationnement sur la vitesse de croissance du lapin entre 11 et 20 semaines. 2) Composition corporelle. *Proceedings 4<sup>èmes</sup> Journées de la Recherche Cunicole*, Paris, Fr.

Ouhayoun J., 1990. Abattage et qualité de viande de lapin 5<sup>ème</sup> journées de la recherché cunicole 12-13 décembre 1990, paris ., 40, 1- 20.

### P

Parigi-Bini R., Chiericato et Lanari., 1974. I mangimi grassati nel coniglio in accrescimento. Digeribilità ed utilizzazione energetica. Rivista de Zootecnia e Veterinaria, 2, 193 - 202.

Perrier G., Ouhayou J.1996.Effet de différentes modalités de rationnement à l'engraissement sur les qualités bouchères du lapin .Cuniculture,23 :147-154.

Perrier G., 1998. Influence de deux niveaux et de deux durées de restriction alimentaire sur l'efficacité productive du lapin et les caractéristiques bouchères de la carcasse. Proceedings 7<sup>èmes</sup> Journées de la Recherche Cunicole, Lyon, France.

Piles M., Gomez E.A., Rafel O., Ramon J et Blasco A., 2004. Ellipical selection experiment for the estimation of genetic parameters of the growth rate and feed conversion ratio in rabbits. J. Amin. Sci. 2004., 82, 654 - 660.

Poigner J., Szendro Zs., Levai A., Radnai L., Biro-Nemeth E., 2000. Effect of birth weight and litter size on growth and mortality in rabbits. *World Rabbit Science*, vol.8, (1), 17- 22.

Postollec G., E Boilletot., R Maurice., V Michel., 2006. The effect of housing system on the behaviour and growth parameters of fattening rabbits. *Animal Welfare*, 15 (2), 105 -111.

Postollec G., Boilletot E., Maurice R., Michel V., 2008. The effect of pen size and an enrichment structure (elevated platform) on the performances and the behaviour of fattening rabbits. *Animal Welfare*, 17(1), 53 - 59.

Poujardieu B., Ouhayoun J., Et Tudella F., 1986. Etude de la croissance et de la composition corporelle des lapins au-delà de l'âge de 11 semaines. Croissance et efficacité entre l'âge de 11 et 20 semaines. 4<sup>ème</sup> JRC, Paris, communication ., 23.

Prud'hon M., 1967. L'appétit du Lapin alimenté à sec. bull tech. inf. ingns. servs. agric., 29, 1-16.

Prud'hon M.,Vinhent A.,Cantier J., 1970. Croissance,qualité bouchère et coût de production du lapin de chair. Bult teci., 248 , 203 - 221.

## Références bibliographiques

Prud'hon M., Carles Y., Goussopoulos J., 1973. Le comportement alimentaire du Lapin en croissance. Alise au point d'une méthode d'étude et premières observations. Congv. Int. De Cuniculture, come, 299 - 310.

Prud'hon M., Cherubin M., Carles Y., Goussopoulos J., 1975. Effets de différents niveaux de restriction hydrique sur l'ingestion d'aliments solides par le lapin. Annales de zootechnie, INRA/EDP sciences, 24 (2), 299 - 310.

Prud'hon M., Cherubin M., Goussopoulos J., Carles Y., 1975. Evolution au cours de la croissance des caractéristiques de la consommation d'aliments solides et liquides du lapin domestique nourri ad libitum. Ann. Zootech., 24, 289 - 298.

Prud'hon M., 1976. Comportement alimentaire du lapin soumies aux temperatures de 10,20 et 30°C. Proc. 1<sup>er</sup> Congr. Int. Cunicole, Dijon. Comm, 14, 1- 6.

## **R**

Raach-moujahed A., Cherif N., Aissaoui H., 2017. Comparaison d'une restriction quantitative à une restriction du temps d'accès à la mangeoire sur deux bandes successives de lapin. Journal of new sciences, Agriculture and Biotechnology, 41(6), 2233-2242.

Rebollar P.G., Pereda N., Schwarz B.F., Millán P., Lorenzo P.L., Nicodemus N., 2011. Effect of feed restriction or feeding high-fibre diet during the rearing period on body composition, serum parameters and productive performance of rabbit does. Anim. Feed Sci. Technol., 163, 67-76.

Rouvier R., Poujardieu B., Vrillon J.L., 1973. Analyse statistique des performances d'élevage des lapines .Facteurs du milieu, corrélations, répétabilité. Ann. Genet. Sel. Anim., 1973, 5 (1), 83 -107.

Rouvier R., 1994. Les travaux du groupe "réseau de recherches sur la production de lapin dans les conditions méditerranéennes". Cahiers Options Méditerranéennes; n° 8, 27- 31.

## Références bibliographiques

Rommers . Boiti., Brecchia., Meijerhof., Noordhuizen., Decuypere., Kemp., 2004. Metabolic adaptation and hormonal regulation in young rabbit does during long-term caloric restriction and subsequent compensatory growth. *Anim Sci.*, 79, 255 - 264.

Rommers., Meijerhof ., Noordhuizen and Kemp ., 2004. The effect of level of feeding in early gestation on reproductive success in young rabbit does. *Animal Reproduction Science.*, 81, 151-158.

Romero C., Cuesta S., Astillero JR., Nicodemus N, and De Blas C., 2010. Effect of early feed restriction on performance and health status in growing rabbits slaughtered at 2kg live-weight. *World Rabbit Sci.*, 18, 211- 218.

Romero C., Rebollar P.G., Bosco A.D.,Castellini C., Cardinali R., 2010 b. Dietary effectof short-chain organic acids on growth per-formance and development of intestinal lym-phoid tissues in fattening restricted rabbits. *World Rabbit Sci.*, 19: 133-142.

### **S, T**

Salaün J-M., Renouf., Bourdillon., Picot and Perdriau., 2011. Comparaison d'un accès nocturne à la mangeoire à un rationnement progressif et à une alimentation ad libitum sur les composantes du rendement carcasse des lapins en engraissement. In: Proc. 14èmes journées de la Recherche Cunicole, Le Mans., 101-104.

Schlolaut W., K Lange et H Schluter., 1978. Der Einfluss der Fütterungintensitat auf die Mastleistung und Schlachtkorper qualitat bein Jungmastkaninchen. *Zuchtungskinde.*, 50, 401- 411.

Sommer, M. O. A., and G. Dantas. 2011. Antibiotics and the resistant microbiome. *Current Opinion in Microbiology* 14: 556-563.

Szendrő Z., Szabo S., Hullar L., 1988. Effect of reduction of eating time on production of growing rabbits. *World Rabbit Congr.*, Budapest, Hungary., 104 -114.

## **Références bibliographiques**

---

Szendro Z., Biro-Nemeth E., Radnai I., Metzger S., Princz., Gerencser., 2004. The effect of daily lighting program on the performance of growing rabbits. 8<sup>th</sup> World Rabbit Congress - September 7 - 10, 2004 - Puebla, Mexico, 1168 -1171.

Szendro Z., 2008. Effect of energy restriction in interaction with genotype on the performance of growing rabbits I: Productive traits. *Livest. Sci.*, 118, 123 -131.

Szendro Z., Gerencsér., Matics Zs., Biró-Németh E., Nagy I., Lengyel M., Horn P et Dalle Zotte A., 2010. Effect of dam and sire genotypes on productive and carcass traits of rabbits. *J. Anim Sci.*, 88, 533 - 543.

Taranto., Di Meo., Stanco., Piccolo., Gazaneo., Nizza., 2003. Influence of age at weaning on caecal content characteristics and post-weaning performance and health of rabbits. *Asian-Australasian J. Anim. Sci.*, 16, 1540 -1544.

Travel., Briens., Duperray j., Mevel., Rebours., Salaün., Weissman., Combes., Gidenne., 2011. Ingestion restreinte et concentration protéique de l'aliment: Impact sur le rendement carcasse et la qualité de la viande de lapins. In: 14<sup>ème</sup> J. Rech. Cunicoles, 22-23 nov. 2011, Le Mans, France., 105 -108.

Tůmová E., Zita L., Skřivanová V ., Fučíková A., Skřivan M., Burešová M., 2007. Digestibility of nutrients, organ development and blood picture in restricted and ad libitum fed broiler rabbits. *Arch Geflügelkd.*, 71, 6 -12.

### **V, W, X**

Van S., 1982. Nutritional ecology of the ruminant ,e-Books. Ed., Corvallis, cité par Cheeke, 1982.

Van Harten., Cardoso., 2010. Feed restriction and genetic selection on the expression and activity of metabolism regulatory enzymes in rabbits. *Animal.*, 4, 1873 -1883.

Verdelhan S., Bourdillon A., Morel-Saives A., Audoin E., 2004. Effect of a limited access to water on mortality of fattening rabbits. 8<sup>th</sup> World Rabbit Congr., Becerril C., Pro A. (Eds). 7-10 sept., Puebla, Mexico, Colegio de Post-graduados for WRSA publ., 1015 - 1021. <http://www.dcam.upv.es/1018wrc/>

## Références bibliographiques

Wells., Decobecq., Decouvalaere., Justice., Guittin., 1999. Changes in clinical pathology parameters during gestation in the New Zealand white rabbit. *Toxicol Pathol.*, 27, 370 - 379.

Xiccato., 1999. Feeding and meat quality in rabbits: a review. *World Rabbit Science*, 7(2), 75 - 86.

Xiccato., Trocino., Sartori., Queaque., 2003. Effet de l'âge, du poids de sevrage et de l'addition de graisse dans 1 'aliment sur la croissance et la qualité bouchère chez le lapin. 10<sup>èmes</sup> Journées de la Recherche Cunicole, 19-20 nov. 2003, Paris, 13 -16.

Xiccato, G. 2010. Fat digestion. In: C. De Blas and J. Wiseman (eds.) *Nutrition of the Rabbit*. CABI, Wallingford, UK., 56 - 65.

XU., LIU., WANG., 2011. Food restriction and refeeding have no effect on cellular and humoral immunity.

### **Y, Z**

Yakubu A., Salako A.E., Ladokun A.O., Adua M.M., Bature T.U.K., 2007. Effects of feed restriction on performance, carcass yield, relative organ weights and some linear body measurements of weaner rabbits. *Pakistan J. Nutr.*, 6, 391- 396.

Zerrouki N., Berchiche M., Kadi SA., et Bolet T., 2005b. Evaluation de la productivité des lapines d'une population locale algérienne, en station expérimentale et dans des élevages. 11<sup>ème</sup> Jour. Rech. cunicole, Paris 29-30 Nov.2005, ITAVI., 11-14.

Zened., Meda., Ponchant., Wilfart., Arroyo., Gidenne., Brachet., Combes., Fortun-Lamothe., 2013. Conséquences d'une restriction alimentaire chez le lapereau sevré sur les impacts environnementaux de la production de viande de lapin. 15<sup>èmes</sup> journées de la Recherche Cunicole, Le Mans., 141-144.

## Table des matières

<b>Introduction .....</b>	<b>01</b>
---------------------------	-----------

### Partie Bibliographique

#### Chapitre I : L'engraissement et l'alimentation cunicole

I.1- physiologie de la digestion chez le lapin .....	02
I.1.1- rappels d'anatomie digestive .....	02
I.1.2- Particularités physiologiques de l'appareil digestif du lapin .....	05
I.1.3- Le comportement alimentaire de lapin .....	06
a- De la naissance au sevrage .....	06
b- Le sevrage.....	07
c- Après le sevrage .....	07
I.2- les besoins alimentaires de lapin en croissanc .....	07
I.2.1- Besoins en eau .....	09
I.2.2- Besoins énergétiques .....	09
I.2.3- Besoins en fibres .....	10
I.2.4- Besoins Protéiques .....	10
I.2.5- Besoins en vitamines .....	11
I.2.6- Besoins en minéraux .....	11
I.2.7- Conseils à tenir compte dans l'alimentation cunicole .....	11
I.3- Paramètres zootechniques de l'engraissement .....	12

I.3.1- Définition de la croissance .....	13
a- Poids et l'âge au sevrage .....	13
b- GMQ post-sevrage .....	13
c- Poids et l'âge à l'abattage .....	13
I.3.2- Quantité ingérée (Qi) .....	14
▪ L'indice de consommation (IC) .....	14
I.3.3- La mortalité .....	14
I.3.4- Variation des performances de croissance .....	14
a- Effets génétiques maternels et paternels .....	14
b- Influence du poids au sevrage ... ..	15
c- Influence de la taille de portée .....	16
d- Influence de la température .....	16
e- Influence de l'éclairage .....	17
f- Influence de l'alimentation .....	17

## **Chapitre II : La restriction alimentaire**

II.1- Définition de la restriction .....	18
II.2- Comparaison entre le rationnement et la restriction alimentaire .....	18
II.3- Historique .....	19
II.4- Restriction chez autre espèces .....	21
II.4.1- chez les volailles .....	21

II.4.2- Chez les porcins .....	22
II.5- Types de la restriction alimentaire .....	23
II.5.1- La restriction qualitative .....	23
II.5.2- La restriction quantitative .....	23
a- restriction alimentaire par limitation de l'abreuvement .....	24
b- En diminuant la quantité d'aliments distribués .....	24
c- Par limitation de la durée d'accès a la mangeoire .....	25

### **Chapitre III : effet de la restriction alimentaire sur les performances animales**

III.1- Effet général de la restriction .....	26
III.2- Sur la croissance .....	26
III.3- Sur l'efficacité alimentaire et l'indice de consommation .....	30
III.4- Sur l'efficacité de digestion .....	32
III.5- Sur l'état sanitaire des lapins en croissance .....	34
III.6- sur la physiologie digestive .....	36
III.7- sur le comportement d'ingestion et bien-être chez le lapin en croissance .....	38
III.8- sur le rendement a l'abattage et le rendement viscéral .....	39
III.9- sur le développement sanguin et hématocytaire .....	41
III.10- aspect économique de la restriction alimentaire .....	43
III.11- aspect écologique de la restriction alimentaire .....	44

## Partie Expérimentale

### Matériels et méthodes

I. Objectifs .....	45
II. Matériels et méthodes .....	45
II.1. Matériel biologique .....	45
II.2. Matériels non biologie .....	46
II.2.1- bâtiment d'élevage .....	46
II.2.2- Matériels de contrôle d'ambiance .....	47
II.2.3- Matériels d'élevage .....	48
II.2.4- Hygiène et désinfection .....	49
II.2.5- alimentation .....	49
II .3. Méthodes .....	50
II .3.1- Conduite d'élevage .....	50
II .3.2- Protocole expérimental .....	50
II .3.3- Les mesures appliquées .....	51
II .3.4- Les paramètres étudiés .....	52
a- Les performances zootechniques à l'engraissement .....	52
b- les performances à l'abattage .....	53
II .3.5- Traitement des données .....	54

## **Résultats et discussions**

1- Analyses alimentaires .....	55
2- Les performances zootechniques à l'engraissement .....	56
2.1- Evolution de poids vif .....	56
2.2- la vitesse de croissance .....	59
2.3- Evolution de la consommation quotidienne moyenne .....	60
2.4- l'indice de consommation .....	62
2.5- L'indice de conversion .....	63
2.6- Taux de mortalité .....	64
3- Performances à l'abattage .....	65
3.1- Rendement a l' abattage et caractéristiques de la carcasse .....	65
3.2- La morphométrie .....	67
<b>Conclusion .....</b>	<b>68</b>

## **Références bibliographiques.**

***PARTIE***  
***BIBLIOGRAPHIQUE***

***PARTIE***  
***EXPERIMENTALE***

**REFERENCES**  
**BIBLIOGRAPHIQUES**

# **Résultats et discussions**