

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire d'El Harrach-Alger

Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de

Magistère en Sciences Vétérinaires

Option : Elevage et Pathologie Avicole et Cunicole

Thème

**CARACTERISATION DE DEUX POPULATIONS
DE LAPINS LOCALES :**
**LES PARAMETRES DE CROISSANCE, L'UTILISATION
DIGESTIVE DES ALIMENTS ET LA MORPHOMETRIE
INTESTINALE**

Présenté par Madame ROUIZI née BENALI Nadia

Devant le jury composé de :

<i>Mr L.GUEZLANE</i>	<i>Professeur</i>	<i>ENSV Alger</i>	<i>Président</i>
<i>Melle H.AINBAZIZ</i>	<i>Maitre de conférences</i>	<i>ENSV Alger</i>	<i>Promotrice</i>
<i>Mme S.TEMIM-KESSACI</i>	<i>Maitre de conférences</i>	<i>ENSV Alger</i>	<i>Co-promotrice</i>
<i>Mr M.BERCHICHE</i>	<i>Professeur</i>	<i>UMM Tizi-ouzou</i>	<i>Examineur</i>
<i>Mme N.ZERROUKI</i>	<i>Maitre de conférences</i>	<i>UMM Tizi-ouzou</i>	<i>Examinatrice</i>
<i>Mme Y.GAOUAS</i>	<i>Chargée de cours</i>	<i>ENSV Alger</i>	<i>Examinatrice</i>

Année Universitaire 2008/2009

Dédicaces

Je dédie ce modeste mémoire à mes parents

et

à mon mari, pour leur soutien moral

tout au long de la réalisation de ce mémoire

sans oublier mon fils Ryadh

REMERCIEMENTS

A l'issue de ce mémoire je tiens à exprimer ma vive gratitude à Mr GUEZLANE L., Directeur de l'Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire d'El Harrach de m'avoir permis d'accéder à ce diplôme.

Mes plus vifs remerciements s'adressent également à ma promotrice, Dr AINBAZIZ Hacina, ainsi qu'à ma Co-promotrice Dr TEMIM-KESSACI Soraya pour avoir assuré mon encadrement et mon initiation à la recherche scientifique et pour avoir joué un rôle déterminant dans la conduite et l'orientation de mon travail.

Mes remerciements vont également aux enseignants qui mon fait l'honneur de juger mon travail et de participer au jury :

Pr GUEZLANE Louardi, Directeur de l'Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire d'Alger qui ma fait l'honneur de présider le jury de ce mémoire de magistère,

Pr BERCHIHE Mokrane, Pofesseur à l'Université Mouloud MAMMERI de Tizi-Ouzou,

Mme ZERROUKI Nacera, Maitre de conférences à l'Université Mouloud MAMMERI de Tizi-Ouzou

Mme GAOUAS Yamina, Chargée de cours à l'Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire d'Alger.

Je tiens à remercier également les personnes qui ont contribué à la réalisation de ce travail :

Mr ZOUAMBI B., Mme DJELLOUT B., Mme ZOUAMBI A., Melle MOKRANI N., Mme SAHRAOUI L., Mr KADDOUR R., Mme LOUNAOUCI G., Mme LONGO F.H., Melle ILES I., et Mme BOUDOUMA D.

Je tiens à remercier vivement les étudiants en magistère : Dr HAMMAMI N., Dr SAIDJ H., DR MOUMEN S., Dr BEDRANI L., Dr BOUZNAD N., Dr KHOUNI F et le Dr OUABDESSLEAM L., qui ce sont dévoués à m'aider pendant les manipulations.

Mes remerciements s'adressent également à Mme REMAS K., et Mme GAOUAS Y., pour leur soutien moral et leurs conseils précieux durant toute l'année, sans oublier mes collègues de travail sans exception.

Je ne s'aurai oublier de remercier vivement Mr SAOUDI responsable de la COOPAPIST de Tizi-Ouzou et Mme HANNACHI d'avoir été à l'écoute dans le choix des lapereaux. Mes remerciements vont également à Mr ZADI responsable du laboratoire d'analyse de l'ITELV de Baba Ali, ainsi qu'à toute l'équipe de techniciennes, d'avoir accepté la réalisation des analyses fourragères.

Je ne s'aurai oublier tous les enseignants de l'ENSV pour leur soutien moral.

Enfin que toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire, trouve ici l'expression de mes remerciements les plus sincères.

RESUME

Cet essai a été conduit pour évaluer et caractériser les paramètres de croissance de deux populations de lapin local, la population « Blanche » issue de sujets importés (B) et la population « Kabyle » issue de lapin local (K). Les performances zootechniques, la digestibilité, les paramètres biochimiques, les caractéristiques de la carcasse, la morphométrie des segments du tube digestif ainsi que l'histométrie intestinale ont été mesurés sur un effectif de 70 lapines (35 B et 35 K), nourries avec le même aliment granulé standard, et ce entre 42 et 91 jours d'âge.

Dans nos conditions expérimentales, la croissance entre 42 et 63 jours d'âge est significativement supérieure chez la population Blanche par rapport à la population Kabyle (+8% en moyenne, $P < 0,05$). A partir de 70 jours d'âge, l'écart moyen de croissance entre les deux populations semble persister (+6% en faveur de la Blanche). L'évolution de la vitesse de croissance estimée par le GMQ, ne montre aucune différence significative entre les deux populations (29 g/j pour la Blanche, 27 g/j pour la Kabyle soit un écart de +6%). L'ingéré alimentaire quotidien moyen est similaire entre les deux populations entre 42 et 91 jours d'âge (106 g/j pour la Blanche et 101 g/j pour la Kabyle). L'indice de consommation, également identique, témoigne d'une efficacité digestive comparable chez les deux populations. Néanmoins, les coefficients d'utilisation digestive de la MS, de la MAT et de l'énergie sont significativement plus élevés chez la population Blanche en comparaison avec la population Kabyle (+2% en moyenne, $P < 0,05$).

En outre, le profil métabolique reflété par les teneurs plasmatiques en glucose, protéines totales, cholestérol, triglycérides et urée ne diffèrent pas significativement entre les deux populations à l'exception de la créatinémie qui est significativement supérieure chez la population Blanche par rapport à la Kabyle à 70 jours d'âge (+23% ; $P < 0,05$). Le rendement des composantes de la carcasse ainsi que la morphométrie des segments du tube digestif ne diffèrent pas significativement. Au niveau de l'histométrie, la population Blanche présente une largeur des villosités du jéjunum plus élevée (+21%, $P < 0,05$) ; ce qui pourrait expliquer une meilleure assimilation des nutriments.

En conclusion, l'exploitation de ces deux populations, nourries avec un aliment équilibré, s'avère favorable pour la production de viande. Ces dernières ont un poids variant entre 2 et 2,2 kg, les classant ainsi dans le format léger.

Mots clés : *population Blanche, population Kabyle, croissance, performances zootechniques, digestibilité, paramètres biochimiques, rendement à l'abattage, taille des villosités intestinales.*

ABSTRACT

This study was carried out in order to evaluate and to characterize the growth parameters of two local rabbit populations, the « White » population coming from imported subjects (W) and the « Kabyle » population coming from local rabbit (K). The zootechnical performances, the digestibility, the biochemical parameters, the characteristics of carcass, the morphometry of segments of the digestive tract as well as the intestinal histometry, were measured in 70 female rabbits (35 W and 35 K) fed with the same standard granulated food and this between 42 and 91 days of age.

In our experimental conditions, the growth, between 42 and 63 days of age, was significantly higher as regards the White population compared to the Kabyle one (by about +8%, $P < 0,05$). From 70 days of age, the average difference of growth between the two populations tended to persist (+6% in favor of the White population). In addition, the evolution of the daily growth rate does not show any significant difference between the two populations (29 g/d for the White population, 27 g/d for the Kabyle one, i.e a variation of about +6%). The average daily feed intake was similar between the two rabbit populations, between 42 and 91 days of age (106 g/d for the White population and 101 g/d for the Kabyle one). The feed conversion was also identical between the W and the K rabbits, reflecting a comparable digestive efficiency. Nevertheless, the coefficient of apparent digestibilities of DM, CP and energy were significantly more higher for the White population as compared with the Kabyle one (+2%, $P < 0,05$).

Moreover, the metabolic profile as reflected by the plasmatic concentrations of glucose, total proteins, cholesterol, triglycerides and urea did not differ significantly among the two populations, except for the serum creatinine which was significantly higher in the White population in comparison with the Kabyle one at 70 days of age (+23%, $P < 0,05$).

The carcass components yield as well as the morphometry of the segments of the digestive tract were not significantly modified between the W and the K rabbits. For the histometry analysis, The White population exhibited a higher jejuna villosity's and comparing to the Kabyle one (+21%, $P < 0,05$) which may explain a better assimilation of nutrients.

As a conclusion, the exploitation of these two populations, fed on a balance food, proves to be favorable for meat production. The two studied populations showed an average weight which varies between 2 and 2,2 kg which classify them under the light format species.

Keys words: *White population, Kabyle population, growth, Zootechnical performances, Digestibility, Biochemical Parameters, Carcass yield, Higher of intestinal villousities.*

الملخص

هذه الدراسة أجريت لتعيير وتشخيص معايير النمو لسلاطين من الأرنب، السلالة "البيضاء" أصلها مستورد (ب)، والسلالة "القبائلية" أصلها محلي. (ق) الكفاءات الزووتقنية، الإنهضامية، المعايير بيوكمياوية، مميزات الهيكل، مقاييس قطع الجهاز الهضمي، ومقاييس الزغبات المعوية تمت قياسهم على 70 أرنب (35 ب و 35ق)، مغذيين بغذاء حبيب بين 42 و 91 يوم من عمر الأرناب.

في ظروفنا التجريبية، أظهرت السلالة البيضاء بين 42 و 63 يوما من عمر الأرناب أعلى نمو من السلالة القبائلية (8% بالمعدل، $P < 0,05$)، ابتداء من 70 يوم من العمر الفرق المتوسط للنمو بين السلاطين، ظهر مستمرا (+6% لصالح السلالة البيضاء). تطور سرعة النمو بمقدار متوسط الريح في اليوم، لم يظهر أي فرق معين بين السلاطين (28 غرام في اليوم للبيضاء، 27 غرام في اليوم للسلالة القبائلية، أي فرق مقدر بـ +6%). متوسط معدل استهلاك اليومى مطابق بين السلاطين بين 42 و 91 يوم (106 غرام في اليوم للبيضاء و 101 غرام في اليوم للقبائلية). دليل استهلاك مطابق أيضا، يبرهن عن الفعالية الهضمية مقارنة بين السلاطين، لكن معامل الاستعمال الهضمي للمادة الجافة، والمادة الأزوتية الكاملة والحرارية، أظهر أنه أعلى عند السلالة البيضاء (معدل +2%، $P < 0,05$).

المظهر الأيضي الذي ينعكس من خلال مقادير البلاسمية من كليكوز، بروتينات كلية، كسترونول، ثلاثية الدسم والبولة، لم يظهر أي فرق بين السلاطين ما عدا الكرياتينين، تظهر لنا أكثر ارتفاعا عند السلالة البيضاء من السلالة القبائلية عند 70 يوم من العمر (+23%، $P < 0,05$) مردودية المركبات الهيكل ومقاييس مقاطع الجهاز الهضمي لم يظهرها أي اختلال.

مقاييس الزغبات المعوية، أظهرت أن عرض الصائم أكبر عند السلالة البيضاء (+21%، $P < 0,05$)، هذا ما يفسر عن أحسن استيعاب الغذاء عند السلالة البيضاء، مقارنة مع السلالة القبائلية.

في الخلاصة، استغلال السلاطين المغذية بغذاء الحبيب متوازن، معترف ملائم لإنتاج اللحم. هذين السلاطين تصنف في صنف الخفيف، لأنهم أظهروا وزن يتراوح ما بين 2 و 2,2 كلغ.

كلمات المفتاح: السلالة البيضاء، السلالة القبائلية، النمو، المميزات الزووتقنية، الإنهضامية، المعايير البيوكمياوية، مردودية الهيكل، الزغبات المعوية.

SOMMAIRE

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

INTRODUCTION GENERALE.....	1
CHAPITRE I : GENERALITE SUR LE LAPIN.....	4
I.1. RACES, POPULATIONS ET HYBRIDES.....	4
I.1.1. Les différentes races du lapin dans le monde	4
I.1.2. Les populations locales.....	5
I.1.2.1. Dans le monde	5
I.1.2.2. En Algérie.....	6
I.1.2.3. Amélioration des populations locale en Algérie.....	8
I.1.3. Souches ou hybrides.....	8
I.2. QUELQUES PARTICULARITES DIGESTIVES CHEZ LE LAPIN.....	9
I.2.1. Le caecum et le colon.....	9
I.2.2. Activité du colon et phénomène de la caecotrophie.....	10
I.2.3. La flore digestive du lapin	13
I.2.4. Efficacité digestive et facteur de variation.....	15
I.2.5. Les besoins nutritionnels du lapin.....	17
I.2.5.1. Les besoins énergétiques.....	18
I.2.5.2. Les besoins azotés.....	20
I.2.5.3. Les besoins en matières grasses.....	22
I.2.5.4. Les besoins en cellulose.....	22
I.2.5.5. Les besoins en minéraux et en vitamines.....	22
I.2.5.6. Le besoin en eau.....	23
I.3. LE ROLE DES FIBRES.....	24
I.4. LE COMPORTEMENT ALIMENTAIRE.....	29
I.5. CONDUITE DE L'ALIMENTATION.....	32
I.6. PROBLEMES LIES A L'ALIMENTATION.....	33
CHAPITRE II : CROISSANCE	35
II.1. LA CROISSANCE CHEZ LE LAPIN.....	35
II.1.1. La croissance fœtale	36
II.1.2. La croissance de la naissance au sevrage.....	36
II.1.3. La croissance du sevrage à l'âge adulte.....	37
II.2. LA VITESSE DE CROISSANCE.....	39
II.3. LA CROISSANCE RELATIVE.....	40
II.4. FACTEURS DE VARIATION DE LA CROISSANCE.....	41
II.4.1. Influence du facteur génétique.....	41
II.4.2. Influence du facteur alimentaire.....	42
II.4.2.1. Effet du rationnement.....	42
II.4.2.2. Effet de l'apport des protéines.....	43
II.4.2.3. Effet du rapport protéine/énergie.....	43
II.4.2.4. Effet de l'apport de lest.....	44
II.4.3. Influence de l'environnement.....	45
II.4.3.1. Effet de la température.....	45
II.4.3.2. Effet de la saison.....	46
II.4.3.3. Effet de l'hygrométrie.....	46

II.4.3.4. Effet de la densité.....	46
II.4.3.5. Effet du mode du logement.....	47
II.5. LA COMPOSITION CORPORELLE.....	47
II.5.1. Définition de la carcasse.....	47
II.5.2. Critères de la qualité de la carcasse.....	48
II.5.2.1. Poids et rendement de la carcasse.....	49
II.5.2.2. L'adiposité de la carcasse.....	50
II.5.2.3. Le rapport muscle/os.....	51
II.5.2. Découpe de la carcasse.....	52
CHAPITRE III: LE MUSCLE ET SON METABOLISME ENERGETIQUE	53
III.1. LES CARACTERISTIQUES DU MUSCLE CHEZ LE LAPIN.....	53
III.1.1. Les généralités sur la structure du muscle.....	53
III.1.2. Caractéristiques des fibres musculaires.....	54
III.1.3. Composition biochimique et tissulaire du muscle au stade de l'abattage.....	55
III.1.4. Les facteurs influençant les caractéristiques du muscle.....	55
III.1.4.1. Génétique.....	55
III.1.4.2. L'alimentation.....	56
III.2. LE METABOLISME ENERGETIQUE.....	57
III.2.1. Les substrats énergétiques.....	57
III.2.2. Diversité métabolique des fibres musculaires.....	59
III.2.3. Acquisition de la maturité contractile et métabolique	60
III.3. METABOLISME DES NUTRIMENTS ENERGETIQUES DANS LE TISSU MUSCULAIRE.....	61
III.3.1. Métabolisme du glucose.....	61
III.3.2. Métabolisme des lipides.....	61
III.4. INTERACTION ENTRE NUTRIMENTS ENERGETIQUES	62
III.5. CONTROLE HORMONAL DU METABOLISME ENERGETIQUE MUSCULAIRE.....	63

PARTIE EXPERIMENTALE

Matériel et méthodes	64
I. L'OBJECTIF DE L'ETUDE.....	64
II. MATERIEL ET METHODE.....	64
II.1. Lieu et durée de l'expérimentation.....	64
II.2. Le logement et le matériel d'élevage utilisé.....	65
II.2.1. Le logement.....	65
II.2.2. Le matériel d'élevage.....	65
II.3. Les animaux.....	65
II.4. L'alimentation.....	66
II.5. La conduite d'élevage.....	67
II.6. Le plan de prophylaxie.....	67
III. LES MESURES EFFECTUEES.....	67
III.1. Les performances zootechniques.....	67
III.1.1. Le poids.....	67
III.1.2. Le gain de poids.....	67
III.1.3. Le gain moyen quotidien.....	67
III.1.4. La consommation alimentaire.....	68

III.1.5. L'indice de consommation.....	68
III.1.6. Le taux de mortalité.....	68
III.2. Le bilan digestif.....	68
III.3. Méthodes d'analyse physico-chimique.....	71
III.3.1. Détermination de la matière sèche.....	71
III.3.2. Détermination de la matière minérale.....	71
III.3.3. Détermination de la matière azotée totale.....	72
III.3.4. Détermination de la cellulose brute.....	72
III.3.5. Détermination des matières grasses.....	72
III.3.6. Détermination de l'énergie brute.....	73
III.4. Mesure des paramètres sanguins	73
III.4.1. Prélèvements sanguins.....	73
III.4.2. Dosages biochimique des métabolites sanguins.....	73
III.5. Détermination des caractéristiques de la carcasse et du tube digestif....	77
III.5.1. Morphométrie.....	77
III.5.2. Le rendement à l'abattage et caractéristiques de la carcasse.....	77
III.5.3. La découpe de la carcasse.....	79
III. 6 Mesures de l'histométrie digestive.....	80
IV. ANALYSE STATISTIQUE.....	82
Résultats	83
I. LA COMPOSITION CHIMIQUE DE L'ALIMENT GRANULE.....	83
II. DESCRIPTION DU CHEPTEL UTILISE.....	84
III. LES PERFORMANCES ZOOTECHNIQUES.....	85
III.1. Evolution de l'effectif des animaux.....	85
III.2. Evolution du poids vif.....	85
III.3. Evolution de la vitesse de croissance.....	86
III.4. Evolution de l'ingéré au cours de la croissance.....	89
III.5. L'indice de consommation.....	91
IV. LA DIGESTIBILITE.....	92
V. RENDEMENT A L'ABATTAGE ET CARACTERISTIQUES DE LA CARCASSE.....	94
V.1. Composition de la carcasse chez les deux populations.....	94
V.2. Etude des composantes tissulaires de la carcasse.....	95
V.3. Etude du tractus digestif chez les deux populations.....	96
VI. ETUDE DES PARAMETRES PLASMATIQUES.....	98
VII. ETUDE DES VILLOSITES DE L'INTESTIN GRELE.....	99
Discussion	100
Conclusion	116
Références bibliographiques	
Annexe	

Liste des figures

ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

Figure 1 : Conformation externe du caecum.....	9
Figure 2 : Représentation schématique du colon.....	10
Figure 3 : Fonctionnement du colon dans la fabrication des crottes dures et des crottes molles.....	11
Figure 4 : Métabolisme caecal des principaux nutriments et formation des produits terminaux de la fermentation bactérienne.....	14
Figure 5 : Evolution de l'efficacité digestive totale apparente du lapereau.....	16
Figure 6 : Classification simplifiée des fibres alimentaires.....	24
Figure 7 : Principales méthodes gravimétriques pour l'analyse des fibres alimentaires.....	25
Figure 8 : Incidence digestive d'une réduction du ratio fibre / amidon chez le lapin en croissance.....	26
Figure 9 : Incidences d'une déficience en fibres alimentaires sur quelques paramètres de la digestion chez le lapin.....	27
Figure 10 : Effet de l'augmentation du taux de lignine sur le risque sanitaire.....	28
Figure 11 : Importance des apports de fibres digestible.....	29
Figure 12 : Ingestion et croissance chez le lapin, entre sevrage (28j.) et l'âge adulte.....	29
Figure 13 : Croissance pondérale globale.....	35
Figure 14 : Evolution du poids d'un fœtus au cours de la gestation.....	36
Figure 15 : Evolution du poids vif d'un lapereau entre la naissance et le sevrage (32 jours).....	37
Figure 16 : Evolution du poids corporel, de la vitesse de croissance et de la vitesse de croissance spécifique en fonction de l'âge chez des lapins croisés de pères Géants des Flandres.....	38
Figure 17 : Valeur des coefficients d'allométrie des principaux tissus et organes et des poids corporels (sans contenu digestif) chez le lapin	41
Figure 18 : Distribution des estimations de l'héritabilité pour les paramètres de croissance....	44
Figure 19 : Rendement en viande d'un lapin de format moyen de 2,3 kg (%).....	48
Figure 20 : Proportion des tissus osseux, musculaires et adipeux dans les trois morceaux de découpe d'une carcasse.....	52
Figure 21 : Structure schématique d'un muscle.....	53
Figure 22 : Métabolisme énergétique musculaire en relation avec la physiologie du muscle..	58
Figure 23 : Principales voies du métabolisme énergétique musculaire.....	59

ETUDE EXPERIMENTALE

Matériel et méthodes

Figure 24 : Schéma expérimental du bilan digestif (Méthode de référence Européenne).....	69
Figure 25 : Schéma du protocole de mesure du bilan digestif (Méthode de référence Européenne).....	70

Résultats

Figure 26 : Evolution des poids vifs des deux populations de lapin (Blanche et Kabyle) en fonction de l'âge.....	86
Figure 27 : Evolution du gain moyen quotidien entre 42 et 91 jours d'âge (a) et poids final (b) chez les deux populations.....	88
Figure 28 : Evolution de l'ingéré alimentaire chez les deux populations de lapin (Blanche et Kabyle).....	90
Figure 29 : Ingéré alimentaire pendant la période 42-91 jours chez les deux populations de lapin (Blanche et Kabyle).....	90
Figure 30 : Indice de consommation (IC) des deux populations de lapin (Blanche et Kabyle).....	92
Figure 31 : Evolution de l'indice de consommation (IC) des deux populations de lapin (Blanche et Kabyle) en fonction de l'âge.....	92

Discussion

Figure 32 : Synthèse des résultats de l'évolution des poids en fonction de l'âge de la population locale kabyle en comparaison avec nos données.....	104
Figure 33 : Synthèse des résultats de l'évolution des poids vifs de la population locale de l'ITELV.....	104
Figure 34 : Synthèse des résultats de l'évolution des poids vifs de la population locale Blanche en comparaison avec la souche améliorée (Laffolay, 1985).....	105

Liste des tableaux

ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

Tableau 1 : Comparaison de quelques performances de diverses populations en Egypte.....	6
Tableau 2 : Poids vifs obtenus à différents âges de la population locale.....	7
Tableau 3 : Performances de croissance de la population « blanche ».....	8
Tableau 4 : Composition moyenne des crottes dures et des caecotrophes.....	12
Tableau 5 : Performances de croissance du lapin Néo-zélandais nourris avec trois aliments de concentrations énergétiques différentes.....	19
Tableau 6 : Effet du niveau énergétique de l'aliment et de la période de distribution sur les performances Zootechniques.....	20
Tableau 7 : Effet de la diminution du taux de protéine ou des acides aminés essentiels en dessous des valeurs recommandées sur des performances de croissance.....	21
Tableau 8 : Recommandations alimentaires en fibres et amidon pour le lapin en croissance	25
Tableau 9 : Comportement alimentaire en fonction de l'âge.....	30
Tableau 10 : Effet de la température ambiante sur la consommation d'aliment et d'eau du lapin en croissance.....	31
Tableau 11 : Incidence de la température ambiante sur les différents ratios relatifs à l'ingestion et à l'excrétion chez des lapins adultes.....	31
Tableau 12 : Distribution des causes de mortalité selon l'âge des animaux	33
Tableau 13 : Poids moyens des portées et individuels à la naissance et au sevrage des Lapereaux	37
Tableau 14 : Poids vif hebdomadaire et gain moyen quotidien (souches sélectionnées pour les qualités bouchères).....	38
Tableau 15 : Performances zootechniques moyennes entre 28 et 84 jours du lapin de chair de souche améliorée.....	39
Tableau 16 : Effet de la température ambiante sur la consommation d'aliment et d'eau du lapin en croissance.....	41
Tableau 17 : Effet du mode de distribution de la ration sur les performances de croissance des lapins	42
Tableau 18 : Effet des niveaux protéiques et de la concentration en énergie digestible de l'aliment sur les performances d'abattage du lapin âgé de 90 jours.....	43
Tableau 19 : Effet des basses et hautes températures sur la croissance	45
Tableau 20 : Effet de saison sur les caractères de croissance.....	45
Tableau 21 : Incidence de la densité animale (nombre de lapins/m ²) sur les performances d'engraissement.....	46
Tableau 22 : Incidence du mode du logement sur les performances zootechniques du lapin (Souche Hyplus)	47
Tableau 23 : Rendement à l'abattage du lapin local après 8 semaines d'engraissement.....	49
Tableau 24 : Composition d'une carcasse de lapin sans tête, organes et queue.....	52
Tableau 25 : Caractéristiques des fibres musculaires chez le lapin.....	54
Tableau 26 : Effet du mode d'alimentation sur la teneur en lipide des muscles <i>longissimus lumborum</i> et <i>biceps femoris</i> chez des lapins Néo-Zélandais blanc.....	56

ETUDE EXPERIMENTALE

Matériel et méthode

Tableau 27 : Critères de la carcasse après l'abattage.....	78
Tableau 28 : Critères de la carcasse mesurés après 24h.....	78
Tableau 29 : Représentation des mesures prises sur la carcasse.....	80

Résultats

Tableau 30 : Composition chimique de l'aliment distribué au cours de l'essai.....	83
Tableau 31 : Caractéristiques des animaux expérimentaux.....	88
Tableau 32 : Evolution des poids vifs des deux populations de lapin (Blanche et Kabyle) en fonction de l'âge	89
Tableau 33 : Evolution du gain moyen quotidien des deux populations de lapin (Blanche et Kabyle en fonction de l'âge et gain moyen quotidien.....	91
Tableau 34 : Evolution de l'ingéré alimentaire des deux populations de lapin (Blanche et Kabyle) en fonction de l'âge et ingéré quotidien (42-91j).....	93
Tableau 35 : Evolution de l'indice de consommation (IC) des deux populations de lapin (Blanche et Kabyle) en fonction de l'âge et IC global (42-91j).....	95
Tableau 36 : Le coefficient de digestibilité apparente des nutriments chez les deux populations de lapin Blanche et Kabyle).....	97
Tableau 37 : Les composantes du rendement à l'abattage et caractéristiques de la carcasse des deux populations de lapin (Blanche et Kabyle) à 13 semaines d'âge.....	98
Tableau 38 : Découpe de la carcasse chez les deux populations de lapin (Blanche et Kabyle).....	99
Tableau 39 : Caractéristiques des différents segments digestifs chez les deux populations à l'âge de 13 semaines d'âge.....	101
Tableau 40 : Les paramètres sanguins mesurés chez les deux populations à 70 et 92 jours d'âge.....	102
Tableau 41 : Les mesures effectuées sur les villosités chez les deux populations.....	103

Discussion

Tableau 42 : Les mesures effectuées sur les villosités chez les deux populations	110
---	-----

Liste des abréviations

Kg : kilogramme

NDF : neutral détergent fiber

ED : énergie

Kcal : kilocalorie

MJ : Mégajoule

ml : millilitre

ADF : acide détergent fibre

MS : matière sèche

C : Celsius

mm : millimètre

PD : protéines digestibles

PV : poids vif

SE : erreur standard

INRA : Institut National de la Recherche Agronomique

ITELV : Institut Technique des élevages

mmol : milimoles

g/l : gramme/litre

μmol : micromole



Introduction Générale



En Algérie, l'élevage du lapin est demeuré pendant longtemps une pratique traditionnelle et familiale basée sur des animaux de population locale.

A partir des années 80, cette espèce attire l'attention des pouvoirs publics et des éleveurs professionnels, de par ses nombreux atouts tels que sa productivité numérique élevée, son rythme de reproduction et sa capacité à valoriser des sous-produits. Ainsi, l'idée de développer la filière cunicole prenait forme et commençait à se concrétiser.

Le développement de la filière cunicole était orienté, à l'image de la filière avicole, vers un système d'élevage intensif « productiviste », reposant essentiellement sur les souches hybrides importées, et dont l'objectif visait à assurer un approvisionnement régulier des marchés urbains en protéines animales de moindre coût. Cette tentative d'introduction et d'intensification de l'élevage lapin (entre 1985 et 1988) a, non seulement, échoué en raison de plusieurs facteurs, dont la méconnaissance de l'animal, l'absence d'un aliment industriel adapté, l'absence d'un programme prophylactique, mais a eu également pour conséquence la marginalisation de la population locale tant du point de vue de sa connaissance que de son intégration dans les systèmes d'élevage.

Après cet échec, la stratégie du développement de l'élevage cunicole s'est basée sur la valorisation du lapin de population locale en raison de ses qualités d'adaptation aux conditions de production algérienne (résistance avérée à la chaleur, adaptation à des conditions rigoureuses et à une alimentation de qualité médiocre), autrement dit, toutes ces caractéristiques souhaitables pour une agriculture durable.

Par ailleurs, tout projet de développement d'une production cunicole utilisant le lapin local doit reposer sur une logique d'ensemble comprenant, en premier lieu, l'identification de l'animal et la connaissance de ses aptitudes biologiques et zootechniques, ainsi que son adaptabilité. Ceci peut, par la suite, aider au montage des programmes de sélection ou des systèmes de production convenables.

Dans cette optique, plusieurs travaux de recherches ont été menés dans la perspective de préserver ce patrimoine génétique, d'étudier et d'identifier ses caractéristiques zootechniques :



➤ ***sur le plan de la caractérisation des performances :***

L'institut Technique des Elevages et les universités ont mis en place des programmes de caractérisation de ces populations et de contrôle de leurs performances zootechniques depuis les années 90 (Gacem et Lebas, 2000 ; Berchiche et *al.*, 2000 ; Daoudi et AinBaziz, 2001 ; Berchiche et Kadi, 2002 ; Belhadi, 2004 ; Zerrouki et *al.*, 2005a et 2005b). Une étude morphométrique a été également réalisée dans le but de déterminer le format du lapin local (Nezzar, 2007).

➤ ***sur le plan alimentaire :***

Des essais se rapportant à l'introduction des matières premières locales dans l'aliment (Berchiche et *al.*, 2000 ; Lounaouci, 2001), et à l'étude des besoins nutritionnels (énergie et protéines) du lapin local en croissance ont été abordés (Daoudi et AinBaziz, 2003).

➤ ***sur le plan de la reproduction :***

Les performances de reproduction de la population locale ont fait l'objet de nombreux travaux qui avaient pour objectifs la mesurer des paramètres zootechniques (Moulla, 2006 ; Zerrouki, 2007), les aspects physiologiques et les profils hormonaux des lapins adultes (Remas, 2001) et l'effet du rythme de reproduction sur les performances de reproduction et la production (Moumen, 2006).

➤ ***sur le plan génétique :***

Les travaux de caractérisation ont mis en évidence les défauts de la population locale, à savoir sa prolificité et son poids adulte trop faibles pour être utilisable telle quelle dans des élevages producteurs de viande, mais aussi ses qualités, à savoir une bonne adaptation aux conditions climatiques locales (Gacem et *al.*, 2008). Il convenait donc de définir un programme permettant d'améliorer la prolificité et le poids de cette population, tout en conservant ses qualités d'adaptation. Deux idées de programme de sélection génétique sont mis en place, la première concerne la création de la souche synthétique (Gacem et Bolet, 2005). La deuxième idée est confortée par l'étude des corrélations qui montre des aptitudes à la création d'une lignée prolifique (Saidj, 2006) et d'une lignée à croissance améliorée (Chaou, 2006).



➤ **sur le plan sanitaire :**

Des études relatives à l'identification des coccidioses dans les élevages cunicoles de la région de Bejaia sont développées (Saoudi, 2008).

Notre contribution à cet ensemble de travaux a pour objectif :

Dans un premier lieu, d'entreprendre une étude sur la vitesse de croissance de deux populations de lapin local (kabyle et blanche) afin de mesurer de l'écart de croissance entre les deux. Pour expliquer cet écart, l'efficacité digestive des différents nutriments a été évaluée et l'appréciation de certains métabolites sanguins effectuée.

Dans un deuxième temps, nous nous sommes proposé de faire une étude complémentaire au niveau de l'histométrie des villosités intestinales afin d'apprécier l'assimilation des nutriments.

Dans ce document, nous présenterons dans une première partie bibliographique, un rappel succinct sur les races et populations de lapin dans le monde et en Algérie, complété par certaines particularités digestives du lapin. Nous aborderons ensuite un état des connaissances sur la croissance du lapin et ses facteurs de variation, pour aboutir sur le métabolisme énergétique du muscle. La partie expérimentale comprendra les méthodes mises en œuvre et les résultats obtenus. Enfin une discussion générale permettra de faire une synthèse des résultats et d'envisager les perspectives de travail.



Etude Bibliographique



La vitesse de croissance post-sevrage, la consommation quotidienne et l'indice de consommation sont des caractères d'indéniable intérêt zootechnique et économique dans la cuniculture industrielle. Plusieurs auteurs rapportent l'existence d'une grande variabilité de ces caractères chez le lapin, selon les races, les populations, les souches et hybrides considérés (Bolet *et al.*, 1990 ; Gomez *et al.*, 1998). Des facteurs non génétiques, tels que l'aliment et les conditions de production, peuvent également influencer la croissance du lapin (Belhadi et Baselga, 2003). Par ailleurs, les spécificités digestives du lapin (meilleure utilisation des fibres), le rôle de la flore et le métabolisme énergétique du muscle sont des aspects importants influençant la croissance du lapin, et qui méritent d'être précisés dans cette partie bibliographique.

CHAPITRE I : GENERALITES SUR LE LAPIN

I.1. RACES, POPULATIONS ET HYBRIDES :

I.1.1. Les différentes races de lapin dans le monde:

Selon Boucher et Nouaille (2002), la notion de race peut avoir plusieurs définitions selon qu'elle soit envisagée par le généticien, le biologiste, le zootechnicien, l'éthologiste ou l'éleveur. La meilleure des définitions de la race peut être celle de Quittets : « La race est, au sein d'une espèce, une collection d'individus ayant en commun un certain nombre de caractères morphologiques et physiologiques qu'ils perpétuent lorsqu'ils se reproduisent entre eux » (Lebas, 2002).

Il y a différentes races de lapins :

- Races primitives ou primaires dont sont issues toutes les autres races ;
- Les races obtenues par sélection artificielle : Fauve de Bourgogne, Néo-Zélandais blanc, Argenté de Champagne ;
- Les races synthétiques obtenues par croisement raisonné de plusieurs races : Géant Blanc du Bouscat, le Californien ;



- Les races mendéliennes, obtenues par fixation d'un caractère nouveau, à détermination génétique simple apparus par mutation : Castorrex, Satin, Japonais, Angora (Lebas, 2002).

Tous ces types de races sont regroupés suivant leur précocité, prolificité, vitesse de croissance pondérale et vitesse d'atteinte à la maturité. Nous retrouvons :

- **Les races lourdes** ont un poids adulte qui dépasse 5 Kg avec un fort potentiel de croissance : cas du Bélier Français et du Géant blanc du Bouscat.
- **Les races moyennes**, dont le poids adulte varie entre 3,5 et 4,5 Kg, se caractérisent par une production de viande intensive : citons l'Argenté de Champagne, le Fauve de Bourgogne, le Californien et le Néo-Zélandais blanc.
- **Les races légères**, dont le poids adulte varie entre 2,5 et 3 Kg ont une excellente aptitude maternelle : parmi elles se trouvent le Lapin russe, le Petit Chinchilla, le Hollandais et le Papillon anglais.
- Les **racés naines** ont un poids adulte est de 1Kg et sont utilisées comme lapin de compagnie : cas du lapin Polonais (Lebas, 2002).

I.1.2. Les populations locales :

Pour le généticien, une population est un ensemble d'animaux se reproduisant entre eux. La population locale est définie comme étant une population géographique (De Rochambeau, 1990).

I.1.2.1 Dans le monde :

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

A titre d'exemple, les populations locales d'Égypte se caractérisent par des performances spécifiques (Khalil, 1999 ; Tableau 1).



Tableau 1: Comparaison de quelques performances de diverses populations en Egypte (Khalil, 1999).

	Giza white	Baladi Red	Bladi White	Baladi Black	Siani Gabali
Taille de la portée à la naissance.	6,7 ± 0,11	6,0 ± 0,40	5,3 ± 0,52	5,5 ± 0,48	5,9 ± 0,81
Taille de la portée A 35 jours	4.5 ± 0.11	4,6 ± 0,39	4,5 ± 0,48	3,8 ± 0,40	3,9 ± 0,92
Poids de la portée à la naissance	330 ± 5.8	322 ± 21	320 ± 8,3	258 ± 22	360 ± 50
Poids de la portée à 35 jours	1950 ± 51	1780 ± 151	1675 ± 184	1520 ± 120	2260 ± 524
Poids vif (g)/sujet à 12 semaines	350 ± 30	1310 ± 219	815 ± 36	1505 ± 24	1812 ± 87
GMQ (8-12 semaines)	18 ± 1.6	13 ± 0,4	12,6 ± 1,6	15 ± 0,8	22 ± 2,4
IC 5-16 semaines	5.2 ± 0.13	5,2 ± 0,1	4,1 ± 0,24	5,2 ± 0,16	4,2 ± 0,2

I.1.2.2 En Algérie :

En Algérie, les travaux réalisés sur la population locale avaient pour objet de caractériser les performances de reproduction et de croissance. Quatre types de populations locales ont été étudiés :

- **la population locale** élevée en confinement et en milieu contrôlé à l'ITELV a été constituée depuis 1993. Les géniteurs de cette dernière provenaient de neuf wilayas d'Algérie. Cette population a présenté un niveau de performances constant mais très hétérogène durant plusieurs années (Ait Tahar et Fettal, 1990 ; Daoudi et AinBaziz, 2001 ; Gacem et Bolet, 2005 ; Chaou, 2006 ; Saidj, 2006 ; Moulla, 2006 ; Moumen, 2006).
- **la population dénommée Kabyle** présente une diversité du point de vue couleur de la robe, et plusieurs phénotypes de couleur peuvent être trouvés. Les plus communs sont : le fauve, le blanc tacheté, le gris tacheté. La population actuelle résulte d'un brassage fait anarchiquement, à partir des années 1970, année durant laquelle des races ont été importées telles que le Fauve de Bourgogne, le Néo-Zélandais, et le



Californien, ajouté à cela l'introduction de souches hybrides blanches (Hyla et Hyplus), entre 1980 et 1985. Ceci a induit la perte du lapin original kabyle (Lounaouci, 2001 ; Berchiche et Kadi, 2002 ; Ferrah et *al.*, 2003 ; Zerrouki et *al.*, 2005) (Tableau 2).

Tableau 2 : Poids vifs obtenus à différents âges de la population locale
(Synthèse de Nezar, 2007)

Classe I (jeunes)		Classe II (adultes)	Références bibliographiques
Age (semaines)	Poids (g)	Poids (g)	
13	1800	-	Fettal et <i>al.</i> , (1994)
-	-	3000	Zerrouki et <i>al.</i> (2001)
12	1900	//	Berchiche et Kadi (2002)
13	1962	//	Berchiche et <i>al.</i> (2004)
15	2290	2810	Lakabi et <i>al.</i> (2004)
-	-	2890	Zerrouki et <i>al.</i> (2004)
12	2003	-	Zerrouki et <i>al.</i> (2005)

- aussi d'autres travaux sont réalisés sur des **groupes d'animaux** localisés dans la région sud-est du pays (Nezar, 2007) ainsi que l'ouest du pays (ITELV, 2007).
- Enfin la **population « blanche »** issue « d'hybrides commerciaux » importés de France par l'Algérie au cours des années 1980. En l'absence d'un renouvellement à partir des lignées parentales le remplacement des reproducteurs a été effectué sur place, en choisissant parmi les sujets destinés à la boucherie, d'où l'appellation de population locale « Blanche ». Cette pratique a été maintenue jusqu'à ce jour, sans apport extérieur. Cette population présente une robe uniforme de couleur blanche (Zerrouki et *al.*, 2007) (Tableau 3).



Tableau 3 : Performances de croissance de la population locale « blanche »

Performances	Lounaouci et al. (2008)	Zerrouki et al. (2008)
Poids à 35 jours (g)	564	590
Poids final (g)	2111 (12 s)	1579 (10 s)
Gain moyen quotidien (g)	32,05	28,5
Ingéré/ jour (g/j)	99,2	82,5
IC	3,10	2,92

I.1.2.3 Amélioration des populations locales en Algérie :

❖ Création de la souche synthétique :

Les travaux de caractérisation ont mis en évidence les défauts de la population locale, à savoir sa prolificité et son poids adulte trop faibles pour être utilisable telle quelle dans des élevages producteurs de viande, mais aussi ses qualités, à savoir une bonne adaptation aux conditions climatiques locales. Il convenait donc de définir un programme permettant d'améliorer la prolificité et le poids de cette population, tout en conservant ses qualités d'adaptation. Deux idées de programme de sélection génétique sont mis en place, la première concerne la création de la souche synthétique (Gacem et Bolet, 2005).

❖ Création de souches améliorées sur la croissance et la prolificité :

La deuxième idée est confortée par l'étude des corrélations qui montre des aptitudes à la création d'une lignée prolifique (Saidj, 2006) et d'une lignée à croissance améliorée (Chaou, 2006).

I.1.3. Souches :

La souche est une population d'effectif limité, fermé ou presque fermé, sélectionnée pour un objectif plus précis qu'un standard. Pour créer une souche on peut partir d'une ou plusieurs populations et / ou race. Ces souches sont souvent génétiquement plus homogènes que les races (De Rochambeau, 1990).

En Europe de l'Ouest, la très grande majorité des éleveurs de lapins ayant une activité commerciale utilise des croisements contrôlés entre souches spécialisées complémentaires. Une grande partie du travail des firmes de sélection cunicole consiste en



effet à choisir les critères de sélection de leurs différentes souches pour que leur complémentarité permette d'accroître les performances techniques et économiques de lapins exploités en croisement.

I.2. QUELQUES PARTICULARITES DIGESTIVES CHEZ LE LAPIN :

Le lapin est un herbivore strict, monogastrique et caecotrophe, qui doit tirer profit des nutriments qui lui sont nécessaires des aliments dont la valeur nutritive est assez pauvre. Toutefois, son tube digestif contient une flore constituée de bactéries, de protozoaires, qui sont capables de digérer la cellulose, principalement dans le cæcum. De ces spécifications nous n'en citerons que les plus importantes.

I.2.1. Le cæcum et le côlon :

Le cæcum est, relativement au reste du tube digestif du lapin et comparé aux autres petits mammifères, de taille très importante. Il occupe le tiers de l'abdomen et a une capacité qui représente la moitié de la capacité totale du tube digestif (Gidenne et Lebas, 2005). En forme de spirale, il se termine par un appendice qui est un organe lymphoïde et joue un rôle dans la résistance aux maladies (Figure 1). Le pH cæcal est voisin de 6 mais il fluctue au cours de la journée, il est moins acide le matin.

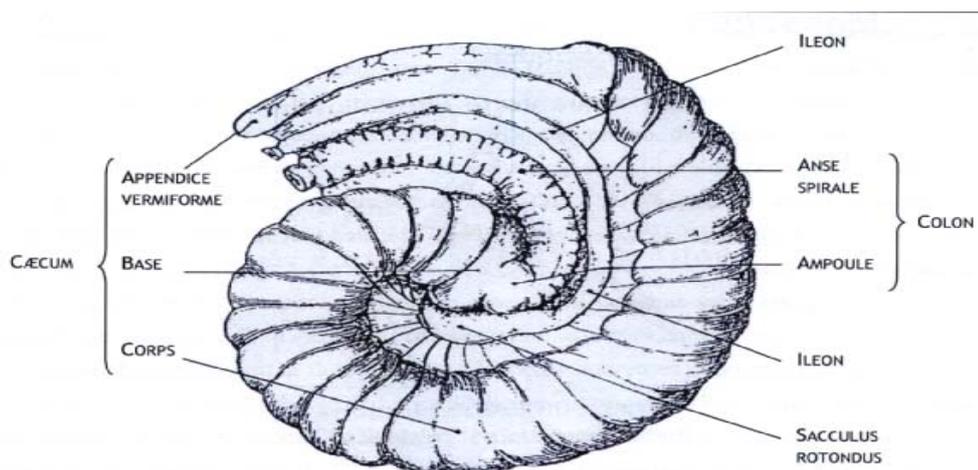


Figure 1 : Conformation externe du caecum (Barone et *al.*, 1973)



Dans le **côlon**, les contractions musculaires de la paroi séparent les éléments fibreux des éléments non fibreux grâce aux différences de densité (Figure 2). Les contractions péristaltiques entraînent rapidement les éléments fibreux à travers le côlon, ils seront éliminés dans les fèces dures environ quatre heures après la prise alimentaire. Les liquides et les petites particules (moins de 0,5mm) sont eux amenés dans le cæcum par des contractions antipéristaltiques de la paroi du côlon, où ils sont retenus pour subir une fermentation. Les résultats de cette fermentation sont des acides aminés, des acides gras volatils, de la vitamine B... Certains éléments sont absorbés à travers la paroi du cæcum, le reste passe dans le côlon, sous forme de caecotrophes.

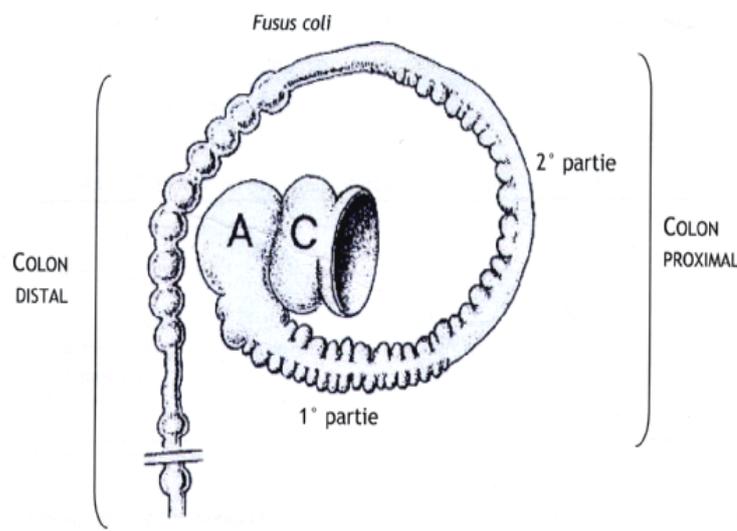


Figure 2 : Représentation schématique du côlon (Snipes et *al.*, 1982)

I.2.2. Activité du côlon et phénomène de la caecotrophie

La particularité digestive des Lagomorphes se situe dans le fonctionnement dualiste du côlon proximal régulé par le cycle lumineux nyctéméral (Gidenne et Lebas, 2005) aboutissant à la formation de deux types de crottes : crottes molles dites caecotrophes et crottes dures.

Si le contenu caecal se déverse dans le côlon en fin de nuit ou en début de matinée ; il subit peu de changements biochimiques au niveau du côlon proximal.



Les digesta progressent vers le rectum, sous l'action du péristaltisme de la paroi colique et sont enrobés de mucus, prennent la forme d'agglomérat de petites granules (n : 5 à 8) appelés caecotrophes qui gagnent alors l'anus où l'animal les prélève directement.

Si par contre le contenu caecal s'engage un autre moment de la journée, il progresse dans le côlon sous l'action d'un double péristaltisme dans les directions opposées. La partie liquide accompagnée de petites particules (0,1mm) associées aux produits stables et aux microorganismes retournent vers le caecum pour subir d'autres dégradations bactériennes (Gidenne, 1997), les éléments dissous et l'eau passent dans le sang.

Les grosses particules (supérieure à 3mm) sont maintenues au centre de la lumière intestinale, puis évacuées par des contractions vers le rectum sous forme de crottes dures (Figure 3).

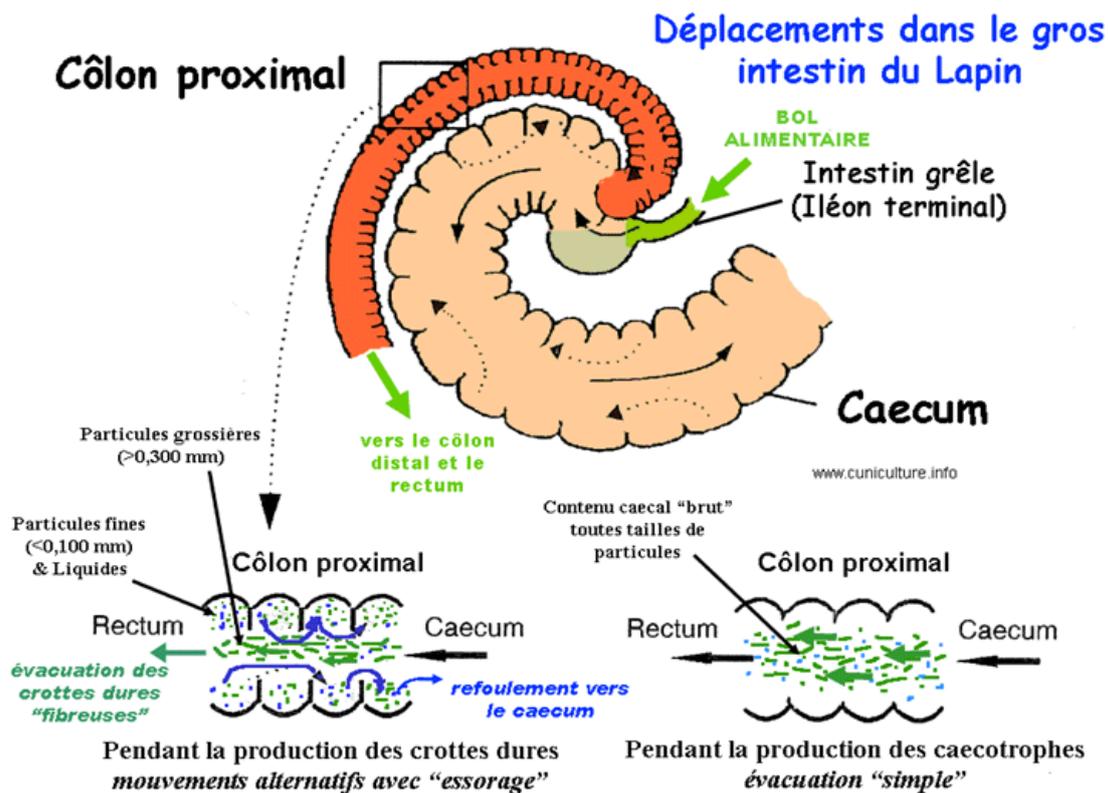


Figure 3 : Fonctionnement du côlon dans la fabrication des crottes dures et des crottes molles (Lebas, 2006).



La composition des caecotrophes et des crottes dures est différente (Tableau 4). Les caecotrophes sont enrichis : en protéines issues des biosynthèses microbiennes contribuent de 15 à 20% des apports azotés journaliers (Garcia et *al.*, 1995, Belenguer et *al.*, 2005) en plus ces protéines sont riches en acides aminés essentiels tel que la lysine, la thréonine et la méthionine (Ferrando et *al.*, 1972), en vitamines B , C et en minéraux.

Les crottes dures sont enrichies en fibres. Le transit digestif du lapin dure environ de 15 à 30 heures avec une moyenne de 20 heures (Lebas, 2006).

Tableau 4 : Composition moyenne des crottes dures et des caecotrophes.

(Proto, 1980 ; cité par Lebas, 2006).

	Crottes dures		Caecotrophes	
	Moyenne	Extrêmes	Moyenne	Extrême
Matières sèches en %	53	48-66	27,1	18-37
<i>En % de matière sèche</i>				
Protéines	13,1	9-25	29,5	21-37
Cellulose brute	37,8	22-54	22	14-33
Lipides	2,6	1,3-5,3	2,4	1,0-4,6
Minéraux	8,9	3-14	10,8	6-18

La caecotrophie, caractéristique du comportement alimentaire du lapin, est un processus qui consiste en la ré-ingestion des crottes molles « caecotrophes », provenant du caecum, après la sélection et la rétention des liquides et des fines particules (Hornicke, 1981 ; Cheek, 1987).

En situation normale, en fin de matinée, les caecotrophes dans l'estomac (fundus), représentent jusqu'à 70% du contenu sec (Gidenne, 1987). Le séjour de ces derniers est plus prolongé, on retrouve des caecotrophes intacts (4 à 6 heures) après leur absorption (Gidenne et Lebas, 2005).

La caecotrophie présente un réel intérêt nutritionnel. Chez un lapin sain nourri avec une alimentation équilibrée, elle fournit 15 à 25 % de protéines réingérées (Gidenne et Lebas, 1987), la totalité des vitamines B et C (Lebas, 2000), 40 % de lysine (Belenguer et *al.*, 2004) et 20% de lipides (Gomez et *al.*, 2004). La composition des caecotrophes peut varier selon l'alimentation (Proto et *al.*, 1968).



La régulation de la caecotrophie est dépendante de l'intégrité de la flore digestive et du rythme d'ingestion.

L'ingestion des caecotrophes est observée dans un délai de 8 à 12 heures chez les animaux rationnés (Gidenne et Lebas, 2005), et après le pic d'ingestion environ 1h après l'extinction des lumières chez les animaux nourris à volonté (Laplace, 1978).

Elle est également dépendante de régulations internes selon des mécanismes encore mal déterminés. Cette régulation est sous le contrôle des glandes surrénales, elle est inhibée par la sécrétion d'adrénaline (Lebas, 2002).

Le comportement de caecotrophie apparaît chez le lapereau aux environs de trois semaines, au moment où il commence à consommer les aliments solides en plus du lait maternel.

I.2.3. La flore digestive du lapin :

Le lapin se distingue par la composition de sa flore digestive : la majorité des bactéries sont des anaérobies stricts, non sporulées, gram négatif, genre *Bactéroides*. Les bactéries habituellement retrouvées dans le tube digestif des mammifères, comme *Escherchia Coli* ou *Lactobacilli* sont généralement absentes, sauf en cas de ration riche en glucides et pauvre en fibres. La population bactérienne du gros intestin du lapin a une activité protéolytique et cellulolytique (Gallois, 2006).

La composition de la flore évolue avec l'âge. Ainsi, chez le lapereau de moins de trois semaines, les bactéries s'établissent peu, du fait de la présence d'un acide gras antimicrobien dans le lait de lapine. Vers le 14^{ème} jour, on observe une prédominance de *Streptococci* puis la flore définitive s'installe progressivement grâce au pH moins acide de l'estomac qui permet le passage des bactéries vers le gros intestin (Quinton, 2003).

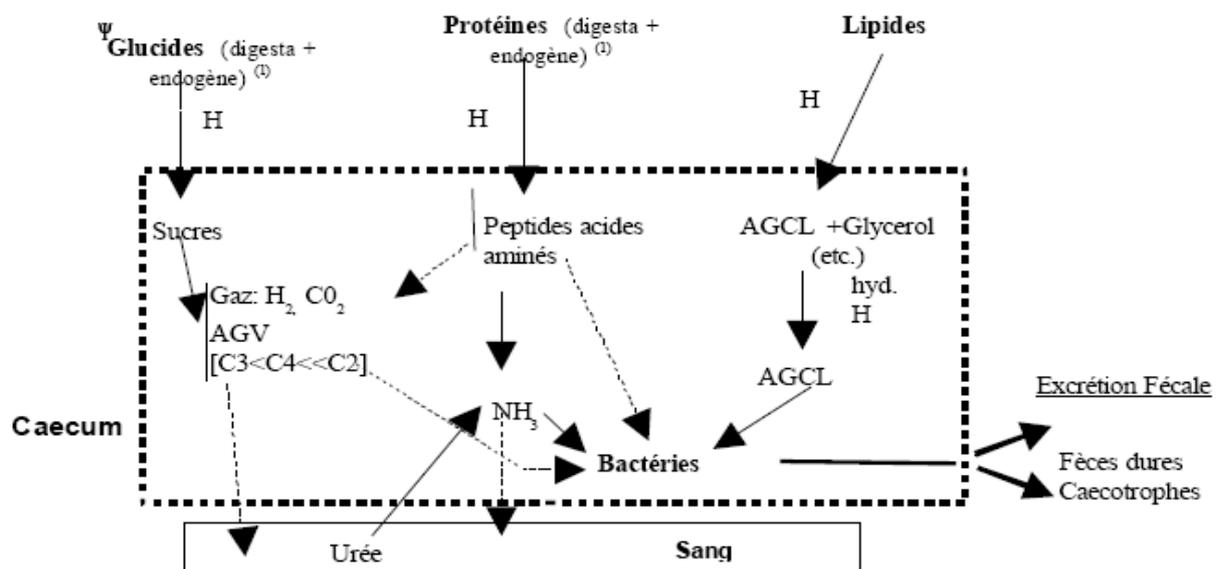
La composition de la ration influence celle de la flore bactérienne. Une ration pauvre en fibres et riche en glucides et en protéines entraîne une alcalinisation du pH du cæcum et par conséquent un développement important de *Clostridium* et d'*E. coli* avec pour résultat l'avènement de diarrhées (Gadoud, 1992).

Au niveau du caecum, le rôle majeur des microorganismes est l'hydrolyse et la fermentation des résidus alimentaires non digérés et non absorbés (fibres et molécules



endogènes protéiques) dans l'intestin grêle (Forsythe et Parker, 1985 ; Guarner et Malagelada, 2003).

La dégradation des nutriments par la flore (Figure 4) aboutit à la production de divers composés, dont les principaux sont les acides gras volatils (AGV), l'ammoniaque, et des gaz (CO_2 , CH_4 , H_2). Les acides gras volatils sont absorbés en quasi-totalité par la paroi caecale, et ils peuvent couvrir de 30 à 50% des besoins énergétiques d'entretien du lapin adulte (Marty et Vernay, 1984; Gidenne, 1994).



Ψ : substrats primaires non digérés dans l'intestin grêle, et disponibles pour les microorganismes

⁽¹⁾: digesta = nutriments d'origine alimentaire (amidon, fibres, etc.); endogène = polysaccharides du mucus, cellules épithéliales desquamées, protéines enzymatiques, etc.

H = hydrolyse de polymère

hyd. : hydrogénation des acides gras à chaînes longues (AGCL)

AGV : acides gras volatils (C2=acetate; C3=propionate; C4=butyrate)

NH_3 : ammoniaque

Figure 4 : Métabolisme caecal des principaux nutriments et formation des produits terminaux de la fermentation bactérienne (Gidenne et al., 2008).

La source azotée pour les microorganismes caecaux est constituée de molécules endogènes : cellules épithéliales desquamées, mucus, bactéries lysées et urée.

Les activités métaboliques (protéolytiques et uréolytiques) aboutissent à la production d'ammoniac après fermentation des acides aminés. L'activité uréolytique observée (Hill,



1983, Crociani et *al.*, 1984 ; Forsythe et Parker, 1985) serait principalement dévolue aux bactéries associées à la muqueuse caecale (Hill, 1983).

L'ammoniac produit, peut être soit directement absorbé par la muqueuse caecale pour la synthèse hépatique des acides aminés non essentiels soit utilisé dans la biosynthèse microbienne essentiellement protéique (Crociani et *al.*, 1985).

Les produits de cette biosynthèse peuvent être valorisés par le lapin lors de la caecotrophie (Forsythe et Parker, 1985).

Les microorganismes ont également un rôle dans l'absorption de certains minéraux. Les besoins en vitamines du groupe B et du groupe K du lapin, sont couverts par les biosynthèses microbiennes en l'absence de troubles digestifs au cours de la caecotrophie (Lebas, 2000). Des activités amylolytiques (Marounek et *al.*, 1995 ; Padilha et *al.*, 1995), lipolytiques (Marounek et *al.*, 1995) et mucinolytiques (Hill, 1986) ont été identifiées au niveau caecal. Le contenu caecal plus riche à sa sortie qu'à son arrivée transite ensuite dans le côlon.

I.2.4. Efficacité digestive et facteurs de variation

Les aliments ingérés ne sont pas digérés et absorbés en totalité, une partie des ingesta est retrouvée dans les fèces. La digestibilité fécale apparente des aliments (D_a) est la proportion des aliments non excrétée donc sous estimée :

$$\text{CUD}_a = (\text{quantité ingérée} - \text{quantité excrétée}) / \text{quantité ingérée}$$

Cependant cette valeur estimée ne correspond pas à la digestion réelle, des substances d'origine endogène se retrouvent dans les fèces : mucus, débris de cellules desquamées, microorganismes et des produits de synthèse bactérienne dont la proportion est difficile à évaluer. Ainsi la digestibilité apparente sous estime la capacité de l'animal à digérer l'aliment particulièrement les protéines.

L'efficacité digestive est susceptible de varier avec de nombreux facteurs liés à l'animal et à l'aliment :



a) L'âge :

L'efficacité digestive augmente dès 25 jours d'âge (Figure 5) quelque soit le nutriment considéré y compris les fibres (65%) et l'amidon (supérieur à 99%). Après le sevrage une baisse d'efficacité digestive apparente est constatée pour l'ensemble des nutriments excepté l'amidon, cette réduction pourrait être due à une surestimation de la digestibilité réelle avant 35 à 40 jours (Fortun-Lamothe et Gidenne, 2003).

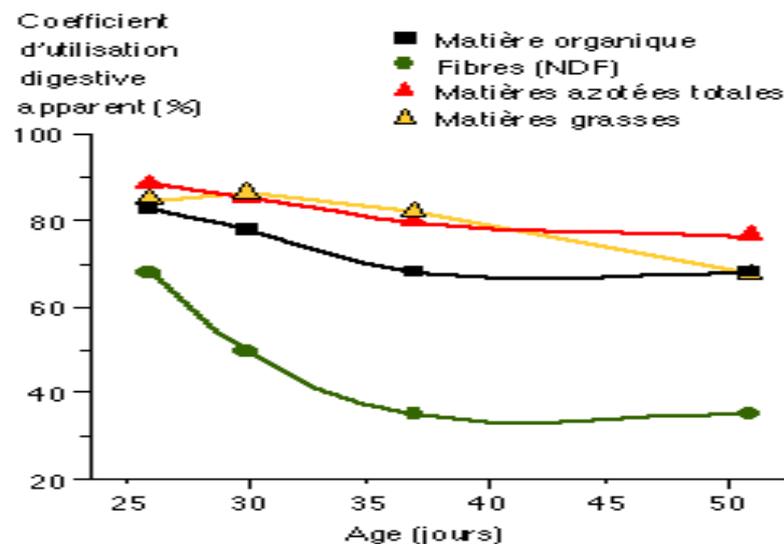


Figure 5 : Evolution de l'efficacité digestive totale apparente du lapereau (Debray *et al.*, 2001)

b) Le sexe :

Chez le lapereau en croissance aucune variation de l'efficacité digestive n'est observée. Par contre chez l'adulte, la femelle semble mieux digérer la matière sèche et la matière organique que le mâle (Colin, 1976).

c) La Race :

Selon Colin (1976) l'influence de la race reste difficile à démontrer. Certains auteurs ne trouvent aucune différence entre les animaux de la race californienne, d'autres enregistrent des CUD plus élevés chez les Néo-Zélandais comparés aux lapins de race californienne.

d) Niveau d'ingestion :

Des variations importantes du niveau d'ingestion (de l'ordre de 40-50%) influent parfois, sur l'efficacité digestive. Par contre les différences observées peuvent être dues



au rationnement et aux modifications du transit qui résulte de la variation du niveau d'ingestion lui-même (Colin, 1976).

e) Taux et nature des protéines :

Une augmentation du taux de protéines dans l'aliment entraîne une élévation de l'efficacité digestive et le CUD varie avec leur origine (Colin, 1976).

f) Effet de la cellulose :

L'élévation du taux de cellulose diminue sensiblement le CUD de la matière sèche, de la matière organique et de l'énergie (Colin, 1976).

g) Effet des fibres :

Peiheiro et *al.* (2008) ont constaté, que la diminution du niveau des fibres, de 323 g/kg à 248 g de NDF/kg, en dehors du changement de la qualité des fibres, augmentent la digestibilité de l'aliment et réduisent la fermentation caecale.

h) Effet des lipides :

Les effets de l'augmentation du taux des lipides restent controversés, certains auteurs ont trouvé une amélioration et d'autres une dégradation de l'efficacité digestive (Colin, 1976).

I.2.5. Les besoins nutritionnels du lapin

L'alimentation est extrêmement importante, car elle conditionne tous les facteurs indispensables à la vie et à la reproduction des animaux. Une alimentation appropriée permettant au lapin de satisfaire tous les besoins nutritionnels, assure non seulement un bon développement du sujet, mais aussi une reproduction régulière.

Par contre une alimentation erronée ou mal équilibrée, compromet la santé et l'activité vitale du lapin.

Selon Colin (1975) et Lebas et *al.* (1991), une production intensive est conditionnée par une alimentation équilibrée susceptible d'apporter la totalité des éléments nécessaires pour éviter les effets défavorables dus à l'insuffisance ou à l'excès des éléments nutritifs. Le lapin comme tout animal doit pouvoir trouver dans son alimentation tous les éléments constitutifs de son organisme : protéines, lipides, glucides, minéraux, lipides et l'eau.



I.2.5.1 Les besoins énergétiques

L'énergie nécessaire aux synthèses organiques est fournie par les glucides et peu par les lipides. En cas d'excès de protéines, ces dernières participent à la fourniture de l'énergie après désamination (Lebas *et al.*, 1991). Le besoin global dépend des facteurs extérieurs :

➤ **Le poids corporel** : plus l'animal est lourd, plus les besoins de son métabolisme sont importants.

➤ **L'activité et le stade physiologique**: la croissance, la reproduction et l'allaitement nécessite un apport énergétique supplémentaire pour assurer les différentes synthèses au niveau du muscle ou de la glande mammaire. Le lapin en croissance comme la lapine reproductrice, ajuste sa consommation alimentaire en fonction de la concentration énergétique des aliments qui lui sont présentés. Chez un jeune lapereau en croissance de souche Néo-Zélandais ou Californien, l'ingestion quotidienne se régule aux environ de 220 à 240 kcal d'énergie digestible (ED) / kg de poids métabolique ($PV^{0,75}$) (Lebas *et al.*, 1991).

Les lapines en lactation, sont susceptibles au déficit énergétique (Xiccato, 1996), une baisse d'énergie peut provoquer une baisse d'acceptabilité du mâle, baisse du taux de fertilité (Maertens, 1992, Fortun-Lamothe, 1998) et une forte mortalité en fin de lactation (Debray, 2002).

➤ **La température** : à basse température le maintien de la température corporelle à un niveau constant est plus coûteux en énergie. Il faut donc augmenter la quantité d'énergie absorbée, soit en augmentant la quantité d'aliments soit en améliorant la concentration énergétique de ce dernier (Perrot, 1991). Si la température augmente (20 à 22 °C), le besoin diminue un peu et se réduit plus lorsque la température dépasse 25 et 28°C (Lebas *et al.*, 1991).

Dans une ambiance convenable, le lapin est capable d'adapter sa consommation en énergie à ses besoins si on lui présente à volonté un aliment concentré (9,5 à 12 MJ ED/ kg), le cas des aliments granulés complets de gamme de 2300 à 3000 Kcal/ (Lebas *et al.*, 1996).

Ayyat *et al.* (1994) ont utilisé trois niveaux énergétiques (Tableau 6) : haut (2707 Kcal DE/kg), moyen (2436 Kcal DE/kg), et bas (2276 Kcal DE/kg), ils ont constaté que les différences n'étaient pas significatives sur les performances de croissance, la digestibilité, la carcasse et les métabolites sanguins entre ces trois niveaux et qu'il était profitable dans ce cas d'utiliser un aliment dont le niveau énergétique est de 2276 Kcal/kg.



Tableau 5 : Performances de croissance du lapin Néo-zélandais nourris avec trois aliments de concentrations énergétiques différentes (Ayyat et *al.*, 1994)

Niveaux d'énergie	HAUT	MOYEN	BAS
	2707KcalDE/kg	2436KcalDE/kg	2276 Kcal DE/kg
Nombre de lapins	16	16	16
Poids vif initial (g) à 7 sem	849 ± 14	849 ± 13	850 ± 13
Poids vif final (g) à 13 sem	1922 ± 50	1965 ± 42	1928 ± 61
Gain moyen quotidien (g /j) 7-13 sem	25,5 ± 0,9	26,6 ± 0,8	25,7 ± 1,1
Quantité ingérée (g/j) 7-13 sem	83,0 ± 3,2	80,0 ± 2,5	94,0 ± 2,9
Indice de conversion 7-13 sem.	3,3	3,3	3,7

Lorsque la teneur en énergie digestible de la ration diminue (< à 9MJd'ED/kg), le lapin augmente son niveau d'ingestion de manière à tenter d'assurer un apport constant d'énergie digestible (Lebas, 1975 ; Meartens et De Groote, 1978).

Renouf et Offner (2007) ont montré que l'utilisation d'un aliment riche en énergie améliore l'efficacité alimentaire mais dégrade la mortalité sans avoir d'effet positif sur la croissance et le poids à la vente. L'aliment distribué au sevrage n'a pas d'effet sur le rendement. En revanche, un aliment riche en énergie distribué entre 49 et 71 jours permet d'améliorer le rendement en carcasse (Tableau 7).



Tableau 6 : Effet du niveau énergétique de l'aliment et de la période de distribution sur les performances zootechniques (Renouf et Offner, 2007).

Traitement	M1	H1	M2	H2	Ecart-type résiduel	Signif.
Aliment de 35-49 jours			Aliment bas	Aliment bas		
Aliment de 49-71 jours	Aliment medium	Aliment haut	Aliment medium	Aliment haut		
Nb de lapins	168	168	168	168		
Nb de cages /lot	24	24	24	24		
Mortalité (%)	2,4 *	8,3 ^b	2,4 *	6,5 ^b		P = 0,05
Poids (g) à 35j	994	996	992	999	14	NS
Poids (g) à 49j	1559	1638	1544	1555	50	**
Poids (g) à 71j	2535	2584	2526	2541	96	NS
GMQ(g/j) 35-49j	43,4	49,4	42,5	42,8	3,7	**
GMQ(g/j) 49-71j	44,4	43	44,6	44,8	3,4	NS
GMQ(g/j) 35-71j	44	45,4	43,8	44,1	2,7	NS
CT (g/période) 35-49j	1382	1407	1510	1534	86	**
CT (g/période) 49-71j	3491	3235	3505	3301	208	**
CT (g/période) 35-71j	4873	4642	5016	4835	260	**
ICT 35-49j	2,46	2,20	2,74	2,76	0,14	**
ICT 49-71j	3,58	3,43	3,57	3,36	0,18	**
ICT 35-71j	3,16	2,93	3,27	3,14	0,11	**
Rendement (%)	59,8	61,3	59,8	61,3		
Adiposité périrénale	2	4	2	3		

GMQ : gain moyen quotidien

CT : consommation technique

ICT : indice de consommation technique

NS : non significatif P > 0,05

** : P ≤ 0,01

a, b les moyennes affectées de la même lettre ne diffèrent pas au seuil de 5%

1.2.5.2 Les besoins azotés

Le lapin est très sensible à la qualité des protéines de sa ration. Elles doivent représenter 15 à 16 % de la ration pour les jeunes lapereaux en croissance et 16 à 18 % pour les femelles allaitantes (Lebas et *al.*, 1991). Pour la croissance, le rapport protéines / fibres est important, elle s'accélère si la quantité de protéines est élevée et ralentie si la quantité de fibres est trop abondante (Gianinetti, 1984).

Selon Lebas et *al.*, (1996), dix des 21 acides aminés, constituant les protéines sont indispensables pour le lapin en croissance.

Un taux de 0,6% de lysine est suffisant pour obtenir des performances de niveau élevé (Colin, 1976 ; Lebas, 1980). Colin (1976) montre que le besoin en lysine est fonction de la concentration énergétique de l'aliment et qu'un optimum se situe entre 2,2 et 2,6 g de



lysine /1000 kcal d'énergie digestible. Aussi, le besoin en arginine est de 0,90 pour une meilleure croissance quelque soit le taux de lysine (Colin, 1976).

Lebas (1989) estime que le taux optimum d'acides aminés soufrés (méthionine, cystine) est de 0,6% pour un aliment contenant 15 à 16 % de protéines brutes.

L'optimum en thréonine est de 0,5 %, l'augmentation de ce taux à 0,58 % en deuxième moitié de la période d'engraissement permet d'obtenir une meilleur vitesse de croissances avec des indices de consommation plus faibles (Montessy *et al.*, 2000).

Briens (1996), estime qu'un apport thréonine / lysine de 0,89 % serait optimal durant la période post-sevrage (29 à 49 jours), par contre ce rapport serait supérieur entre 49 et 63 jours d'âge.

Selon Colin (1976) ces derniers sont indispensables à la croissance, un manque d'un acide aminé essentiel dans un régime alimentaire entraîne :

- Une baisse de consommation de l'aliment.
- Une faible utilisation métabolique des protéines.
- Une dégradation du gain de poids vif de l'indice de consommation (Tableau 8), du bilan azoté et de l'efficacité alimentaire.

Tableau 7 : Effet de la diminution du taux de protéines ou des acides aminés essentiels en dessous des valeurs recommandées sur des performances de croissance

(Lebas *et al.*, 1996)

Réduction du taux dans la ration	Diminution du gain de poids		Augmentation de l'indice de consommation	
	Valeur absolue (g/jour)	%	Valeur absolue (g/jour)	%
Protéines (1 point)	-3	-8,5	+0,1	+3
Méthionine (0,1 point)	-2	-6	+0,1	+3
Lysine (0,1 pont)	-5	-14	+0,1	+3
Arginine (0,1 point)	-1,5	-4,5	+0,1	+3

Il convient de noter qu'un aliment équilibré en acides aminés essentiels est toujours consommé en plus grande quantité qu'un aliment carencé (Lebas *et al.*, 1991). Lebas *et al.* (1973) et Colin (1975) ont confirmé l'essentialité de ces acides aminés. En outre, ils ont également suggéré que le niveau optimal d'un acide aminé dépend de l'équilibre avec d'autres acides aminés et du niveau de l'énergie dans le régime.



Contrairement aux ruminants, les lapins ne peuvent pas valoriser l'azote non protéique (urée) en raison de la dégradation et de l'absorption de celui-ci avant toute valorisation par les microorganismes du caecum (Lebas, 2002).

I.2.5.3 Les besoins en matières grasses

Bien que les lipides se trouvent dans l'aliment en quantité suffisante, ces derniers sont extrêmement importants durant la période d'engraissement et d'allaitement (Gianinetti, 1984). Les lipides contenus dans l'aliment sont considérés comme des produits de réserves adipeuses localisées dans le tissu sous cutané, intramusculaire et dans la région périrénale (Gianinetti, 1984).

Les aliments qui composent la ration du lapin contiennent suffisamment de matières grasses naturelles. Une ration classique qui comprend 3 à 4 % de lipides couvre en général ce besoin (Colin, 1976).

Une augmentation de l'apport de lipides n'aurait comme seul but qu'un accroissement de la concentration énergétique de la ration, puis que les lipides apportent environ deux fois plus d'énergie digestible que les glucides (Lebas et *al.*, 1991).

I.2.5.4 Les besoins en cellulose

La cellulose joue un rôle essentiel chez le lapin. Partiellement digérée, la fraction assimilable participe comme les glucides, à la couverture des besoins énergétiques ; la fraction indigestible assure une régulation de la motricité intestinale.

Pour les lapereaux en croissance l'apport est indispensable car le fonctionnement intestinal est moins stable que celui des adultes.

Une teneur de 13 à 14 % est satisfaisante pour les jeunes en croissance et de 11 à 13 % est acceptable pour les femelles allaitantes (Lebas et *al.*, 1996) et de 10 à 12 % pour les reproductrices.

I.2.5.5. Les besoins en minéraux et en vitamines

Comme pour les besoins protéiques et énergétiques, on distingue un besoin minimum en fonction du stade physiologique et du niveau de production.

Selon Lebas et *al.* (1996), les besoins en calcium et en phosphore des lapins en croissance sont inférieurs à celles des lapines allaitantes, car ces dernières exportent des



quantités importantes de minéraux dans le lait : 7,8 g par jour en pleine lactation dont près d'un quart sous forme de calcium.

Il est évident que la carence d'un ou de plusieurs minéraux peut provoquer des déséquilibres susceptibles d'entraîner des pathologies plus ou moins graves, mais qui compromettent les conditions d'efficacité de l'organisme. Les manifestations les plus fréquentes : l'amaigrissement, l'asthénie, retard de développement, altération de la structure osseuse et de la composition du sang.

Le lapin a besoin de vitamines hydrosolubles (B et C) et de vitamines liposolubles (A, D, E, K). Les microorganismes de sa flore digestive synthétisent des quantités importantes de vitamines hydrosolubles qui sont valorisés par la caecotrophie, dont l'apport est suffisant pour couvrir les besoins d'entretien et de production.

Cependant les animaux à croissance très rapide répondent favorablement à l'addition de 1 à 2 ppm de vitamines B1 et B6 ; 6 ppm de vitamines B2 (Lebas *et al.*, 1996).

Les vitamines et les minéraux sont apportés sous forme de granulé dit « complément minéral vitaminé » distribué en permanence, ou occasionnellement.

I.2.5.6. Le besoin en eau

L'eau abondante dans les fourrages frais (65 à 90%) l'est beaucoup moins dans les fourrages secs (10 à 20 %) et en quantité réduite dans les grains (10%). Dans les aliments préparés, l'eau indiquée comme humidité n'est que de 12 ou 13%.

Les besoins varient selon le stade physiologique : chez un jeune lapereau en croissance ou une femelle gestante, environ 90 ml d'eau / kg de poids vif par jour, chez la femelle allaitante 200 à 250 ml / kg de poids vif au moment du pic de lactation (Lebas *et al.*, 1991).

Un abreuvement insuffisant entraîne : une chute rapide de la consommation de l'aliment qui cesse totalement après 36 à 48 heures (Lebas *et al.*, 1991), des accidents rénaux, perte de poids de 20 à 30 % en moins d'une semaine (Lebas *et al.*, 1991).

Par contre si l'eau est disponible et l'aliment manque le lapin peut survivre de trois à quatre semaines.

Concernant la salinité de l'eau, Ayyat *et al.* (1991) ont constaté qu'une eau saumâtre dont la teneur en sodium est supérieure à 1% réduisait la vitesse de croissance de 12 à 16%.



L'eau doit être de bonne qualité, sur le plan chimique et bactériologique. L'ajout de chlore (12 ppm/l) permet de détruire les bactéries par acidification. Il faut contrôler la concentration en minéraux, certains pouvant se révéler toxiques à forte dose. Elle ne doit pas être distribuée à une température trop basse car cela peut provoquer des troubles digestifs, ni à une température trop élevée car elle sera refusée.

I.3. ROLE DES FIBRES

Les fibres constituent une source majeure de glucides pour les bactéries caecales. Il existe 5 classes de fibres (Figure 6) parmi les quels seules les lignines ne sont pas des composés glucidiques. On distingue deux grandes catégories de fibres : fibres faiblement digestibles et les fibres digestibles :

- Les fibres faiblement digestibles correspondent aux fractions de cellulose dont l'hydrolyse par les bactéries est lente ; et la lignine dont l'hydrolyse est très difficile.
- Les fibres digestibles correspondent aux hémicelluloses et aux pectines insolubles dans l'eau, dont l'hydrolyse par les enzymes bactériennes est rapide.

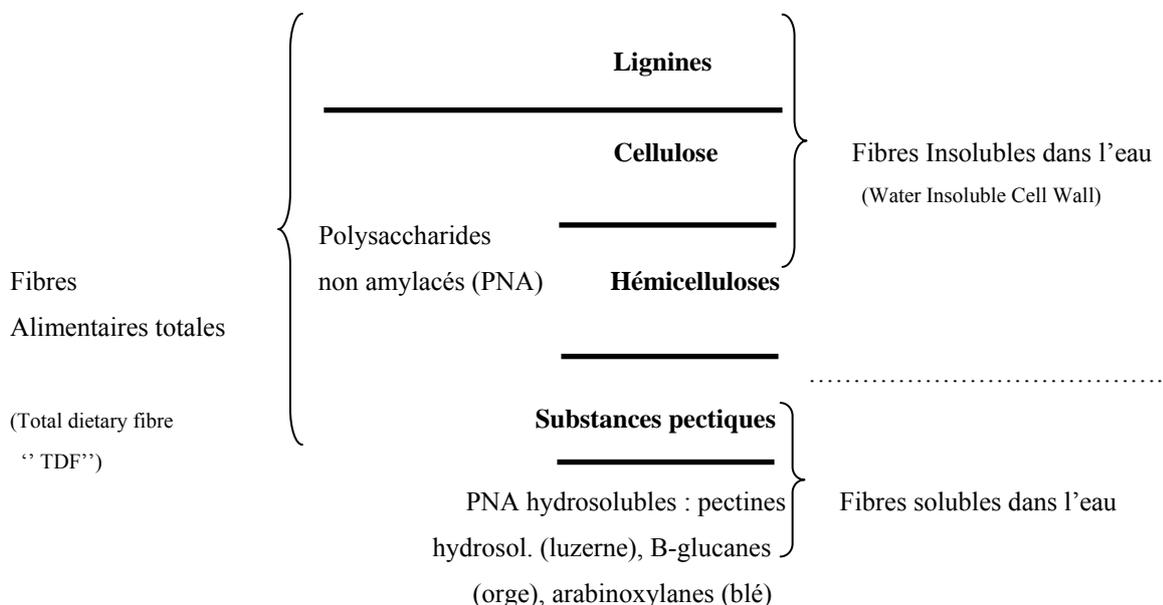
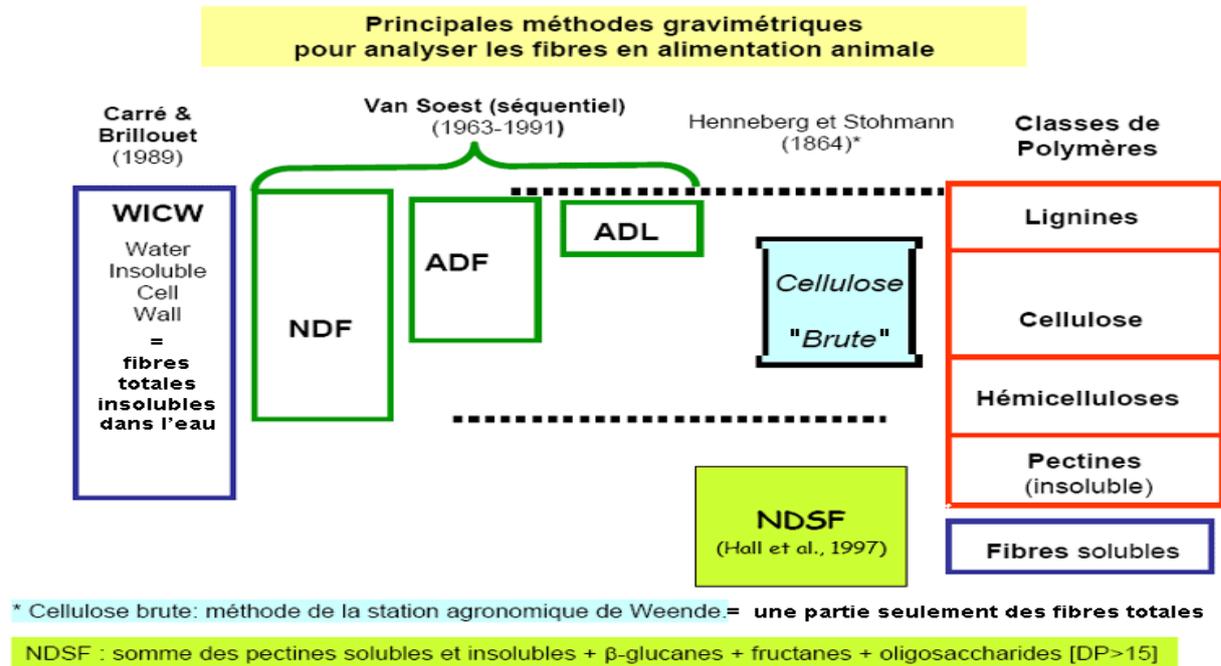


Figure 6 : Classification simplifiée des fibres alimentaires (Méthode de Li, 1995)



Ces fractions fibreuses sont quantifiées par divers dosages (Figure 7). Les recommandations en fibres sont représentées dans le Tableau 9.



Source : T. Gidenne 2006

Figure 7 : Principales méthodes gravimétriques pour l'analyse des fibres alimentaires (Gidenne, 2006)

Tableau 8 : Recommandations alimentaires en fibres et amidon pour le lapin en croissance (Gidenne, 2003).

Fibres en % ou rapports	Post-sevrage	Finition
Lignocellulose (ADF)	≥ 19	≥ 17
Lignine (ADL)	$\geq 5,5$	≥ 5
Cellulose (ADF/ADL)	≥ 13	≥ 11
Ratio ADL/Cellulose	0,40-0,60	$> 0,40$
Hémicellulose	> 12	> 10
Fibres digestibles/ADF	$\leq 1,3$	$\leq 1,3$
Amidon	≤ 14	≤ 18

Les quantités d'amidon et de fibres alimentaires ingérées par le lapin influencent à la fois la digestion de l'aliment, l'activité microbienne caecale et le transit digestif (Figure 8).

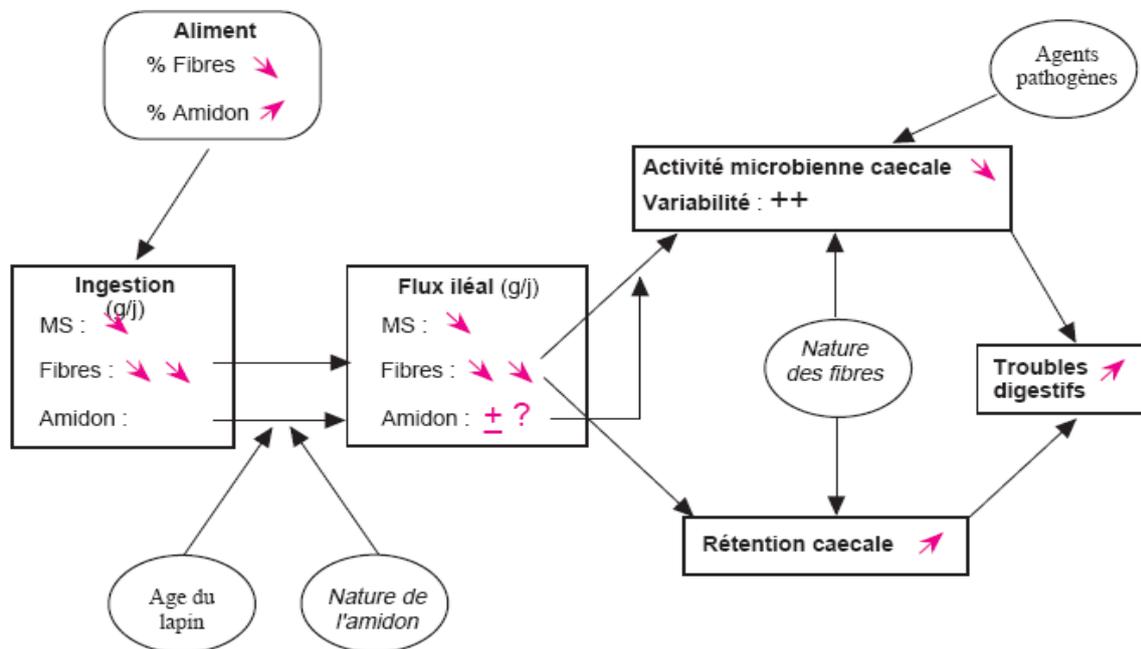


Figure 8 : Incidence digestive d’une réduction du ratio fibre / amidon chez le lapin en croissance (Gidenne, 1996)

Un apport alimentaire déficient en fibres conduit à un ralentissement du transit digestif, à une baisse de la quantité de fibres dégradée (Figure 9) et à des troubles digestifs mortels (Bennegadi et *al.*, 2001). Le besoin en fibres, du point de vue sécurité digestive, se manifeste à la période de post-sevrage, ainsi une réduction de la quantité de fibres entraîne une baisse de vitesse de croissance durant deux semaines qui suivent le sevrage (Gidenne et Jehl, 1999 ; Gidenne et *al.*, 2000 ; Benneguadi et *al.*, 2001).

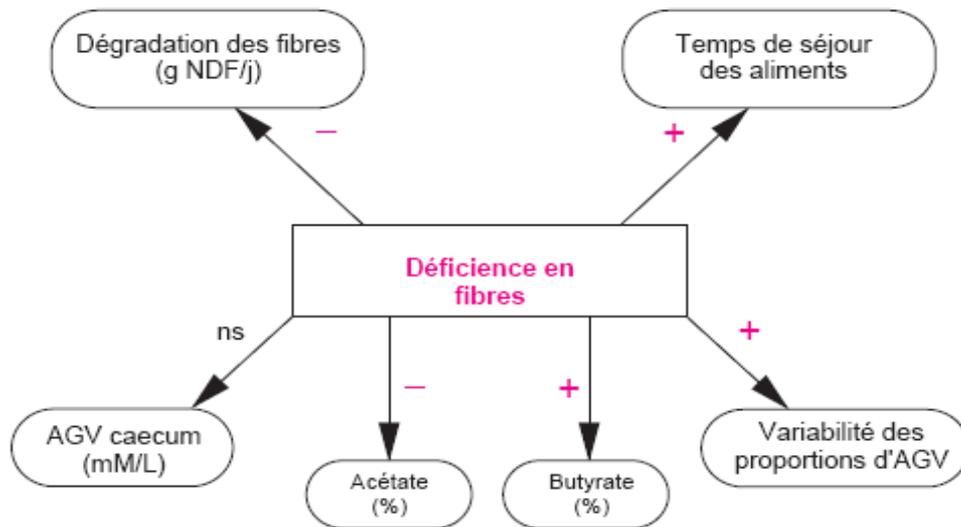


Figure 9 : Incidence d'une déficiency en fibres alimentaires sur quelques paramètres de la digestion chez le lapin (Gidenne, 1996).

Selon Licois et Gidenne (1999), Rémois et *al.* (2000) les fibres ont un effet favorable vis-à-vis de la résistance à des agents pathogènes. Une hausse d'apport de fibres conduit à une dilution énergétique du régime, l'animal doit alors ingérer plus d'aliment, pour satisfaire son besoin énergétique.

Ainsi l'efficacité alimentaire est réduite pour un taux élevé (supérieur à 25% d'ADF) ; l'animal ne peut plus accroître son ingestion ce qui conduit à une réduction de la vitesse de croissance (Gidenne, 2003).

L'effet favorable de l'apport de cellulose et de lignine (ADF) sur la fréquence des troubles digestifs, et la mortalité à l'engraissement, a été montré par Maitre et *al.* (1990) et par Gidenne et *al.* (1998), ainsi le risque sanitaire passe de 18 à 28% lorsque le taux (ADF) passe de 19 à 15%.

L'ingestion de lignine (ADL) entraîne une réduction plus que proportionnelle de la digestion de la ration, associée à une réduction du temps de séjour des aliments et à une hausse de l'indice de consommation (IC) (Gidenne et Perez, 1994 ; Perez et *al.*, 1994).

La réduction du ratio lignine/cellulose entraîne des troubles digestifs (Gidenne et *al.*, 2001) ; ainsi qu'une réduction de vitesse de croissance (-5%) et un ralentissement du transit digestif (Gidenne, 2003).



Par contre, le risque décroît si le taux de lignine augmente (Figure 10). La cellulose est également favorable à l'état sanitaire des animaux, mais à quantités ingérées égales, l'effet est moins marqué que celui observé avec la lignine.

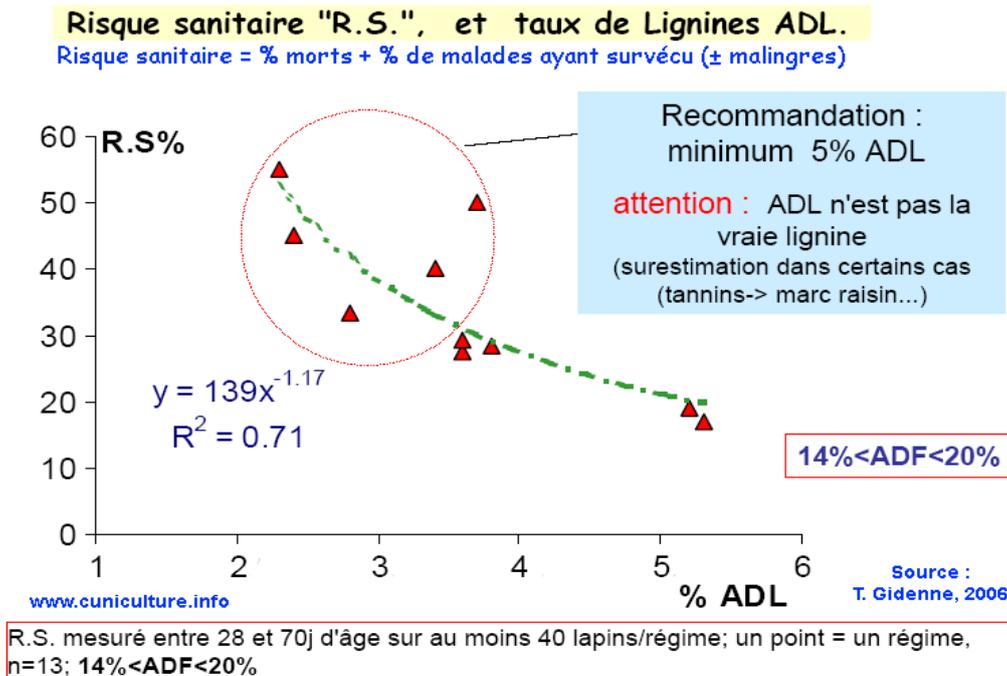


Figure 10 : Effet de l'augmentation du taux de lignine sur le risque sanitaire (Gidenne, 2006)

Les fibres digestibles jouent aussi un rôle dans la santé digestive du fait du temps de séjour court (8 à 12 heures) (Gidenne, 1997). Une forte proportion de fibres digestibles par rapport aux fibres faiblement digestibles (ADF), accroît le risque sanitaire (Gidenne, 2003) (Figure11).

Cependant, Gidenne et *al.* (2001) ont observé qu'une hausse de 50% du ratio FD/MAT, malgré une forte réduction de l'ingestion de protéines (-23%) n'a pas d'effet majeur sur la croissance ou l'efficacité alimentaire des lapereaux, entre le sevrage et l'abattage, en revanche un meilleur état sanitaire des lapereaux a été constaté.

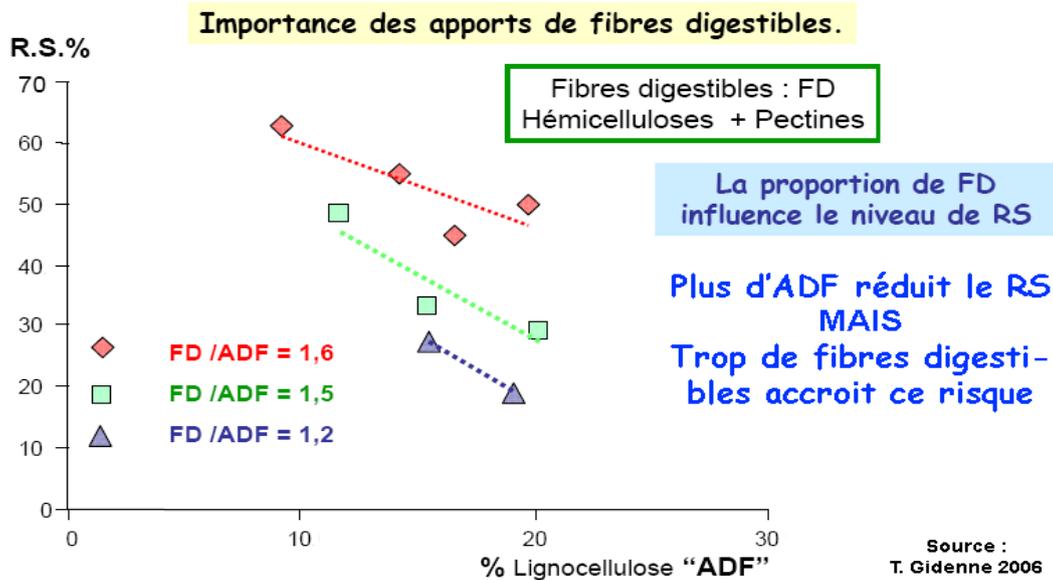


Figure 11 : Importance des apports de fibres digestibles (Gidenne, 2006).

I.4. LE COMPORTEMENT ALIMENTAIRE

A partir du sevrage entre quatre et cinq semaines d'âge, l'ingestion du lapin nourri à volonté avec un aliment granulé équilibré, s'accroît en corrélation avec son poids vif et atteint un plateau entre quatre et cinq mois (Figure 12).

Le lapin régule son ingestion selon son besoin énergétique, comme d'autres mammifères, des mécanismes chémostatiques sont impliqués au travers de son système nerveux et des métabolites sanguins, liés au métabolisme énergétique.

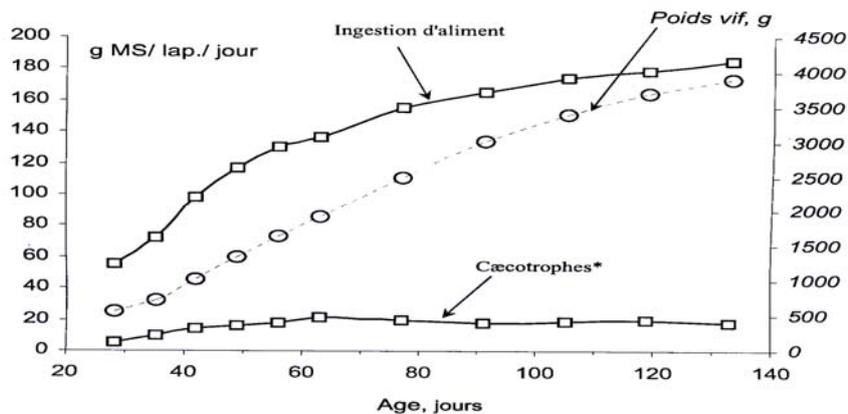


Figure 12 : Ingestion et croissance chez le lapin, entre sevrage (28j.) et l'âge adulte.

(Gidenne et Lebas, 1987)



L'ingestion volontaire est en fait proportionnelle au poids vif métabolique ($PV^{0,75}$) (Gidenne et Lebas, 2005). La régulation chémostatique intervient au delà d'une concentration en énergie digestible (ED) de 9 à 9,5 MJ/kg (Parigi-Bini et Xiccato, 1998).

La répartition des repas solides et liquides n'est pas homogène au cours des 24 heures. Plus de 60% de l'ingestion (en dehors de la phase de caecotrophie) est réalisée en période d'obscurité pour un lapin soumis à un programme lumière/obscurité de 12 heures (Gidenne et Lebas, 2005).

Le niveau de l'aliment est modulé selon le statut physiologique de l'animal. L'ingestion de l'eau est également importante 200 à 250g /jour/kg de poids vif. Chez le lapin en croissance alimenté avec des granulés, le rapport eau / Ms ingérée est de 1,6 à 1,8, tandis que chez l'adulte ou la femelle reproductrice il atteint 2,0 à 2,1 (Gidenne et Lebas, 2005) (Tableau 10).

Tableau 9 : Comportement alimentaire en fonction de l'âge
(Prud'hon et *al.*, 1975).

Age en semaines	6	12	18
Aliment solide (89%de MS)			
- quantité totale par 24h (g)	98	194	160
- nombre de repas par 24h	39	40	34
- quantité par repas (g)	2,6	4,9	4,9
Eau de boisson			
- quantité totale par 24h (g)	153	320	297
- nombre de prise par jour	31	28,5	36
- poids moyen d'une prise (g)	5,1	11,5	9,1
Rapport eau/aliment (MS)	1,7	1,85	2,09

Les dépenses énergétiques dépendent de la température ambiante. Ainsi les travaux conduits montrent qu'entre 5°C et 30°C la consommation de lapin en croissance passe de 180 à 120g/jour d'aliment granulé et de 330 à 390g/jour pour l'eau (Eberhart, 1980 ; Tableau 11).



Tableau 10 : Effet de la température ambiante sur la consommation d'aliment et d'eau du lapin en croissance (Eberhart, 1980).

Température	5°C	18°C	30°C
Humidité relative (%)	80	70	60
Aliment granulé consommé (g/j)	182	158	123
Eau consommée (g/j)	328	271	386
Rapport eau /aliment	1,80	1,71	3,14
Gain de poids moyen (g/j)	35,1	37,4	25,4

Finzi et *al.* (1992) montrent que lorsque la température s'élève (20°, 26°, 32°C), le rapport eau/ingéré est sensiblement accru, mais les différents ratios l'ingestion et l'excrétion sont aussi modifiés (Tableau 12). Ces mêmes auteurs proposent d'utiliser ces ratios pour identifier l'existence du stress thermique chez le lapin.

Tableau 11 : Incidence de la température ambiante sur les différents ratios relatifs à l'ingestion et à l'excrétion chez des lapins adultes (Finzi et *al.*, 1992).

Températures	20°C	26°C	32°C
Ratios			
Eau /aliment	1,7	3,5	8,3
Urine/aliment	1	1,6	4
Eau /fécès	1,9	5,5	11,2
Urine /fèces	1,1	2,5	5,3

Le lapin présente un comportement alimentaire de type nocturne. En l'absence de lumière 24heures/24, l'ingestion du lapin en croissance est élevée par rapport aux lapins soumis à un programme lumineux (Lebas, 1977).

Le type de cage influence le comportement alimentaire. Ainsi l'ingestion est réduite si la densité des lapins dans la cage s'élève (Aubret et Dupéray, 1993). Le nombre de place à la mangeoire (1 à 6 postes) pour un groupe de 10 lapins nourris à volonté n'influence pas le niveau de consommation (Lebas, 1971), le cas n'est pas le même pour les lapins rationnés (Rashwan et Soad, 1996).



I.5. CONDUITE DE L'ALIMENTATION

Chaque matière première apportée dans la ration du lapin est destinée à couvrir des besoins particuliers en matières azotées, en cellulose et en énergie. Les plus utilisées sont : les céréales, tourteaux, graines, luzerne déshydratée, mélasse et les issues de meuneries.

Les aliments sont présentés sous divers aspects :

- **En élevage traditionnel**, les matières fraîches représentent une part importante des aliments distribués. Ils ont l'avantage d'être disponible sur l'exploitation mais l'absence de connaissance précise des valeurs alimentaires de ces derniers nous confronte à des problèmes de dosage, d'où le risque de ne pas répondre aux besoins nutritionnels du lapin.
- **En élevage rationnel**, seuls sont utilisés des mélanges des matières premières agglomérées en granulés fabriqués industriellement à partir d'aliments bruts transformés en particules. Ces aliments composés élaborés sont dosés pour répondre au mieux aux besoins des animaux.

La taille des particules des granulés, joue un rôle spécifique dans le fonctionnement de la caecotrophie (Bjornhag, 1972). Ainsi, les particules fines (moins de 0,1mm) tendent à être refoulées vers le caecum lors de la fabrication des crottes dures, tandis que les particules grossières (plus de 0,3mm) sont incorporées préférentiellement dans ces mêmes crottes dures.

Pairet *et al.* (1986) ont montré que la motricité jéjuno-iléale est stimulée par un broyage grossier, d'où un transit plus rapide entre la bouche de l'iléon avec la mouture grossière. La motricité caecale est également modifiée, une plus forte activité de remplissage du caecum en présence d'un plus grand nombre de particules grossières.

Par contre un broyage fin accroît le temps de séjour des aliments dans le tube digestif. Or un ralentissement n'est jamais favorable à la santé des lapins (Lebas *et al.*, 1998), qu'il soit la conséquence du développement d'un agent pathogène spécifique comme une coccidie (Fioramontini *et al.*, 1981), lié à une réduction du taux de lignine (Gidenne *et al.*, 1997) ou à des taux de fibres réduit (Gidenne, 2000).



I.6. PROBLEMES LIES A L'ALIMENTATION

Le lapin présente deux particularités physiologiques : l'ovulation provoquée et un comportement alimentaire dominé par la caecotrophie qui rend l'animal particulièrement sensible aux pathologies digestives (Gallouin, 1989). Le lapin est sensible à toutes formes, de stress qui provoquent des décharges d'adrénaline qui entre autre induisent un ralentissement du péristaltisme intestinal pouvant entraîner des pathologies digestives.

Parmi les multiples problèmes liés à l'alimentation, la pathologie digestive avec les atteintes respiratoires sont les causes prédominantes de morbidité et de mortalité dans l'élevage cunicole. La première survient chez les lapins après sevrage (4-10 semaines), alors que la deuxième atteint préférentiellement les adultes. Le tableau 13 montre que durant l'engraissement, 49% des causes de mortalités avant l'âge de 14 semaines et 10% pour les animaux de plus de 14 semaines sont dues aux pathologies digestives (Marlier et *al.*, 2003).

Tableau 12 : Distribution des causes de mortalité selon l'âge des animaux
(Marlier et *al.*, 2003)

Type de pathologie	Age des animaux		Total
	Moins de 14 semaines	Plus de 14 semaines	
Respiratoire	50	45	95
%	27	31	29
Respiratoire et digestive	17	4	21
%	9	3	6
Digestive	90	14	104
%	49	10	32
Maladie hémorragique virale	25	51	76
%	13	35	23
Divers	3	30	33
%	2	21	10
Total	185	144	329
%	100	100	100



Ces affections du système digestif peuvent être d'origine non biologique (alimentation, densité des animaux, hygiène des élevages, variation de température, bruits...) ou d'origine biologique (virus, bactéries, parasites).

Les entérites chez le lapin en croissance entraînent un taux de mortalité de 11 – 12 % (Kohel, 1997) mais peut dépasser 15% et même atteindre 50%. Le diagnostic des maladies digestives est difficile quelque soit la cause (problèmes nutritionnels, maladies spécifiques...) les symptômes et les lésions sont généralement similaires. Plusieurs facteurs provoquent les entérites et le symptôme prédominant observé est la diarrhée dans 90% des cas (Licois et *al.*, 1992).



CHAPITRE II : LA CROISSANCE DU LAPIN ET LES FACTEURS DE VARIATION

La croissance est un ensemble de modification du poids, de la forme et de la composition anatomique et biochimique depuis la conception jusqu'à l'âge adulte (Prud'hon 1976). Elle est conditionnée par des phénomènes de multiplication de développement et de différenciation cellulaire, tissulaire et organique (Prud'hon et *al.*, 1970).

II.1. LA CROISSANCE CHEZ LE LAPIN

La croissance pondérale entre la naissance et l'état adulte correspond à l'évolution du poids de l'organisme en fonction du temps (t) : $P = f(t)$ (Figure 13). Cette évolution est continue. La courbe de croissance est généralement sigmoïde, avec un point d'inflexion, elle tend asymptotiquement vers une valeur finale qui est assimilée au poids adulte (Ouhayoun, 1983).

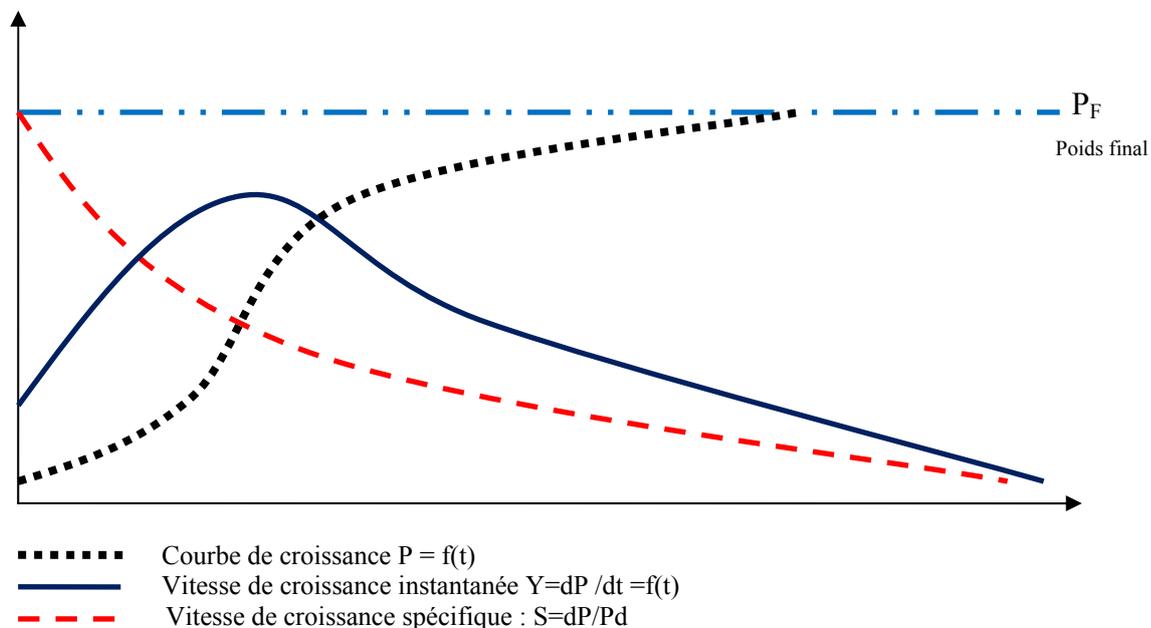


Figure 13 : Croissance pondérale globale du lapin (Ouhayoun, 1983)



II.1.1. La croissance fœtale

Selon (Lebas, 2005), la croissance est de type exponentiel à partir du 12^{ème} jour de la gestation (Figure 14). Au début de la gestation l'activité mitotique est intense mais la taille et le poids restent les mêmes. En effet à l'âge de 15 jours le fœtus pèse 1 g mais à la fin de la gestation le fœtus croît rapidement, son poids atteint 55 g (Fortun-Lamothe, 1994). Selon Henaff et Jouve (1988), le poids de l'embryon dépend du nombre d'embryons présents dans l'utérus et de l'état nutritionnel de la mère.

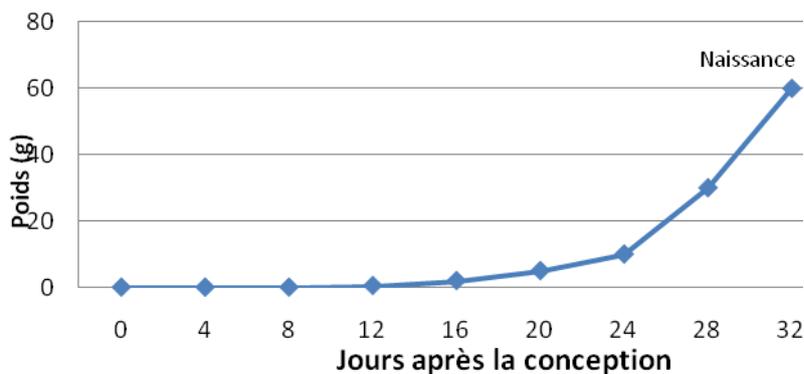


Figure 14: Evolution du poids d'un fœtus au cours de la gestation (Lebas, 2005).

II .I .2. La croissance de la naissance au sevrage

La durée de cette phase dépend de l'âge au sevrage (4 ou 6 semaines). Selon Lebas (2005), la croissance est pratiquement linéaire pendant 3 semaines (11-13 g / jour au sein d'une portée de 10). Elle s'accélère pour atteindre 35-38 g / jour à partir des 25^{ème} jours quand la part de l'alimentation solide devient conséquente.

La croissance des lapereaux avant le sevrage est conditionné par la production laitière de la lapine. Celle ci augmente jusqu' à 3 semaines après la naissance, puis diminue pour devenir nulle entre 4 et 5 semaines (Periquet, 1998). Elle est en partie limitée par la gestation suivante, au-delà des 18^{ème} et 20^{ème} jours de gestation (Lebas et *al.*, 1991). Selon Ouhayoun (1983), entre la naissance et le sevrage, la vitesse de croissance subit une accélération très forte (Figure 15).

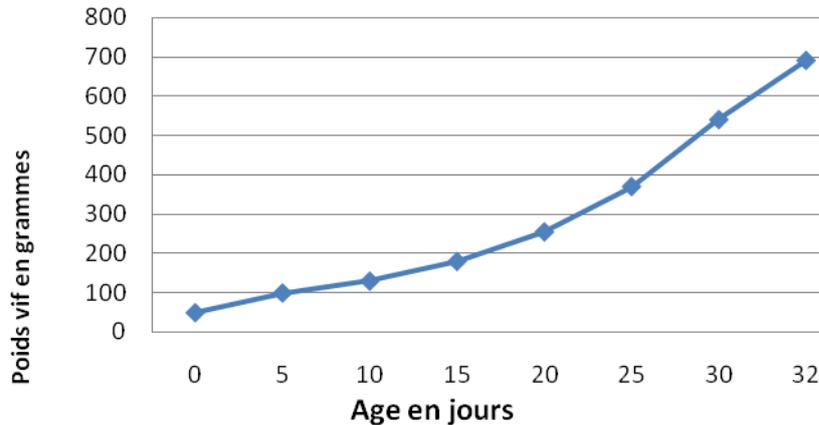


Figure 15 : Evolution du poids vif d'un lapereau entre la naissance et le sevrage (32 jours) (Lebas, 2005)

Le poids moyen des lapereaux à la naissance et au sevrage varie en fonction des souches et des populations (Tableau 14).

Tableau 13 : Poids moyens des portées et individuels à la naissance et au sevrage des Lapereaux (synthèse Moulla, 2006).

Auteurs	Races/souches/ populations	Poids à la naissance (g)		Poids au sevrage (g)	
		Portée	Individuel	Portée	Individuel
Poujardieu et al (1984)	Néo-Zélandaise	-	-	-	840*
Gallal et al (1994)	Californienne	520	-	3390	520*
	Néo-Zélandaise	490	-	2810	490*
Khalil (1998)	Baladi rouge	-	-	1550	322
	Baladi Blanc	-	-	1145	320
	Baladi Noire	-	-	1320	258
	Giza Blanc	-	-	1700	330
Aliane et al (2002)	Lapin local (algérien)	269	49,4	2130	463,7*

* L'âge au sevrage : 28 jours, ** l'âge au sevrage : 35 jours

II.1.3. La croissance du sevrage à l'âge adulte

Durant cette phase ce sont les potentialités génétiques transmises par les parents en interaction avec le milieu (alimentation, facteurs d'ambiance...) qui s'expriment.



Selon Ouhayoun (1983), la courbe de croissance pondérale du lapin est une courbe sigmoïde avec un point d'inflexion qui est situé entre la 5^{ème} et la 7^{ème} semaine de la vie post natale (Figure 16).

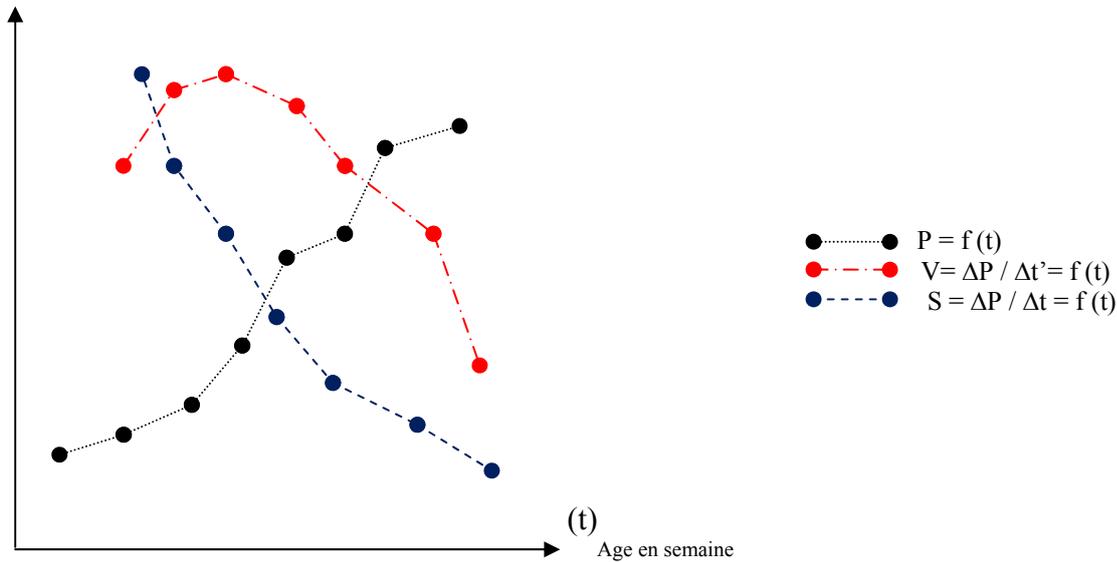


Figure 16 : Evolution du poids corporel, de la vitesse de croissance et de la vitesse de croissance spécifique en fonction de l'âge chez des lapins croisés de pères Géants des Flandres (Ouhayoun, 1978)

Baumier et Retailleau (1986) et De Rochambeau (1989) montrent qu'une réduction de la vitesse de croissance est observée à la 6^{ème} semaine. La croissance passe par un maximum à la 8^{ème} semaine puis décroît progressivement, notamment après 77 jours d'âge (Tableau 15).



Tableau 14 : Poids vif hebdomadaire et gain moyen quotidien (souches sélectionnées pour les qualités bouchères) (Baumier et Retailleau, 1986)

Age	Poids vif (g)	GMQ (g)
Poids. Naissance	60,7	-
7 jours	149	12,6
14 jours	255	15,1
21 jours	363	15,4
28 jours	596	33,3
35 jours	860	37,7
42 jours	1114	36,3
49 jours	1463	36,3
56 jours	1763	42,9
63 jours	2001	34,0
70 jours	2231	32,9
77 jours	2473	34,6
80 jours	2553	26,7

II.2. LA VITESSE DE CROISSANCE

Au point d'inflexion de la courbe de croissance (5-7 semaines) jusqu'à l'âge de 11 semaines, la vitesse de croissance est maximale puis ralentit progressivement, notamment après 11 semaines. La vitesse de croissance tend vers zéro à partir de 6 mois d'âge (Baumier et Retailleau, 1986 ; Blasco, 1992). Chez le lapin de chair de souche améliorée, placé dans une ambiance de 18 à 22°C, le gain moyen quotidien est de 35,8 g/jour avec un maximum au cours de la 8^{ème} semaine, soit 45,5 g/jour (Laffolay, 1985) (Tableau 16).

Tableau 15 : Performances zootechniques moyennes entre 28 et 84 jours du lapin de chair de souche améliorée (Laffolay, 1985).

Age (j)	Poids vif (g)	Aliment		GMQ (g/j)	IC
		g/j	g/j/kg de PV		
28-35	696	60	86,17	27,5	2,18
35-42	920	84,5	91,82	36,5	2,31
42-49	1198,5	113	94,28	43	2,62
49-56	1508	140	92,82	45,4	3,07
56-63	1809	153	84,56	40,5	3,77
63-70	2073,5	161,5	77,88	35	4,61
70-77	2304,5	165	71,59	31	5,32
77-84	2511	168,5	67,10	28	6,01

Période globale (j)	Aliment (g/j)	GMQ (g/j)	IC
28-84	130,7	35,8	3,64



Des infléchissements de la vitesse de croissance instantanés dus le plus souvent aux modifications de l'alimentation et de l'environnement au sevrage, se manifestent entre la 5^{ème} et la 6^{ème} semaine d'âge (Ouhayoun, 1983).

II. 3. LA CROISSANCE RELATIVE

C'est la croissance d'un tissu, d'un organe ou d'un appareil par rapport au développement d'un autre constituant de l'organisme. La plupart des organes, présentent au cours de la croissance, un changement d'allométrie, à part quelques rares exceptions, comme l'ensemble : trachée, cœur, poumon chez la femelle et le sang chez les deux sexes (Cantier et *al.*, 1969).

Le développement des organes n'est pas au même rythme les uns par rapport aux autres (Ouhayoun, 1978; Rouvier 1978; Rouvier, 1980).

Chez le lapin en croissance, la croissance est prioritaire d'abord pour le tissu osseux, le tissu musculaire et enfin le tissu adipeux (Cantier et *al.*, 1969). La proportion d'os diminue aux environs du poids vif de 1000 g, et celle du tissu musculaire aux environs de 2450 g du poids vif, tan disque le tissu adipeux s'accélère au-delà du poids vif de 2100 g (Ouhayoun, 1989) (Figure 17).

Poids corporel (g)	Tractus digestif	Peau	Tissu adipeux	Squelette	Musculature	Foie
6,50	1,13	0,44	4,82	0,91	1,20	1,25
850						
950						
1000	0,46	0,86	1,87			
1700				0,55		
2100						
2450			3,21		0,50	0,47



Figure 17 : Valeur des coefficients d'allométrie des principaux tissus et organes et des poids corporels (sans contenu digestif) chez le lapin (Cantier et *al.*, 1969)

II. 4. FACTEURS DE VARIATION DE LA CROISSANCE

II. 4. 1. Influence du facteur génétique

La croissance du lapereau avant le sevrage dépend de l'influence maternelle qui est la résultante du génotype de la mère et des facteurs environnant (milieu utérin, taille de la portée, aptitude laitière de la mère, comportement maternel de la mère post natal).

Le poids du lapin à 11 semaines subit encore une influence maternelle, mais résulte de l'expression des potentialités génétiques transmises par le mâle de divers souches ou races (Henaff et Jouve, 1988). Les souches mâles sont sélectionnées sur la croissance post sevrage (De Rochambeau, 2000).

Les estimations de l'héritabilité des poids individuels augmentent avec l'âge. Khalil et *al.*, (1986) donnent des héritabilités très variables selon la population étudiée et l'âge de la mesure (Figure 18). Les valeurs d'héritabilité pour les paramètres de croissance sont illustrées dans le Tableau 17.

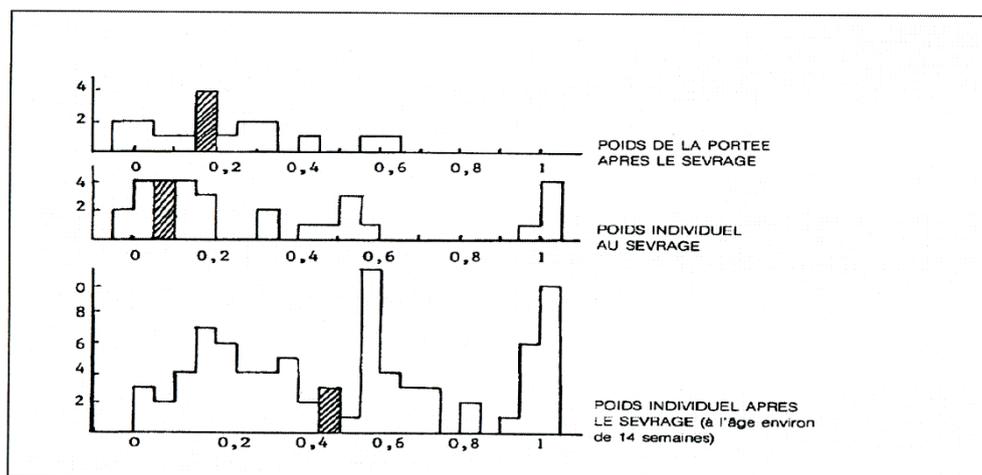


Figure 18 : Distribution des estimations de l'héritabilité pour les paramètres de croissance (Khalil et *al.*, 1986)



Tableau 16 : Valeurs de l'héritabilité pour les paramètres de croissance (Synthèse Chaou, 2006).

Auteurs	Poids au sevrage	Poids abattage	GMQ	IC
Vrillon et al, 1979				
1er lot	0	0,15	0,24	0,71
2ème lot	0,14	0,58	0,66	-
3ème lot	0,17	0,38	0,44	-
De la Fuente et al. 1986	0,22	0,20	0,19	-
Esteaney et al, 1992				
Souche B	0,15	0,19	0,21	-
Souche R	0,15	0,15	0,17	-
Garreau et al, 2000	0,16	0,28	0,29	-
Larzul et Rochambeau, 2005	0,09	0,67	0,41	0,27
Akanno et IBE, 2005	0,43	0,36	-	-

II.4.2. Influence du facteur alimentaire

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

II.4.2.1 Effet du rationnement

L'effet du rationnement sur la croissance a été rapporté par les auteurs : une restriction alimentaire à l'engraissement conduit à une réduction de la vitesse de croissance si la ration distribuée est inférieure à 85-90% de l'aliment distribué à volonté (Castello et *al.*, 1989 ; Arveux, 1991 ; Tudela et Lebas, 2006) (Tableau 18).



Tableau 17 : Effet du mode de distribution de la ration sur les performances de croissance du lapin (Tudela et Lebas, 2006).

Paramètres	Rationnement			
	100%	80%	60% 1 repas	60% 2 repas
Poids final à 73 j. (g)	2566	2425	2154	2153
GMQ (g/j)	44,3	40,5	33,4	33,4
Indice de consommation	3,05	2,64	2,39	2,40

II.4.2.2. Effet de l'apport des protéines

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

Cependant un excès de protéines peut perturber l'équilibre dans le caecum en stimulant la flore protéolytique. Les concentrations élevées en ammoniacque accroissent le pH d'où risque de troubles digestifs (Maertens et De Groote, 1987; Peeters, 1988).

Il est possible d'intervenir sur l'expression des potentialités de croissance des lapins. En effet, selon Maertens et *al.* (1997), des régimes à faible teneur en protéines entraînent une réduction de la vitesse de croissance pendant les trois premières semaines de post sevrage, cependant sur la période de finition ils enregistrent des gains de poids les plus élevés correspondant aux régimes à faible taux protéique que ceux des régimes à fort taux protéique. Ainsi la teneur en protéines et le niveau des acides aminés des aliments doit être pris en compte différemment selon l'âge de manière à mieux les adapter aux besoins des lapins (Maertens et *al.*, 1997).

II.4.2.3. Effet du rapport protéines / énergie

Après le sevrage, les équilibres alimentaires de la ration, en particulier la concentration en énergie digestible et le taux de protéines digestibles, ont une importance prépondérante sur la croissance des lapereaux.



L'effet du niveau protéique sur la croissance dépend de la concentration énergétique de l'aliment. Ainsi Martina et *al.* (1974) n'observent pas de différences de croissance chez le lapin recevant des aliments isoénergétiques (2400 kcal ED/ kg) et contenant 16 ou 18% de protéines. Mais avec une teneur en énergie plus élevée (2550 kcal ED/kg), l'aliment ne contenant que 16% de protéines diminue les performances de croissance et d'abattage (Tableau 19).

Tableau 18 : Effet des niveaux protéiques et de la concentration en énergie digestible de l'aliment sur les performances d'abattage du lapin âgé de 90 jours (Martina et *al.*, 1974)

Energie (Kcal ED/kg)	2400		2550	
Protéines (%)	16	18	16	18
P/E (g/100kcal)	6,67	7,50	6,27	7,05
Poids (kg)	2,12	2,15	1,83	2,39
Rendement à l'abattage (%)	55,0	54,4	52,7	56,6

Si pour un taux protéique donné, la concentration énergétique de l'aliment est plus élevée, l'ingestion de protéines se trouve limitée. Par conséquent la vitesse de croissance est ralenti et les performances d'abattage sont moindre (Ouhayoun et Cheriet, 1983).

Pour une croissance maximale, le rapport optimum protéines/ énergie est de 45 g de PD/1000 Kcal d'EDa (Parigi-Bini, 1988). Le rapport maximum recommandé est quant à lui de 48-50 g de PD/1000 Kcal d'EDa (Lebas, 1992).

II.4.2.4. Effet de l'apport de lest

Dans l'alimentation des lapins en croissance, un apport minimum de lest est considéré comme nécessaire pour assurer un bon fonctionnement du tube digestif. La croissance est sensiblement réduite lorsque l'apport en fibre est déficient (<16% d'ADF) (Peinheiro et Gidenne, 1999). Perez et al (1996) suggèrent qu'un taux assez élevé en cellulose est nécessaire en début de croissance pour réduire les mortalités, alors qu'un taux de 12% semble suffisant en fin d'engraissement s'il renferme au moins 4,5% de lignine. Cependant l'excès de cellulose brute (> 16%) peut réduire la teneur en énergie digestible et



la faire passer en dessous du seuil de régulation des animaux (Lebas, 1984). Le lapin sera simultanément en carence en énergie et en protéine. Un déficit (< 12%) entraîne un ralentissement du transit digestif.

II.4.3. Influence de l'environnement

II.4.3.1. Effet de la température ambiante

Les performances de croissance sont affectées à partir de 25 ° C (Grazzani et Dubini, 1982; Samoggia, 1987). Le lapin réduit son ingestion alimentaire, d'où baisse des performances car l'animal se trouve en déficit nutritionnel (énergie, protéine, minéraux et vitamines) avec pour conséquences un brusque ralentissement de la croissance (Colin, 1985 et 1995).

Les fortes températures sur l'engraissement des lapereaux issus de la souche Hyplus (de 32 à 67 jours) se traduisent par une baisse du poids vif à la vente de 387 g soit 15,7 %, l'ingéré et le gain moyen quotidien diminuent respectivement de 16,7 et de 11,5 % (Dupperay et *al.*, 1998).

Ainsi pour la race Néo-Zélandaise, une perte de poids de 52 g à l'âge de 37 jours (soit 6 % du poids moyen), de 269 g à l'âge de 71 jours soit (14 % du poids moyen) et de 462 g à l'âge de 112 jours (soit 17% du poids moyen) (Poujardieu et Matherson, 1984).

Par contre les basses températures engendrent une consommation alimentaire accrue donc une augmentation de la vitesse de croissance mais un mauvais indice de consommation. L'effet des basses et hautes températures sur la croissance, sont rapportées dans le Tableau 20.

Tableau 19 : Effet des basses et hautes températures sur la croissance
(Chiericcato et *al.*, 1992)

Performances/Températures °C	11-12	26-28
Poids initial (g)	1154	1171
Poids final (g)	3227	2668
GMQ (g/j)	36,6	26,6



II.4.3.2. Effet de la saison

Le poids des lapins nés en saisons fraîches est plus élevé que celui des lapins nés en saison chaude (Kamal et *al.*, 1994). Le gain moyen quotidien en période fraîche est plus élevé que celui de la période chaude avec respectivement 37 et 27 g/jour (Cheiriccato et *al.*, 1992). Ainsi les performances de croissance sont meilleures pendant l'automne et l'hiver et diminuent au printemps et en été (Tableau 21).

Tableau 20 : Effet de saison sur les caractères de croissance (Baselga, 1978).

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

II.4.3.3. Effet de l'hygrométrie

Le lapin est sensible à une hygrométrie faible (< 50%), car elle favorise la formation de poussière qui dessèche les voies respiratoires entraînant ainsi une sensibilité accrue aux infections, il ne l'est pas lorsque celle-ci est trop élevée (Lebas et *al.*, 1996). Par contre il craint les changements brusques, donc il est utile de maintenir une hygrométrie constante afin d'obtenir de meilleurs résultats (Franck, 1990).

Une humidité maintenue entre 55 et 80% est de préférence, elle serait idéale entre 60 et 70% (Lebas et *al.*, 1991). Les mêmes auteurs rapportent que si l'humidité est élevée mais si conjointement la température l'est aussi, l'évaporation est faible, donc l'animal est inconfortable, favorisant le développement des maladies parasitaires et microbiennes, de même lorsque l'humidité est élevée et la température est basse, on observe condensation sur les parois du bâtiment d'où apparition de troubles respiratoires et digestifs.

II.4.3.4. Effet de la densité

Une densité supérieure à 16 lapins / m² réduit les performances de croissance (Martin, 1982) (Tableau 22). L'utilisation d'une densité de 15,6 lapins / m² permet une forte



vitesse de croissance et moins de compétition entre les animaux (Colmin et *al.*, 1982). Lebas et *al.*, (1991), précisent qu'il ne faut pas placer plus de 16 à 18 lapins / m², c'est-à-dire ne pas dépasser 40 kg de PV/ m².

Tableau 21 : Incidence de la densité animale (nombre de lapins/m²) sur les performances d'engraissement (Martin, 1982).

Performances /Densités (m ²)	18,7	15,6	12,5
Poids vif à 70 jours (g)	2150,5	2327	2384
Gain moyen quotidien (g/j)	32	36,1	36,5
Consommation d'aliment (g/j)	111	122	122
Indice de consommation	3,35	3,39	3,36

II.4.3.5. Effet du mode de logement

L'effet du mode du logement a une incidence sur la croissance. En effet Jehl et *al.* (2003) ont constaté que les lapins logés en parc présentent une vitesse de croissance inférieure à celle des lapins logés en cage et le poids de ces derniers à l'abattage est ainsi supérieur de 130g (Tableau 23).

Tableau 22 : Incidence du mode du logement sur les performances zootechniques du lapin (Souche Hyplus) (Jehl et *al.*, 2003)

	Cages	Parcs
Poids à 35 j (g)	907	904
Poids à 49 j (g)	1651	1549
Poids à 63 j (g)	2252	2111
Poids à 70 j (g)	2446	2251

II.5. LA COMPOSITION CORPORELLE

II.5.1. Définition de la carcasse

La carcasse est un produit de l'abattage après saignée, dépouillement et sans ses viscères abdominales (Jaim Camps, 1983). Nous pouvons distinguer :



➤ **La carcasse chaude** : elle est obtenue après saignée et éviscération de l'animal. Elle comporte les extrémités des membres (manchons sur lesquels subsistent le pelage), les reins, les viscères thoraciques ainsi que le gras péri rénal et inter scapulaire. Le poids de la carcasse chaude est pris entre 15 et 30 mn après l'abattage, elle n'inclut pas le sang, la peau les parties distales de la queue, les extrémités des membres (les manchons), l'appareil digestif et l'appareil urogénital (Blasco et *al.*, 1993). Un lapin de boucherie de 2,2 kg (soit 55% du poids de l'adulte de 4 kg) fournit à l'âge de 10-11 semaines, une carcasse chaude de 1,395 kg (Ouhayoun, 1989).

➤ **La carcasse froide** : elle est obtenue après ressuage et réfrigération dans une chambre froide pendant 24 h à 4° C. Au cours de la réfrigération (24 h à 4° C), la carcasse perd 2,15% de son poids (égouttage et dessiccation superficielle).

Après suppression des manchons (3,6% du PV), la carcasse commerciale pèse 1,285 kg soit un rendement de 57,1% (Ouhayoun, 1989) (Figure 19).

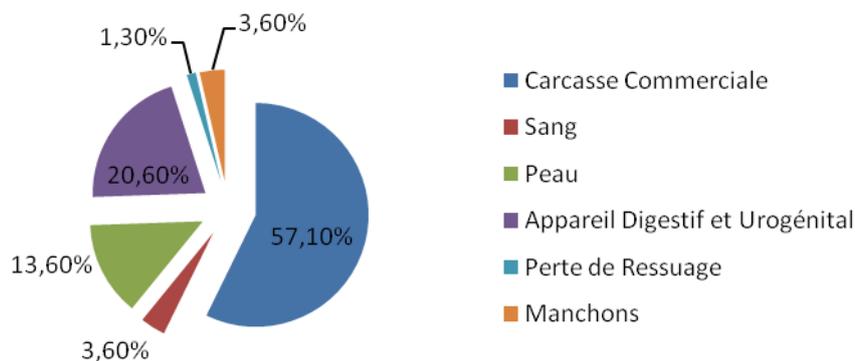


Figure 19 : Rendement en viande d'un lapin de format moyen de 2,3 kg (Ouhayoun, 1989)

II.5.2. Critères de qualité de la carcasse

Les critères de la valeur bouchère dont la mesure est recommandée sont : le poids de la carcasse, le rendement à l'abattage, l'adiposité, le rapport muscle/os (Blasco et *al.*, 1990 cité par Ouhayoun, 1990) et la découpe (Larzuc et Gondret, 2005).



II.5.2.1 Poids et rendement de la carcasse

Le poids de la carcasse dépend surtout du poids de l'animal à l'abattage. L'âge de l'animal a une influence moins marquée sur le poids de la carcasse (Roiron, 1991 ; Roiron et *al.*, 1992).

Le rendement à l'abattage est le paramètre de composition corporelle le plus étudié. C'est le rapport entre le poids de la carcasse commerciale et le poids vif. Il se situe entre 50 et 60% (Ouhayoun, 1990). Il varie en fonction :

- De la race : les races lourdes ont un rendement plus élevé (Fettal, 1987).
- De l'âge et du poids à l'abattage : le rendement à l'abattage est passé de 50% à 60 jours à plus de 57% à 70 jours (Ouhayoun, 1989; Roiron, 1991).
- De l'alimentation : le rationnement réduit le rendement quel que soit le moment où celui-ci est appliqué (Ouhayoun et *al.*, 1986), la réduction de la teneur en méthionine dans l'aliment de 0,62 à 0,37% réduit également le rendement de 59 à 57,7 %.

Le poids vif à l'abattage des lapins de population locales à l'âge de 13 semaines est inférieur à celui des lapins sélectionnés (Berchiche et Lebas, 1990 ; Berchiche et *al.*, 2000). Le poids vif est modeste mais le rendement de la carcasse chaude est satisfaisant (Tableau 24).

Tableau 23 : Rendement à l'abattage du lapin local après 8 semaines d'engraissement.

Composantes du rendement à l'abattage	Rendements	
	Lounaouci (2001)	Berchiche et <i>al.</i> , (2000)
Nombre de lapins abattus	16	20
Poids vif à l'abattage (PVa) (g)	1740	1745
Poids de la peau (g)	166,93	148,74
Poids du tube digestif plein (g)	312,93	277,65
Poids de la carcasse chaude (CC) (g)	1204,3	1110
Poids de la carcasse froide (CF) (g)	1158,7	-
Poids des manchons (g)	41,73	-
Poids du gras périrénal (GPR) (g)	21,25	-
Rendement (CC)/Pva (%)	69,23±2,07	65,4
Rendement (CF)/Pva (%)	66,59 ±- 1,9	-
Proportion de la peau/Pva (%)	9,62	-
Proportion du tube digestif/Pva (%)	17,97	-
Proportion du GPR/CF(%)	1,80	-



Dans la comparaison entre lignées sélectionnées pour différents objectifs, les animaux sélectionnés pour la vitesse de croissance présentent un rendement à l'abattage plus faible que ce soit à un âge constant (Pla et *al.*, 1996 ; Gomez et *al.*, 1998) ou à un poids constant (Gomez et *al.*, 1998 ; Pla et *al.*, 1998).

II.5.2.2 L'adiposité de la carcasse

❖ Répartition et cinétique de l'adiposité

Les dépôts lipidiques chez le lapin sont de deux types: les dépôts adipeux dissécables qui correspondent à des dépôts péri rénaux sous cutanés, mésentérique et inter musculaire et les dépôts intramusculaires qui sont non dissécables (Combes et Dalle Zotte, 2005). Le développement des différents dépôts ne suit pas une cinétique unique exp : le dépôt intramusculaire est le plus tardif (Gondret, 1999).

Les dépôts péri rénaux et mésentériques présentent ainsi une allométrie croissante tandis que les dépôts sous-cutanés et intermusculaires se caractérisent par une allométrie faiblement décroissante (Vézinhét et Prud'hon, 1975).

❖ Evolution de l'adiposité au cours de la croissance

Les différents dépôts adipeux du lapin apparaissent au cours du dernier tiers de la gestation (Gondret, 1999). La mise en place des dépôts sous-cutanés (région cervicale et lobes interscapulaires) est la plus précoce (vers 21 j de gestation), puis apparaissent les tissus adipeux inguinaux et intermusculaires (vers 24 à 26 jours) et enfin périrénaux (26 à 28 j) (Hudson et Hull, 1975).

A la naissance, les tissus adipeux sous-cutanés sont encore très nettement majoritaires (85 % de la masse adipeuse totale), mais présentent pour l'essentiel les caractéristiques du tissu adipeux brun, spécialisé dans la production de chaleur (Hudson et Hull, 1975). Ces dépôts se transforment progressivement en tissu adipeux blanc dès 2 jours postnatal.

Les adipocytes intramusculaires sont quant à eux difficilement identifiables dans les stades précoces et jusqu'à 21 jours d'âge (période d'allaitement), les lipides s'accumulent principalement sous forme de petites gouttelettes à l'intérieur même des fibres musculaires (Gondret et *al.*, 1998). Après le sevrage (28 jours), l'augmentation du poids de l'animal au



cours de la croissance s'accompagne d'un accroissement de la proportion des dépôts adipeux et d'une modification de leur importance relative.

❖ **Importance quantitative de l'adiposité**

Dans l'espèce cunicole, la quantité et la répartition de la masse adipeuse sont assez semblables pour les deux sexes (Vézinhet et Prud'hon, 1975). L'ensemble des dépôts adipeux représente 4 à 5 % du poids vide (sans contenu digestif) d'un lapin de souche blanche néo-zélandaise abattu au poids commercial de 2,3 kg (55 % du poids adulte), soit vers l'âge de 10-11 semaines (Gondret, 1999). Cette proportion est de 10 à 13 % chez l'animal ayant atteint son poids adulte. Les dépôts adipeux mésentériques et intermusculaires représentent respectivement 13 % et 14 % (Gondret, 1999).

Généralement elle est appréciée par la quantité du dépôt adipeux péri rénal (Ouhayoun, 1990), il est un bon indicateur de l'état d'engraissement de la carcasse (Lebas, 1983). Elle augmente avec l'âge et la concentration énergétique de la ration (Maertens et *al.*, 1989), cependant les températures élevées dépriment l'adiposité périrénale (Ouhayoun et *al.*, 1986). Les animaux ayant une vitesse de croissance élevée et une meilleure efficacité alimentaire sont considérés comme les animaux les moins gras (Larzuc et Gondret, 2005).

Phénotypiquement, Lambertini et *al.* (1990) ont montré que le pourcentage de gras n'était pas lié au poids, en fin d'engraissement, alors que Lebas et Combes (2001) indiquent que les animaux les plus lourds sont significativement plus gras.

II.5.2.3 Le rapport muscle/os

Le développement de la musculature et du squelette de la carcasse est déterminé par le rapport muscle/os de la patte postérieure (Roiron et *al.*, 1992) car il est en corrélation élevé (0,81) avec ce membre. Ce rapport dépend de l'âge à l'abattage, de la teneur en protéine de la ration et du mode de logement. Il est faible lorsque l'abattage est précoce et la teneur en protéines dans l'aliment est faible (Ouhayoun, 1990) et plus élevé chez les animaux placés en cage que ceux élevés en parc (Jehl et *al.*, 2003). La conformation de la cuisse (rapport muscle/os) est un indicateur de la conformation de la carcasse (Blasco et *al.*, 1993).



Les lapins à croissance lente se caractérisent par une proportion accrue de muscle et d'os. Après 11 semaines d'engraissement, le rapport muscle/os varie peu en fonction du poids (Ouhayoun et *al.*, 1986).

II.5.2.4. Découpe de la carcasse

La proportion des morceaux de la carcasse est estimée par la découpe anatomique recommandée par Blasco et *al.* (1993). La section transversale de la carcasse entre la 7^{ème} et la 8^{ème} vertèbre thoracique et entre la 6^{ème} et 7^{ème} vertèbre lombaire, permet d'obtenir 3 morceaux : la partie antérieure (Avant), la partie intermédiaire (Râble) et la partie postérieure (Tableau 25 ; Figure 20).

- ✓ Les parties antérieures et intermédiaires, porteuses des deux principales masses adipeuses de la carcasse (inter scapulaire et péri rénal).
- ✓ Les parties intermédiaires et postérieures sont les plus charnues, mais le rapport muscle/os est plus élevé dans la partie intermédiaire (muscles abdominaux et dorsaux).

Tableau 24 : Composition d'une carcasse de lapin sans tête, organes et queue.
(Henaff et Jouve, 1988)

Morceaux	Poids (g)	Pourcentage des différents tissus			Rapport Muscle/Os
		Os	Muscle	Gras	
Partie antérieure	288	22,65	70,97	6,38	3,13
Partie intermédiaire	360	11,05	82,27	6,68	7,44
Partie postérieure	355	15,62	83,73	0,65	5,36

La composition corporelle varie en fonction du poids et de la vitesse de croissance (Ouhayoun, 1998). Généralement la recherche d'un rendement satisfaisant, de l'adiposité limitée et d'un rapport muscle/os élevé, a conduit à recommander l'abattage des lapins à 55% du poids vif adulte (Ouhayoun, 1989).

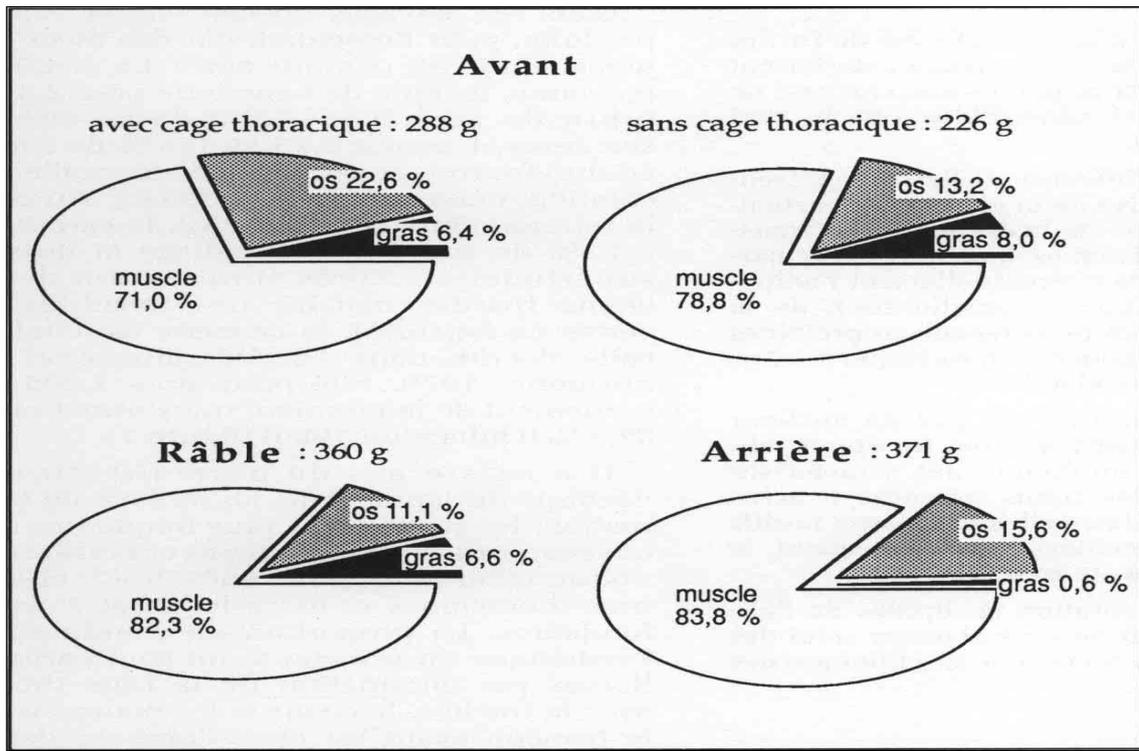


Figure 20 : Proportion des tissus osseux, musculaires et adipeux dans les trois morceaux de découpe d'une carcasse (Ouhayoun, 1989).

CHAPITRE III : LE MUSCLE ET SON METABOLISME ENERGETIQUE

III.1. LES CARACTERISTIQUES DU MUSCLE CHEZ LE LAPIN

III.1.1. Les généralités sur la structure du muscle

Il est constitué de différents tissus tels que les fibres musculaires, le tissu conjonctif, le tissu adipeux intramusculaire, les vaisseaux sanguins et les nerfs. Les fibres musculaires constituent 75 à 90% du volume musculaire (Lebas, 2002) et représentent l'élément de base du muscle strié squelettique.

Les fibres musculaires sont réunies en faisceaux primaires enveloppés d'une gaine conjonctive fine, le **périmysium**. Entre ces faisceaux primaires peuvent se trouver des cellules adipeuses appelées adipocytes intracellulaires. Les faisceaux primaires sont à leur tour regroupés en faisceaux secondaires enveloppés dans une gaine de périmysium plus



épaisse. Enfin, l'**épimysium** regroupe tous les gros faisceaux secondaires pour former l'enveloppe du muscle lui-même (Figure 21).

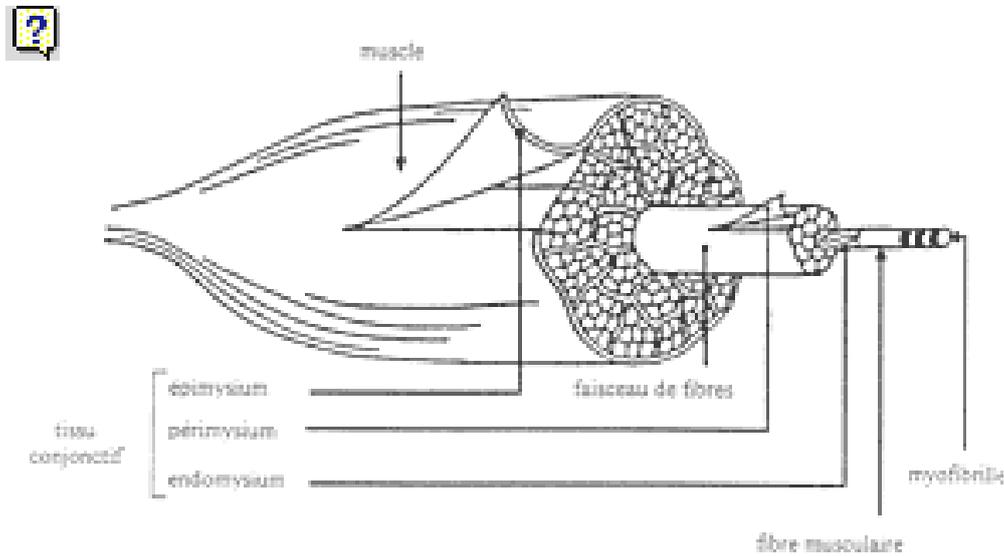


Figure 21 : Structure schématique d'un muscle (Gondret, 1997)

III.1.2. Caractéristiques des fibres musculaires

Les fibres musculaires diffèrent par leurs propriétés morphologiques, biochimiques et physiologiques (Cassens et Cooper, 1971 ; cités par Gondret et Bonneau, 1998). La révélation de l'activité ATPasique de la myosine (Brooke et Kaiser, 1970) ou l'utilisation d'anticorps spécifiques des différentes isoformes de chaînes lourdes de myosine (MyHC) (Duris, 1999) qui révèlent uniquement les propriétés contractiles, permettent de distinguer trois types de fibres : I, IIA et IIX (Picard *et al.*, 2003).

Chez le lapin (Hamalainen, et Pette, 1993), il existe deux grandes catégories de fibres musculaires sur le plan de vitesse de contraction, les unes à contraction lente et les autres à contraction rapide (Tableau 26). L'énergie nécessaire à la contraction des fibres musculaires provient de l'hydrolyse de l'ATP en ADP par l'ATPase myofibrillaire.

Les propriétés contractiles des fibres musculaires dépendent du type d'ATPase portée par la myosine (Guth et Samaha, 1972).



Tableau 25: Caractéristiques des fibres musculaires chez le lapin.
(Wakata *et al.*, 1990 ; Hamalainen et Pette, 1993).

Type de fibre	I	IIA	IIx	IIB
Aire de section	+	++	+++	+++
Vitesse de contraction	lente	rapide	rapide	rapide
Type de myosine	I	IIa	IIx	IIb
Intensité de coloration	4	1	2	3
Activité oxydative aérobie	++++	+++	++	+
Activité glycolytique	+	++	+++	++++
Glycogène	+	++	?	+
Lipides	+++	++	?	+

+ : les quantités relatives d'enzymes et métabolites présents dans les 4 types de fibres.

1,2,3,4 : les différences d'intensité de coloration obtenues par révélation histochimique de l'activité ATPasique myofibrillaire, ces différences sont cotés de 1 : clair à 4 : très foncé.

III.1.3. Composition biochimique et tissulaire du muscle au stade de l'abattage

A ce stade, l'ensemble des muscles squelettiques représente près de 70% du poids de la carcasse.

Ces muscles se caractérisent sur le plan biochimique par une teneur en eau de 70 à 74%, en protéine 20 à 23% (Ouhayoun, 1992) ; dont 60% sont des protéines myofibrillaires, 29 % sont des protéines sarcoplasmiques et 11% appartiennent au tissu conjonctif (Gondret et Bonneau, 1998). Ils renferment également des lipides de l'ordre de 0,8 à 5% du poids frais (Alasnier *et al.*, 1996, Gondret *et al.*, 1998).

III.1.4. Les facteurs influençant les caractéristiques du muscle

III.1.4.1 Facteur génétique

Des études conduites depuis de nombreuses années à l'INRA ont montré que la physiologie musculaire dépend en partie du type génétique des lapins. Selon les muscles, l'appartenance à une race influence significativement le nombre et/ou la taille des fibres musculaires, le métabolisme énergétique ainsi que la teneur en lipides du tissu musculaire (Ouhayoun, 1989). Par exemple, l'équilibre métabolique des fibres musculaires est atteint plus rapidement chez des lapins petits russes que chez le lapin Néo-zélandais blanc (Ouhayoun et Dalle Zotte, 1993).



III.1.4.2. Facteur alimentaire

➤ *In utéro* :

Le potentiel de croissance et la différenciation musculaire sont influencés par l'espace utérin et par la capacité maternelle à fournir les nutriments.

Le déficit nutritionnel subi *in utéro*, retarde l'établissement des caractéristiques contractiles mature de leurs fibres musculaires ; retard observable au moins jusqu' à 4 semaines de vie postnatale (Gondret et *al.*, 1997). Cet effet disparaît au cours de la croissance ultérieure puisqu'au stade d'abattage aucune différence significative n'est observée quant à la proportion des différents types de fibres (Gondret et Bonneau, 1998).

➤ *Durant la période d'engraissement* :

Une restriction nutritionnelle d'au moins 30% à partir de 11 semaines d'âge, se traduit par une réduction de l'adiposité de la carcasse (Ouhayoun et *al.*, 1986) et de la teneur en lipides du tissu musculaire chez les lapins restreint abattus au même poids que leur congénère plus jeune et nourris à volonté pendant toute la période d'engraissement (Gondret et Bonneau, 1998) (Tableau 27).

Tableau 26 : Effet du mode d'alimentation sur la teneur en lipides des muscles *longissimus lumborum* et *biceps femoris* chez le lapin Néo-Zélandais blanc (Gondret et Bonneau, 1998).

Mode d'Alimentation	Groupe 1 Nourris à volonté	Groupe 2 restriction de 30% à partir de 11 sem.
Poids vif à l'abattage (g)	2905	2933
Age (semaines)	15	18
GMQ 11 semaines-abattage (g/j)	18	8
Teneur en lipides (g/100g)		
<i>Longissimus lumborum</i>	1,2	0,9
<i>Biceps femoris</i>	1,6	1,1

Une modification de l'équilibre alimentaire dans le but d'améliorer la croissance des lapins a elle aussi des répercussions sur la composition musculaire. Une augmentation de la teneur en protéines du régime à valeur énergétique constante se traduit par un accroissement de la voie énergétique glycolytique du muscle chez les lapins abattus au même âge



(Ouhayoun et Delmas, 1983). Elle entraîne aussi une diminution de la teneur en lipides des carcasses (Kjaer, et Jensen, 1997).

Chez le lapin, la substitution d'acides gras à chaînes moyennes (apportés par l'huile de coprah) à une partie des acides gras à chaînes longues (apportés par l'huile de tournesol, de maïs ou de palme) réduit la teneur en lipides du muscle *longissimus lumborum* d'environ 20% au stade d'abattage de 11 semaines (Gondret et *al.*, 1998).

III.2. LE METABOLISME ENERGETIQUE

III.2.1. Les substrats énergétiques

Tout être vivant a besoin d'énergie pour maintenir son organisme, sa température corporelle (thermorégulation) et pour d'autres fonctions comme la reproduction, les activités physiques (marche, nage, vol) ou la croissance (Bernard, 2002). L'énergie est fournie par oxydation de différents substrats énergétiques qui proviennent majoritairement de l'alimentation : lipides, glucides et protéines.

Le régime alimentaire et l'état physiologique de l'individu vont faire varier la proportion de ces différents substrats dans la production d'énergie. En effet, en période postprandiale, les glucides vont constituer la principale source d'énergie.

Les 3 formes de stockage sont les lipides, les protéines et les glucides (Groscolas, 1987). Chez les mammifères, la principale réserve énergétique est constituée de lipides (Bernard, 2002). La valeur énergétique des lipides est très élevée ($37,6-39,7 \text{ kJ.g}^{-1}$) et leur nature hydrophobe (5 à 10% d'eau dans les adipocytes) permettent à tout organisme de posséder une forme de stockage très riche en énergie avec une surcharge pondérale réduite (Gibbons et *al.*, 2000).

Le glycogène est une autre source de réserve énergétique de mobilisation rapide, de courte durée et localisé dans de nombreux tissus. Enfin les protéines musculaires (muscles squelettiques) peuvent aussi jouer le rôle de réserve mais elles sont de faible mobilisation, à long terme et sont de forte surcharge pondérée.



La musculature des animaux destinés à la production de viande représente de 35 à 60% de leur masse corporelle. Elle est également un acteur essentiel du métabolisme, en particulier du métabolisme énergétique.

En effet, les nutriments énergétiques sont soit directement oxydés dans les muscles pour la production d'énergie libre, soit stockés (Figure 22) sous forme de glycogène (pour le glucose) dans les fibres musculaires ou sous forme de triglycérides (pour le glucose et les acides gras), essentiellement dans les adipocytes intramusculaires.

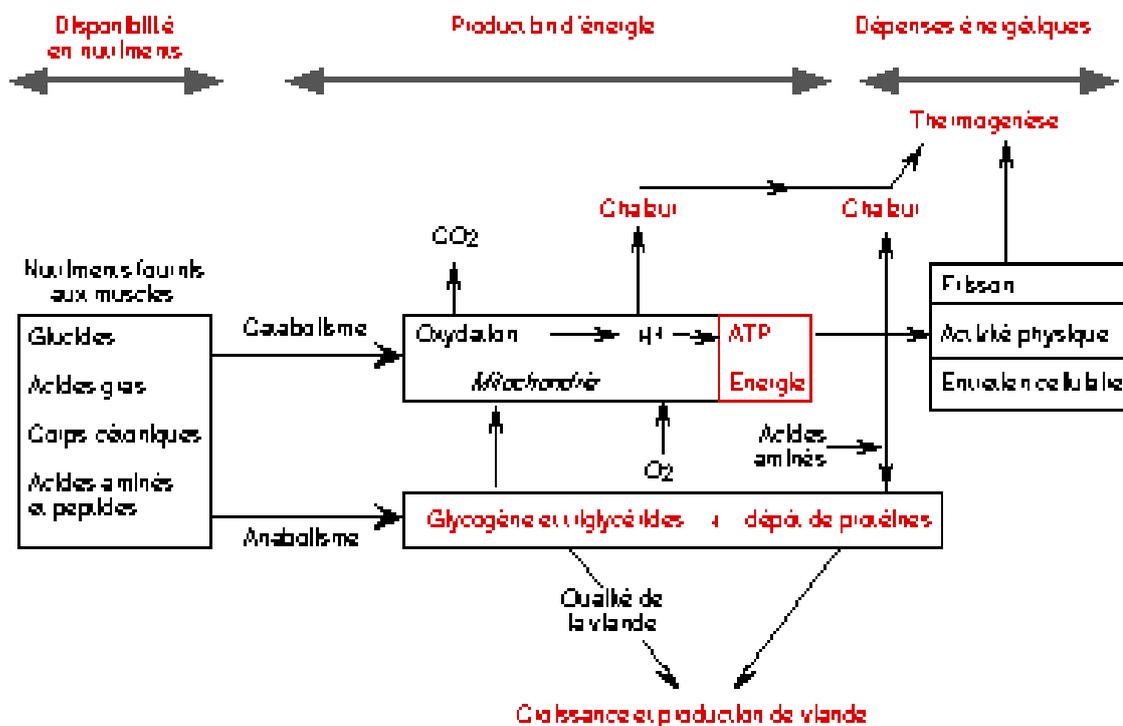
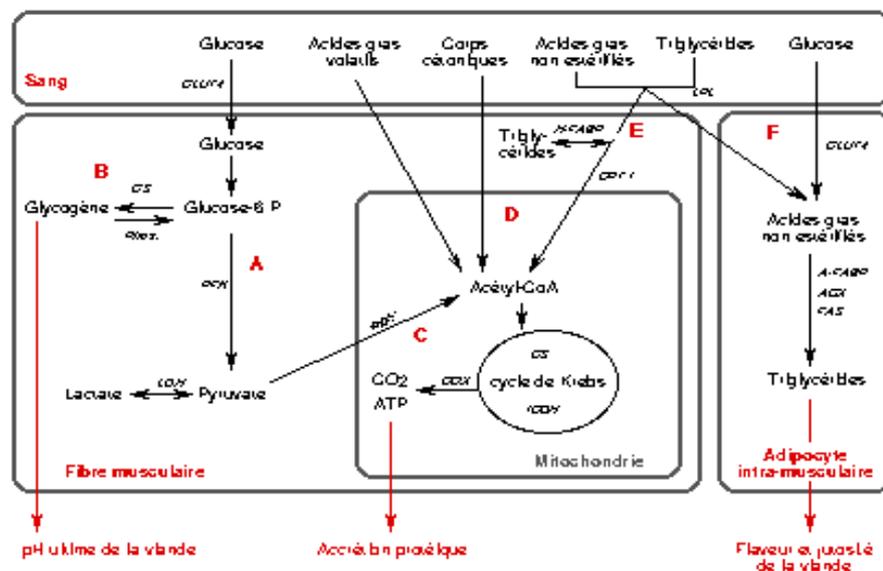


Figure 22 : Métabolisme énergétique musculaire en relation avec la physiologie du muscle (Hocquette et al., 2000)



III.2.2. Diversité métabolique des fibres musculaires

Les principales voies du métabolisme énergétique musculaire sont caractérisées par la mesure des activités d'enzymes spécifiques. On peut distinguer le métabolisme glycolytique (voies A et B, Figure 23) du métabolisme oxydatif (Voies C à E, Figure 23).



GLUT4 : isoforme 4 du transporteur du glucose, GS : glycogène synthase, Phos. : phosphorylase, PFK : phosphofructokinase, LDH : lactate déshydrogénase, LPL : lipoprotéine lipase, FABP : protéine de liaison des acides gras (forme cardiaque : H, forme adipocytaire : A), CPT I : carnitine palmitoyltransférase I, CS : citrate synthase, ICDH : isocitrate déshydrogénase, COX : cytochrome *c* oxydase, ACX : acyl-CoA carboxylase, FAS : synthase des acides gras

Figure 23 : Principales voies du métabolisme énergétique musculaire. (Hocquette et *al.*, 2000)

Notons que chez le lapin, la correspondance entre type contractile et type métabolique n'est pas exact, certaines fibres de type IIB étant aussi oxydative que les fibres IIA, tandis que certaines fibres de type IIA ont des activités oxydatives aussi basse que la majorité des fibres de type IIB (Reichman et Pette, 1982).



Ces différents types de fibres varient dans des proportions selon leur fonction et leur localisation. Les plus oxydatifs sont ceux à l'avant de la carcasse et les moins oxydatifs sont ceux de la cuisse et du râble (Delmas et Ouhayoun, 1990).

Certains muscles comportent principalement un type de fibres le cas du psoas major (muscle du tronc), composé quasi-exclusivement de fibres rapides glycolytiques de type IIX (Hamalainen et Pette, 1993) ou du *semi-membranosus proprius*, muscle de la cuisse, composé uniquement de fibres lentes oxydatives de type I (Renou et al., 1986).

La quantité de lipides varie largement avec le muscle considéré. La teneur en lipides est plus élevée dans les fibres à métabolisme oxydatif que dans les fibres à métabolisme glycolytique. Chez le lapin cette différence résulte à la fois d'une plus forte teneur en phospholipides (les fibres oxydatives sont plus riches en mitochondries et en membranes intracellulaires), et en triglycérides cytoplasmiques (Wakata et al., 1990).

III.2.3. Acquisition de la maturité contractile et métabolique

Le tissu musculaire du lapin se met en place durant la période fœtale. Le nombre de fibres musculaires est généralement fixé à la naissance, bien qu'il puisse augmenter faiblement dans certains muscles (*Soleus*, *ancone accessorius*) dans les 7 à 17 jours suivant la naissance (Nouguès, 1972). Pour ce fait, le développement postnatal des fibres musculaires se caractérise par un accroissement de la taille des fibres musculaires permettant une augmentation du poids du muscle.

Parallèlement au développement contractile, le métabolisme énergétique des fibres se modifie. La différenciation métabolique des fibres musculaires oriente les muscles rapides, oxydatifs à la naissance vers un profil glycolytique et les muscles lents, oxydatifs vers un profil nettement oxydatif chez l'adulte (Gondret et Bonneau, 1998). La Voie glycolytique du métabolisme énergétique progresse jusqu'à 90 jours plus ou moins rapidement selon la nature des muscles (rouge, blanc, mixte), en même temps la voie oxydative perd de son importance (Bacou, 1972). L'équilibre métabolique adulte est atteint au terme des 8 à 10 semaines de vie postnatale (Briand et al., 1993).

Contrairement aux différents muscles du tronc ou de la partie postérieure de la carcasse, le muscle *longissimus lumborum* (principal constituant du râble) n'a pas encore atteint son phénotype contractile adulte à l'âge commercial d'abattage (Gondret et al.,



1996). La vitesse d'installation de l'équilibre du métabolisme énergétique y est également plus faible que dans les autres muscles de la carcasse (Dalle Zotte et Ouhayoun, 1995).

III.3. METABOLISME DES NUTRIMENTS ENERGETIQUES DANS LE TISSU MUSCULAIRE

L'apport des nutriments au muscle (glucose, acide gras, lactate, etc) par la circulation sanguine correspond au produit du débit sanguin par la concentration artérielle. La quantité de nutriments captée par le muscle peut être mesurée in vivo par la différence artério-veineuse de chacun des nutriments au niveau de la patte arrière (constituée principalement de muscles). Le taux de captage est très variable : de 4-9 % pour le glucose à environ 40 % pour l'acétate. Les résultats ainsi obtenus (apports et captage) permettent de calculer la contribution maximale potentielle de chaque nutriment énergétique au métabolisme du muscle. Néanmoins la contribution potentielle maximale du glucose au métabolisme musculaire est importante (de 30 à 60 %) (Pethick 1984 ; Ortigues et Visseiche 1995).

III.3.1. Métabolisme du glucose

Le captage du glucose est faible en raison de l'activité et de l'expression limitée des transporteurs du glucose présents dans les membranes des cellules musculaires et adipeuses (Hocquette et *al.*, 1996).

Dans le cas du muscle au repos, le glucose peut être métabolisé par différentes voies biochimiques : oxydation complète dans les mitochondries, recyclage sous forme de lactate, conversion en glycogène dans les fibres ou en lipides dans les adipocytes intramusculaires (Figure33).

III.3.2. Métabolisme des lipides

Les acides gras à chaîne longue transportés par la circulation sanguine se trouvent soit sous forme de triglycérides, soit sous forme libre (ou non estérifiée). Les triglycérides sont un des constituants des lipoprotéines. L'hydrolyse par la lipoprotéine-lipase des triglycérides circulants en acides gras libres captés par les tissus sous-jacents, en particulier



le muscle, est considérée comme une étape limitante pour l'utilisation des triglycérides à des fins énergétiques.

Les concentrations artérielles des acides gras non estérifiés (AGNE) sont très différentes entre espèces et varient en fonction des conditions physiologiques ou d'alimentation (augmentation lors de la mobilisation des réserves lipidiques du tissu adipeux par exemple en cas de jeûne, de sous-nutrition, d'exposition au froid ou d'exercice) (Hocquette et *al.*, 2000). Le taux de captage des AGNE par le muscle est de l'ordre de 20 %, mais seulement environ 3 à 40 % des AGNE captés sont directement oxydés (Hocquette et *al.*, 2000).

A l'intérieur de la cellule musculaire (Figure 33), les acides gras sont liés à des protéines de liaison spécifique (FABP, pour Fatty Acid Binding Protein) qui transportent les acides gras vers les sites d'oxydation (peroxysomes, mitochondries) ou d'estérification (cytosol). Les peroxysomes sont de petits organites intracellulaires qui dégradent partiellement les acides gras à chaîne longue en acides gras à chaîne plus courte, pouvant aller jusqu'au stade acétyl-CoA.

Les acides gras à chaîne longue ou courte sont ensuite transférés à l'intérieur des mitochondries où ils sont complètement catabolisés par les enzymes du cycle de Krebs. L'entrée des acides gras dans les mitochondries, sous le contrôle d'une enzyme spécifique, la carnitine palmitoyltransférase I (CPT I), est considérée comme l'étape limitante de l'oxydation mitochondriale des acides gras, que ce soit dans le foie ou dans les muscles (Hocquette et Bauchart, 1999).

III.4. INTERACTION ENTRE LES NUTRIMENTS ENERGETIQUES

Le cycle de Randle décrit la compétition entre l'oxydation des lipides et celle des glucides. En effet, le catabolisme des acides gras génère du NADH, de l'ATP et de l'acétyl-CoA qui inhibent la principale enzyme de l'oxydation du glucose, le pyruvate deshydrogénase. Ainsi, une infusion *in vivo* d'acétate épargne le glucose comme source d'énergie.

Sidossis et Wolfe (1996) ont montré qu'une stimulation du catabolisme du glucose diminue l'oxydation des acides gras via l'inhibition de la CPTI par le malonyl-CoA.



L'importance de ces phénomènes interactifs dépendra fortement de celle de la demande en énergie et de l'état physiologique des animaux (adaptation ou stress froid, intensité et durée de l'exercice avec ou sans entraînement, animal en croissance ou à l'entretien).

III.5. CONTROLE HORMONAL DU METABOLISME ENERGETIQUE MUSCULAIRE

➤ Rôle de l'insuline

Parmi les facteurs hormonaux contrôlant le métabolisme énergétique musculaire, l'insuline est le plus important (Hocquette et *al.*, 2000). L'insuline modifie l'approvisionnement du muscle en nutriments par un effet direct de vasodilatation qui augmente le flux sanguin à travers les tissus, notamment musculaires, par une diminution de la néoglucogenèse dans le foie et de la lipolyse dans les tissus adipeux et par une augmentation du captage du glucose et des acides aminés par les tissus musculaires.

Dans le muscle, l'insuline stimule le métabolisme du glucose en augmentant son captage par ce tissu, son oxydation, son recyclage en lactate et son stockage sous forme de glycogène. L'insuline augmente aussi le captage par le muscle d'autres nutriments tels que l'acétate. Enfin, elle joue un rôle majeur dans le métabolisme des lipides en dirigeant les acides gras à chaîne longue vers le dépôt de triglycérides plutôt que vers l'oxydation dans les muscles (Hocquette et *al.*, 1996 et 1998).

➤ Rôle de l'hormone de croissance

L'hormone de croissance exogène administrée, favorise le gain de poids, accroît l'efficacité alimentaire et diminue le dépôt de lipides dans le tissu adipeux (Hocquette et *al.*, 2000).

➤ Rôle des hormones thyroïdiennes

Les hormones thyroïdiennes augmentent la multiplication et l'activité des mitochondries, l'oxydation des lipides et les dépenses énergétiques du fait de l'accroissement du métabolisme protéique (Hocquette et *al.*, 1998).

➤ Rôle des Béta 2-agonistes

Les bêta 2-agonistes accroissent la synthèse et le dépôt des protéines, tout en diminuant la dégradation des protéines et le dépôt de lipides (Sillence, 1996).



Matériels et Méthodes



Le travail expérimental présenté dans ce document fait partie du programme du Laboratoire de Recherche « Santé et Production Animales ». Il a été réalisé au niveau de l'atelier cunicole de l'ENSV, avec la collaboration des laboratoires pédagogiques de Biochimie et d'Histologie de l'ENSV, le laboratoire d'Analyses de l'ITELV et le laboratoire de Nutrition de la Station Avicole de l'INRA de Tours (France), pour la réalisation de certains dosages et mesures.

I. L'OBJECTIF DE L'ETUDE

L'objectif de notre travail consiste à comparer l'évolution de la croissance de deux populations de lapin, la population « Blanche » issue de sujets importés et la population « Kabyle » issue de lapin local, décrites au préalable dans le premier chapitre de la partie bibliographique. Le choix de ces populations se justifie par leur utilisation répandue chez la majorité des éleveurs de la région. En effet, la Coopérative qui nous a fourni ces animaux, est chargée de diffuser les reproducteurs de ces populations auprès des éleveurs.

Aussi, l'éventuelle différence de croissance estimée entre les deux populations est élucidée par d'autres mesures concernant :

- le rendement à l'abattage, les caractéristiques de la carcasse, la découpe et la morphométrie des segments du tube digestif ;
- les paramètres sanguins ;
- la capacité digestive des différents nutriments ;
- la mesure des villosités de l'intestin grêle.

II. MATERIELS ET METHODES

II.1. Lieu et durée de l'expérimentation :

L'expérimentation a eu lieu au niveau du clapier de l'Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire d'El-Harrach. L'essai a duré huit (08) semaines, soit du 02 Décembre 2007 au 28 Janvier 2008.



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

II.2.1. Le Logement :

La superficie du clapier est de 72 m². Il est construit en dur et possède une charpente de type métallique. L'aération statique est assurée par des vasistas (06), placés des deux côtés du bâtiment (Photos 1 et 2 ; Annexe 1), ainsi qu'une faîtière tout le long du bâtiment.

II.2.2. Le Matériel d'élevage :

Le clapier est équipé de batteries à engraissement à deux étages, comprenant chacune 8 cages. Chaque cage, conçue en grillage métallique, mesure 59 cm de longueur et 54 cm de largeur et de 35 cm de hauteur (Photo 3 et 4, Annexe 1 ; Schéma 1, Annexe 2).

La cage est équipée d'une trémie d'alimentation et d'un système d'abreuvement automatique avec tétine. Les déjections sont directement réceptionnées sur le sol carrelé avec une légère pente permettant l'écoulement des urines.

En plus des fenêtres, le clapier est éclairé à l'aide de 4 néons, le chauffage est quant à lui assuré par deux radiants placés de part et d'autre des batteries. La température et l'hygrométrie du clapier sont contrôlées respectivement à l'aide de quatre thermomètres classiques placés chacun sur une batterie d'engraisement et d'un hygromètre digital.

II.3. Les animaux :

L'expérimentation a été réalisée sur deux populations de lapins : la population Kabyle et la population Blanche (Photos 5, 6, 7, 8, 9 et 10 ; Annexe 3). Elles proviennent de la COOPAPIST de Tizi-Ouzou qui est située dans la commune d'Ouaguenoun à 18 km au nord du chef lieu de wilaya dont le rôle est d'approvisionner les éleveurs en reproducteurs.

L'étude a été réalisée sur 70 lapines : 35 lapines de chaque population. A la réception, les lapines âgées de 35 jours ont été placées dans les batteries d'engraisement. Le choix du sexe (femelle) nous a été imposé du fait de la non disponibilité des mâles en nombre suffisant. Trois jours après leur arrivée, les animaux ont été identifiés par tatouage à l'oreille.

Après une semaine d'adaptation, soit à 42 jours d'âge, les lapines de chacune des deux populations (B et K) sont réparties en 7 lots de poids homogènes comprenant 5 lapines



chacun. Celles-ci sont placées au 1^{er} étage de la batterie afin que la manipulation des animaux se fasse aisément (schéma expérimental).

Le schéma expérimental

B1	K1	B2	K2		B3	K3	B4
Batterie 1				Batterie 2			
B5	K5	B6	K6		B7	K7	
Batterie 3				Batterie 4			

II.4. L'alimentation :

A 42 jours d'âge tous les lapereaux ont reçu *ad libitum* un même aliment sous forme de granulé spécial lapin provenant de l'unité de fabrication de l'aliment du Bétail de Bouzaréah (Alger). Il est composé de maïs, de tourteau de soja, de luzerne, de son, de calcaire, de phosphate bicalcique et de CMV spécial lapin. Il est à noter que la formule alimentaire ne nous a pas été révélée par le fabricant d'aliments.

Aussi, à la mise en place des animaux, nous avons distribué quotidiennement une quantité de paille (100g) en complément à l'aliment granulé par notre propre initiative afin d'éviter les troubles digestifs qui apparaissent chez le jeune lapereau lors du passage du pré sevrage au post sevrage, et ce durant la semaine d'adaptation.

Pour déterminer la composition chimique de l'aliment, plusieurs échantillons ont été prélevés de chaque sac réceptionné. Ces derniers ont été bien mélangés, et un échantillon définitif de 100 g a été prélevé et soumis aux analyses chimiques selon les méthodes décrites plus loin.



II.5. La conduite d'élevage :

Durant toute la période de l'essai, la température et l'humidité ont été relevées quotidiennement trois fois par jour : 9 h, 13 h et 16 h. La température était en moyenne de 16°C et l'hygrométrie de 70 %.

Les animaux sont nourris à volonté. Les animaux et les quantités d'aliment distribué et refusé sont pesés toutes les semaines. Le contrôle de mortalité est fait quotidiennement dans chaque lot.

II.6. Le plan de prophylaxie :

Dès leur arrivée, des animaux ont reçu un antistress mélangé dans l'eau de boisson durant 5 jours.

III. LES MESURES EFFECTUEES

III.1. Les performances zootechniques

Au début de chaque semaine les animaux étaient pesés à la même heure, 9 h 30mn sur une balance électronique. Les mesures hebdomadaires ont porté sur :

III.1.1. Le poids vif (g)

Le poids vif individuel des 75 lapines a été déterminé à J42, J49, J56, J63, J70, J77, J84 et à J91.

III.1.2. Le gain de poids (g/semaine)

Le gain de poids a été calculé chaque semaine :

$$\mathbf{GP} = \text{Poids final} - \text{Poids initial}$$

III.1.3. Le gain moyen quotidien (g/j)

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

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



III.1.4. La consommation alimentaire (g)

La quantité d'aliment consommé est calculée comme suit :

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

La quantité d'aliment ingéré par individu :

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

III.1.5. L'indice de consommation

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

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

III.1.6. Le taux de mortalité (%)

Le taux de mortalité représente le rapport suivant :

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

III.2. Le bilan digestif :

Pour un nutriment donné, le coefficient d'utilisation digestive apparente (CUDa) est estimé par la formule suivante :

$$CUDa = (\text{Quantité ingérée} - \text{Quantité excrétée}) / \text{Quantité ingérée} * 100$$

Les mesures de digestibilité ont été réalisées selon la méthode de Perez *et al.* (1995). Le bilan a été effectué sur 7 lapines pour chaque traitement, âgées de 49 jours, de poids moyen équivalent. Les animaux sont placés individuellement dans des cages, aménagées avec un système de collecte des crottes (Photo 4, Annexe 1). Ils étaient alimentés à volonté avec le même aliment. Après une période d'adaptation de 7 jours, la quantité d'aliment distribuée est pesée. La récolte et la pesée des crottes sont faites pendant 4 jours consécutifs à la même



heure (Figure 24), et conservés à -20°C pour être analysées ultérieurement. A la fin du bilan, la quantité d'aliment refusé a été estimée. L'évaluation de la digestibilité est effectuée pour la matière sèche, les cendres, les matières azotées totales, la cellulose brute, la matière grasse, et l'énergie (Figure 25). Nous avons également déterminé l'énergie digestible apparente (EDa) basée sur la formule de Battaglini et Grandi (1985) afin de conforter le résultat obtenu par la méthode calorimétrique.

$$\text{EDa (\%)} = 1,04 (\text{MS.D\%}) - 2,61$$

EDa = Energie digestible apparente

MS.D = Matière sèche digestible

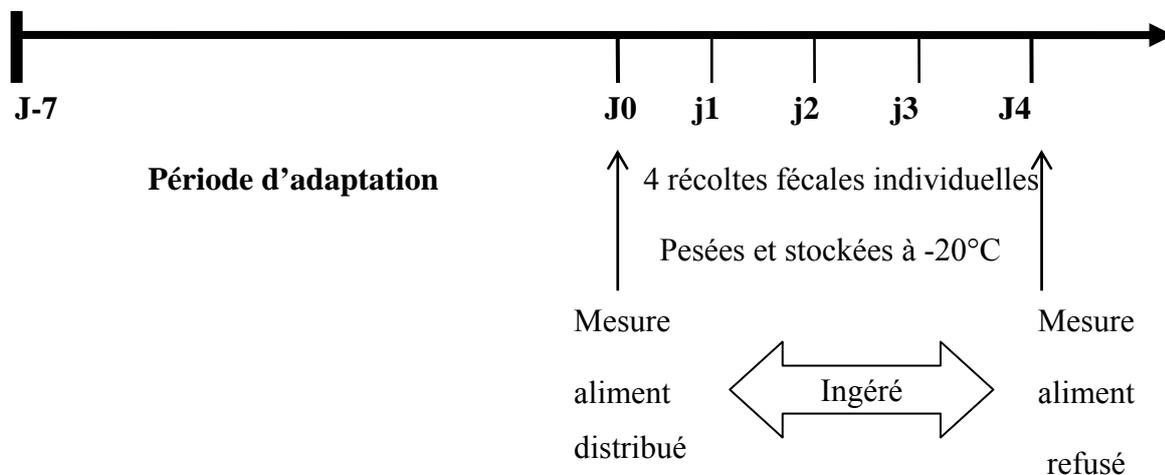


Figure 24 : Schéma expérimental du bilan digestif (Méthode de référence Européenne)

Pour mesurer la digestibilité, nous avons suivi le schéma décrit par la méthode de référence Européenne (Perez *et al.*, 1995) :

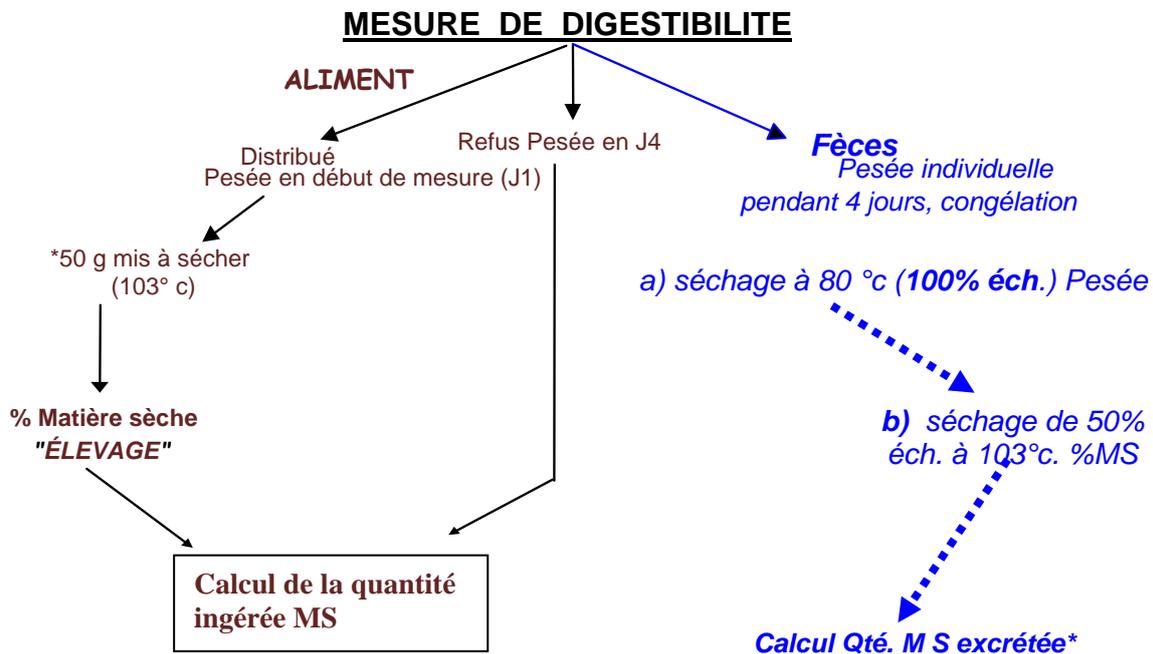


Figure 25: Schéma du protocole de mesure du bilan digestif
(Méthode de référence Européenne)

$$\text{QMS Excrétée} = (\text{P1-T}) \times (\text{P3-T}) / (\text{P2-T})$$

T : tare du plateau (après 1 h à 80°C) ;

P1= poids fèces à 80°C + poids de la tare pendant 24h ;

P2 = poids du plateau + environ 50% du poids sec à 80°C de fèces ;

P3= poids du plateau + 50% fèces après séchage à 103°C pendant 24h

$$\text{QI MS} = \text{Distribué MS} - \text{Refus MS}$$

D'où le coefficient de digestibilité de MS :

$$\text{CUD a MS} = (\text{Ingéré MS} - \text{Excrété MS}) / \text{Ingéré MS}$$

L'évaluation de la digestibilité a été effectuée aussi pour les matières azotées totales, la cellulose brute, les cendres, la cellulose brute, énergie brute)



III.3. Méthodes d'analyse physico-chimique sur l'aliment et les fèces

Les échantillons d'aliment et de fèces conservés pour les analyses ont été séchés et broyés au mortier à pilon de type (Retsch RM 2000).

La matière sèche, la matière minérale, la matière azotée, la cellulose brute, la matière grasse de l'aliment et des fèces ont été effectuées au laboratoire de l'institut Technique des élevages de BABA-ALI selon les méthodes référencées par AFNOR (1985), et l'énergie brute à la Station Avicole de Tours (INRA France).

III.3.1. Détermination de la Matière sèche (MS) :

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

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

Y : Poids de l'échantillon après dessiccation

X : Poids de l'échantillon humide

III.3.2. Détermination de Matière minérale (MM):

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

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

A : Poids des cendres

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

MS : Teneur en matière sèche en %



III.3.3. Détermination de la Matière azotée totale (MAT)

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

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

N = g d'azote.

III.3.4. Détermination de la cellulose brute (CB) :

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

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

A : Poids du creuset + résidu après dessiccation C : Poids de l'échantillon de départ

B : Poids du creuset + résidu après incinération

III.3.5. Détermination des matières grasses (MG)

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

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

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

B : Poids du ballon vide

C : Poids de la prise de l'essai



III.3.6. Détermination de l'énergie brute :

L'énergie brute des aliments et des fèces a été déterminée à l'aide d'un calorimètre adiabatique IKA-Calorimeter C700T.

III.4. Mesure des paramètres sanguins

III.4.1 Prélèvements sanguins

Deux prélèvements sanguins ont été effectués sur les lapines nourries durant l'essai, l'un au 71^{ème} jour et l'autre au 92^{ème} jour d'âge.

Sept animaux de chaque traitement (7 Kabyles et 7 Blancs) à raison d'un animal par lot, ont été choisis selon le poids moyen représentatif du lot.

Le sang a été prélevé au niveau de l'artère médiane de l'oreille, à l'aide de seringues Ultraliss de 2,5ml puis récolté dans les tubes héparinés. Le sang recueilli est centrifugé à 3500 tours/mn, pendant 15 mn dans une centrifugeuse (Selecta, Centro-8).

Le plasma obtenu est aliquoté et congelé à - 20°C en vue de réaliser des analyses biochimiques : le glucose, les protéines totales, les lipides totaux, les triglycérides, le cholestérol, l'urée et la créatinine.

III.4.2 Dosages biochimiques des métabolites sanguins

Pour l'ensemble de ces analyses, le principe est basé sur la colorimétrie mesurée à l'aide d'un spectrophotomètre (LKB Novastec). L'intensité de la coloration développée est directement proportionnelle à la concentration du métabolite analysé.

❖ Dosage du glucose plasmatique :

La glycémie est mesurée à l'aide d'un kit de dosage commercial (Glucose/GOD-PAP, SPINREACT, SA, Espagne).

Méthode et principe

C'est une méthode colorimétrique enzymatique. En présence de la glucose oxydase, le glucose est oxydé par l'oxygène de l'air en gluconolactone.



L'eau oxygénée formée réagit dans une réaction catalysée par la peroxydase, avec l' amino- 4 phénazone et le phénol avec formation d'un dérivé coloré rouge.

Réaction chimique :



Ce dosage est effectué sur 10 µl de plasma. Le résultat est exprimé en g/l selon la formule suivante :

$$A_{\text{Echantillon}} / A_{\text{Standard}} \times C_{\text{Standard}} = C_{\text{Echantillon}} \text{ (g/l)}$$

Absorbance à la longueur d'onde de 505nm.

❖ ***Dosage des protéines totales plasmatiques :***

La teneur plasmatique en protéines totales est mesurée à l'aide d'un kit de dosage commercial (Total protein/Biuret. Colorimetric, SPINREACT, SA, Espagne).

Méthode et principe

C'est une méthode de détermination colorimétrique. Les ions cuivriques réagissent en solution alcaline avec les liaisons peptidiques des protéines avec formation d'un complexe pourpre caractéristique.

Réaction chimique



Ce dosage est effectué sur 20µl de plasma. Le résultat est exprimé en g/l selon la formule suivante :

$$A_{\text{Echantillon}} / A_{\text{Etalon}} \times C_{\text{Etalon}} = C_{\text{Echantillon}} \text{ (g/l)}$$

Absorbance à la longueur d'onde de 540nm.



❖ **Dosage du cholestérol plasmatique**

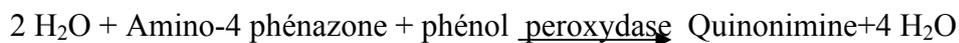
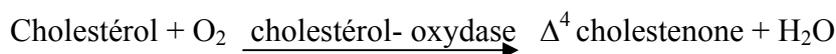
La teneur plasmatique en cholestérol est mesurée à l'aide d'un kit de dosage commercial (Cholesterol/CHOD-PAP, SPINREACT, SA, Espagne).

Méthode et principe

C'est une méthode colorimétrique enzymatique. La concentration en cholestérol est déterminée à l'aide de cholestérol-estérase et de cholestérol oxydase. Sous l'action de la cholestérol-estérase les esters du cholestérol sont scindés en cholestérol et acide gras.

Sous l'action de la cholestérol-oxydase, le cholestérol est transformé en présence d'oxygène Δ^4 cholestenone avec formation d'eau oxygénée. En présence de peroxydase, l'eau oxygénée formée réagit avec l' amino-4 phénazone et le phénol avec formation d'un dérivé coloré rouge.

Réaction chimique



Sur 10 μl de plasma la concentration en cholestérol est calculée selon la formule suivante :

$$A_{\text{Echantillon}} / A_{\text{Etalon}} \times C_{\text{Etalon}} = C_{\text{Echantillon}} \text{ (mg/dl)}$$

Absorbance à la longueur d'onde de 505nm.

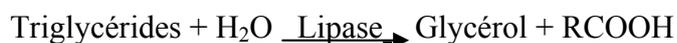
❖ **Dosage des triglycérides plasmatiques :**

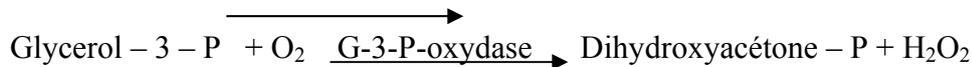
Les triglycérides plasmatiques sont mesurés à l'aide d'un kit de dosage commercial (Triglycerides/GPO-PAP, SPINREACT, SA, Espagne).

Méthode et principe

C'est une méthode colorimétrique enzymatique. Les triglycérides présents dans l'échantillon donnent un complexe coloré quantifiable par spectrophotométrie.

Réaction chimique





Sur 10 μ l de plasma la concentration en triglycérides est calculée selon la formule suivante:

$$A_{\text{Echantillon}} / A_{\text{Etalon}} \times C_{\text{Etalon}} = C_{\text{Echantillon}} \text{ (mg/dl)}$$

Absorbance à la longueur d'onde de 505nm.

❖ **Dosage de la créatinine plasmatique :**

Le dosage de la créatinine plasmatique est mesuré à l'aide d'un kit de dosage commercial (Jaffé, Colorimetric-Kinetic, SPINREACT, SA, Espagne).

Méthode et principe

La créatinine réagit avec les picrates alcalins de sodium formant un complexe rouge, l'intensité de la couleur est proportionnelle avec la concentration de l'échantillon en créatine.

Le dosage se fait sur 100 μ l de plasma, la concentration en créatinine est calculée selon la formule suivante :

$$\Delta A = A_2 - A_1$$

A_1 = l'absorbance lue après 30 secondes

A_2 = l'absorbance lue après 90 secondes

Absorbance à la longueur d'onde de 492nm.

❖ **Dosage de l'Urée plasmatique :**

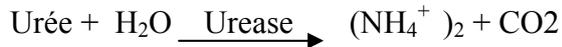
Le dosage de l'urée plasmatique est mesuré à l'aide d'un kit de dosage commercial (Urea-B, SPINREACT, SA, Espagne).

Méthode et principe

L'Urée présente dans l'échantillon donne un indophénol coloré quantifiable par spectrophotométrie.



Réaction chimique



La concentration en Urée est calculée selon la formule suivante :

$$A_{\text{Echantillon}} / A_{\text{Etalon}} \times C_{\text{Etalon}} = C_{\text{Echantillon}} \text{ (mg/dl)}$$

Absorbance à la longueur d'onde de 580nm.

III.5. Détermination des caractéristiques de la carcasse et du tube digestif

Les lapins abattus étaient nourris et cliniquement sains. Le poids vif de chacun a été mesuré avant le sacrifice. L'abattage a été réalisé par saignée. La peau a été enlevée en coupant au niveau de la 3^{ème} vertèbre caudale et des épiphyses distales des *radius-ulna* et l'os du tibia (Blasco et Ouhayoun, 1993).

III.5.1. Morphométrie

Au cours de l'abattage des mesures sont réalisées sur les différents segments du tube digestif sur 36 animaux des deux populations (19 pour la Blanche et 17 pour la Kabyle). La longueur et les poids plein et vide sont réalisés sur l'estomac, l'intestin ainsi que le colon proximal et distal selon les délimitations rapportées par Gallois (2006) dans le Schéma 2, Annexe 4.

III.5.2. Rendement à l'abattage et caractéristiques de la carcasse

L'estimation du rendement à l'abattage et l'appréciation des caractéristiques de la carcasse pour les deux populations sont établis sur 47 animaux (24 pour la Blanche et 23 pour la Kabyle) à 93 jours d'âge.

Après l'abattage, les critères de la carcasse sont mesurés conformément aux recommandations de Blasco et Ouhayoun (1993) à l'exception des manchons qui ont été



gardés conformément à la présentation de la carcasse sur le marché local (Lounaouci, 2001) (Tableau 28).

Tableau 27 : Critères de la carcasse après l'abattage

Abréviation	Critères	Définition
Peau	Le poids de la peau	Le poids de la peau du corps sans celle des manchons
PCC	Le 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 les poils.
PTDP	Le poids du tube digestif plein	Le poids du tube digestif plein avec l'appareil urogénital, la vessie vidée
PTDV	Le poids du tube digestif vide	
PF	Le poids du foie	Le poids du foie sans la vésicule biliaire

Les carcasses chaudes sont ensuite conservées au frais pendant 1 heure puis réfrigérées à 4°C pendant 24 h. Après cette durée, les critères suivants sont mesurés (Tableau 29).

Tableau 28 : Critères de la carcasse mesurés après 24 h (Photo 11 ; Annexe 5)

Abréviation	Critères	Définition
PCF	Poids de la carcasse froide	Poids de la carcasse froide après 24 heures au frais.
PGP	Poids du gras péri rénal	Poids du dépôt de gras entourant les reins
PGS	Poids du gras inter scapulaire	Poids du gras localisé entre les deux scapulaires
RC	Rendement de carcasse	$\text{Poids de carcasse froide} / \text{poids vif} \times 100$



III.5.3. La découpe de la carcasse

La carcasse froide a été découpée selon les critères de Blasco et Ouhayoun (1993). La longueur de la carcasse est mesurée à partir de la vertèbre de l'atlas jusqu'à la 7^{ème} vertèbre lombaire. Après élimination de la tête par section entre l'*occiput* et la vertèbre de l'atlas, nous avons procédé à la découpe suivante (Photo 10 ; Annexe 5) :

1^{ère} section : entre la 7^{ème} et la 8^{ème} vertèbre thoracique.

2^{ème} section : entre la dernière vertèbre thoracique et la 1^{ère} vertèbre lombaire.

3^{ème} section : entre la 6^{ème} et la 7^{ème} vertèbre lombaire.

4^{ème} section : séparation des membres antérieurs incluant les muscles thoraciques.

5^{ème} section : séparation des membres postérieurs, y compris os *coxae* et la partie postérieure du *m. iliopsoas* , *m. psoas-major* et *m. iliacus*.

Ces sections laissent définir selon les mêmes auteurs, la division anatomique et technologique.

La division anatomique comprend la 2^{ème} et la 3^{ème} section (Photo 12 ; Annexe : 5).

- L'avant de la carcasse : jusqu'à la dernière vertèbre thoracique (PPA)
- Le râble : jusqu'à la 6^{ème} vertèbre lombaire (PPI)
- La carcasse arrière : les membres postérieurs (PPP)

Alors que la division technologique inclut la 4^{ème} et la 5^{ème} section :

- Les membres antérieurs séparés (PMA)
- Les cuisses séparées (PMP)

Le tableau 30 représente les différentes parties mesurées.



Tableau 29 : Représentation des mesures prises sur la carcasse

Abréviation	Critères
LD	Longueur dorsale
PT	Poids de la tête
PPA	Poids de la partie antérieure
PPI	Poids de la partie intermédiaire
PPP	Poids de la partie postérieure
PMA	Poids des membres antérieurs
PMP	Poids des membres postérieurs

III.6. Mesure de l'histométrie digestive

L'étude est effectuée sur 14 animaux (7 de chaque traitement), à raison d'une lapine par lot représentant le poids moyen. Les prélèvements sont réalisés au niveau de l'intestin grêle, plus précisément au milieu de chaque segment de celui-ci, en considérant que le duodénum, le jéjunum et l'iléon représentent respectivement 1/5, 3/5, et 1/5 de la longueur totale de l'intestin grêle (Gallois, 2006).

Deux segments d'environ 1 cm sont prélevés et ouverts dans le sens de la longueur, puis plongés dans une solution de formol tamponnée à 4% pendant 48 h afin de fixer les tissus (Martoja et Martoja, 1967).

Les échantillons sont analysés par la technique histologique dont la procédure a été décrite par Gabe (1968).

Les échantillons sont rincés à l'eau courante puis traités selon les étapes suivantes :

1/ Déshydratation :

Celle-ci est réalisée à l'aide de l'alcool éthylique à concentration croissante :

- 2 bains à 70° pendant 1 h pour chaque bain
- 2 bains à 90° pendant 1 h pour chaque bain
- 2 bains à 100° pendant 1h pour chaque bain



2/ Eclaircissement

Celui-ci est réalisé avec du xylène :

- 2 bains pendant 1h 30 mn pour chaque bain

3/ La mise en bloc (moulage)

Avant de procéder à la coupe, l'échantillon doit être contenu dans un bloc qui est composé d'une cassette et d'un moule. On verse d'abord de la paraffine liquide (chauffée à l'étuve à 56°C) dans ce dernier, on place l'échantillon au milieu, on recouvre avec la cassette et à la fin on verse de la paraffine dessus. L'ensemble est trempé dans de l'eau froide pendant une vingtaine de minutes afin que la paraffine se solidifie. A la fin, on obtient un bloc contenant l'échantillon prêt à la coupe.

4/ La coupe

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

5/ La coloration

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

On procède de la manière suivante :

- Déparaffiner dans 2 bains de xylène pendant 5 mn chacun.
- Réhydrater avec de l'alcool éthylique à concentration décroissante : 1 bain à 100°, 1 bain à 90°, 1 bain à 70° pendant 30 secondes pour chaque bain puis un bain à l'eau courante pendant 1 mn.
- Colorer avec de l'hématinine pendant 46 secondes puis laver à l'eau courante
- Colorer à l'éosine pendant 2 mn.

Pour monter les coupes entre lame et lamelle, on doit :



- Déshydrater à l'alcool éthylique à concentration croissante : 70°, 90° et 100° pendant 30 secondes pour chaque bain.
- Eclaircir avec 2 bains de xylène pendant 5 mn chacun
- Placer 2 gouttes de résine sur la lamelle puis la poser délicatement sur la lame contenant l'échantillon.

Ainsi les longueurs et les largeurs des villosités ont été mesurées à l'aide d'un microscope optique (type Motic) à faible grossissement (grossissement x 4), munie une caméra et un logiciel d'analyse d'images (Motic Image plus 2.0) (Photo 13, Annexe 6).

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

Surface = (L x l) x 3,14 ; où L = longueur de la villosité ; l = largeur de la villosité

IV. ANALYSE STATISTIQUE

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

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

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



Résultats



Dans cette étude, nous comparons, chez des lapines en période post sevrage, issues de deux populations locales utilisées dans la majorité des élevages de les wilaya de Tizi ousou et de Bejaia, la vitesse de croissance, l'efficacité digestive, la qualité de la carcasse et la capacité d'assimilation *via* l'intégrité des villosités intestinales.

Avant d'aborder les résultats relatifs aux différents paramètres suivis, nous présenterons les caractéristiques de l'aliment et du cheptel utilisés dans notre essai.

I. LA COMPOSITION CHIMIQUE DE L'ALIMENT GRANULE

La composition chimique de l'aliment granulé distribué lors de cet essai est présentée dans le Tableau 31. Nous pouvons relever que la matière sèche de l'aliment est d'environ 87%. Le taux de protéines brutes est en moyenne de 14% ; celui de la cellulose brute de 10,5 %.

Les teneurs en matières grasses et en énergie brute sont respectivement de évaluées à environ 3% et 4013 Kcal/kg.

Tableau 30: Composition chimique de l'aliment distribué au cours de l'essai.

Composantes	(%)	
Matière Sèche (MS)	87,5	
	(%MB) [≠]	(%MS)
Cendres	5,67	6,48
Protéines Brutes	14,02	16,02
Cellulose Brute	10,46	11,96
Matières Grasses	2,61	2,99
Energie brute (Kcal/kg)	4013	4586,2

[≠] Matière brute.



II. DESCRIPTION DU CHEPTEL UTILISE

Les caractéristiques (phénotypes et poids) des animaux utilisés dans notre essai sont présentées dans le Tableau 32.

Nous pouvons remarquer, d'une part, qu'à 42 jours d'âge, le lot d'animaux de population locale (Kabyle) présentait plusieurs phénotypes. Ainsi, la proportion et le poids les plus élevés sont observés chez le phénotype noir, contrairement au phénotype tacheté marron et blanc qui montre les taux les plus faibles.

Les phénotypes noir et gris, représentant 51,2% du cheptel, ont un poids vif plus élevé, avec néanmoins une plus grande variabilité. Les autres phénotypes (tacheté noir et blanc, fauve et tacheté marron et blanc) rassemblent 48,7% de l'effectif avec un poids vif moins élevé.

D'autre part, la population blanche, était constituée majoritairement d'animaux aux yeux rouges avec un pelage entièrement blanc (83% environ) avec néanmoins, une faible proportion de lapines portant des taches grises sur le bout des oreilles (environ 18%).

Les poids vifs des animaux des populations Blanche et Kabyle obtenus avant la constitution des lots expérimentaux étaient respectivement de $768\text{g} \pm 143$ et $712\text{g} \pm 155$, soit un écart non significatif d'environ 7%.

Tableau 31 : Caractéristiques des animaux expérimentaux.

Population	Phénotype	Proportion %	Poids moyen g	CV %
Kabyle (n=39)	Noir	38,4	763 ± 167	22
	Fauve	28,2	680 ± 96	14
	Gris	12,8	764 ± 171	22
	Noir et blanc	12,8	680 ± 120	18
	Marron et blanc	7,7	505 ± 69	14
Blanche (n=40)	Blanche	82,5	753 ± 133	18
	Blanche avec taches grises	17,5	838 ± 176	21



III. LES PERFORMANCES ZOOTECHNIQUES

III.1. Evolution de l'effectif des animaux

Au cours de la période expérimentale, nous avons enregistré la perte de 3 lapereaux sur le lot de 35, au sein de la population Kabyle, ce qui représente un taux de mortalité de 8,6%. L'étude de la répartition de cette mortalité, montre qu'elle est située à la 2^{ème} et 4^{ème} semaine après le sevrage. Elle serait liée à des troubles digestifs survenus à cette période dont le principal symptôme était la diarrhée. En revanche aucune mortalité n'est survenue chez la population Blanche.

III.2. Evolution du poids vif

Les poids vifs des lapines des deux populations obtenus à l'issue de chaque semaine de croissance sont mentionnés dans le Tableau 33. Leur évolution est illustrée par la Figure 26.

Tableau 32: Evolution des poids vifs des deux populations de lapin (Blanche et Kabyle) en fonction de l'âge (moyennes ± SE).

Traitements	Blanche (7 lots)	SE	Kabyle (7 lots)	SE	P
Poids à 42j	801	4,85	720	9,8	P<0,001
Poids à 49j	981	5,66	902	12,85	P<0,001
Poids à 56j	1211	14,22	1106	24,08	P<0,01
Poids à 63j	1438	25,25	1338	22,13	P<0,05
Poids à 70j	1631	36,28	1530	28,71	0,051
Poids à 77j	1830	47,55	1723	26,7	0,073
Poids à 84j	2035	60,86	1916	41,02	0,131
Poids à 91j	2197	56,52	2038	51,92	0,059

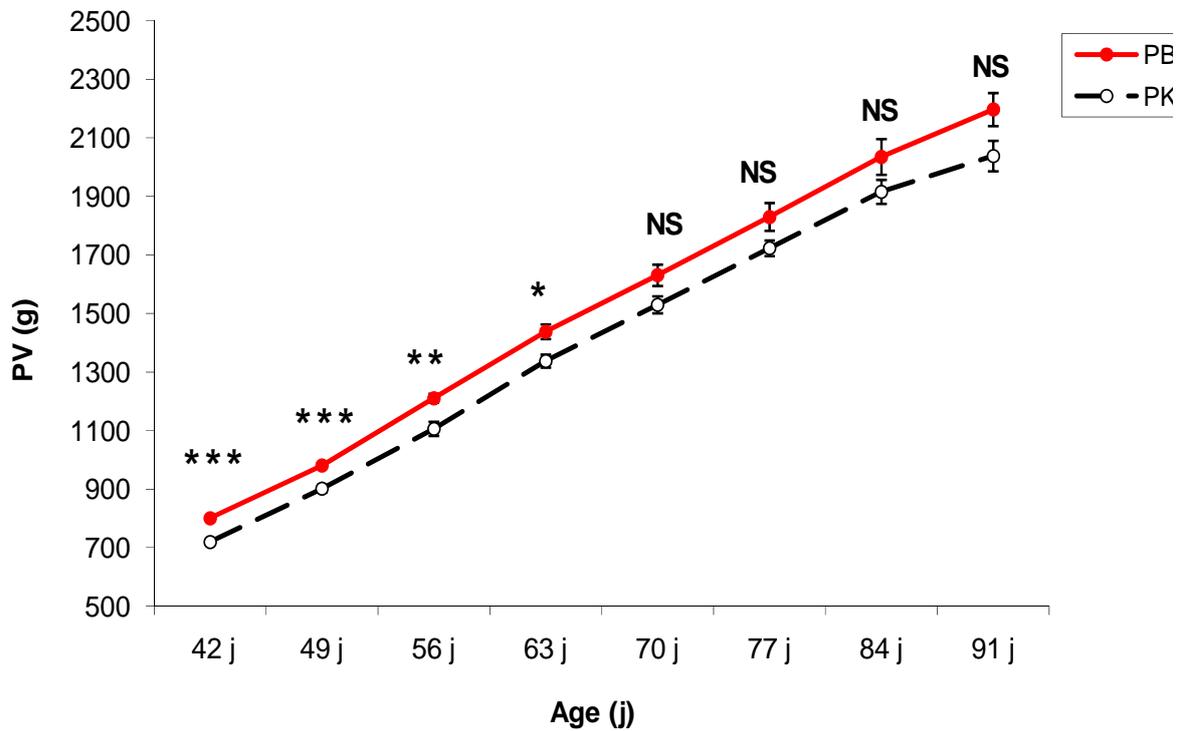


Figure 26 : Evolution des poids vifs des deux populations de lapin (Blanche et Kabyle) en fonction de l'âge (moyennes \pm SE, n= 7 ; ***, $P<0,001$; **, $P<0,01$; *, $P<0,05$; NS, non significatif car $P>0,05$).

A 42 jours d'âge, l'écart entre les poids vifs des lapins des deux populations est de 10% en faveur de la population Blanche ($P<0,05$). Cet écart est plus important que celui mesuré avant l'allotement (7%).

Entre 42 et 63 jours d'âge, l'évolution du poids vif montre un écart moyen significatif de 8,4% en faveur de la population blanche ($P<0,05$). Notons qu'entre 70 à 91 jours, l'écart entre les poids des animaux des deux populations tend à persister (+6,4% en moyenne), mais cette augmentation n'atteint pas le seuil de signification statistique ($P>0,05$).

III.3. Evolution de la vitesse de croissance

Le Tableau 34 décrit l'évolution du gain moyen quotidien des deux populations de lapin. Nous ne constatons aucune différence significative entre les deux lots, tant pour le GMQ hebdomadaire que pour le GMQ final de toute la période d'engraissement (42-91J).



Ce dernier est estimé à 28,5 g/j pour la population Blanche et 26,9 g/j pour la population Kabyle, soit un écart non significatif d'environ 6% entre les deux populations de lapin.

Tableau 33 : Evolution du gain moyen quotidien des deux populations de lapin (Blanche et Kabyle) en fonction de l'âge et gain moyen final (moyennes \pm SE).

Traitements	Blanche (7 lots)	SE	Kabyle (7 lots)	SE	P
GMQ 42-49 J	25,74	0,69	25,93	1,16	0,893
GMQ 49-56 J	32,85	1,76	29,23	2,61	0,272
GMQ 56-63 J	32,4	2,18	29,81	1,92	0,390
GMQ 63-70 J	27,59	1,98	27,51	1,44	0,976
GMQ 70-77 J	28,47	2,43	27,5	1,07	0,722
GMQ 77-84 J	29,26	3,37	30,73	3,85	0,778
GMQ 84-91 J	23,18	1,57	20,93	2,34	0,440
GMQ 42-91 J	28,48	1,08	26,88	0,87	0,297

En analysant l'allure des courbes des gains moyens quotidiens des deux lots (Figure 27), nous pouvons constater la présence d'un pic se situant entre 56 et 63 jours d'âge, suivi d'une dépression à la 10^{ème} et 11^{ème} semaine.

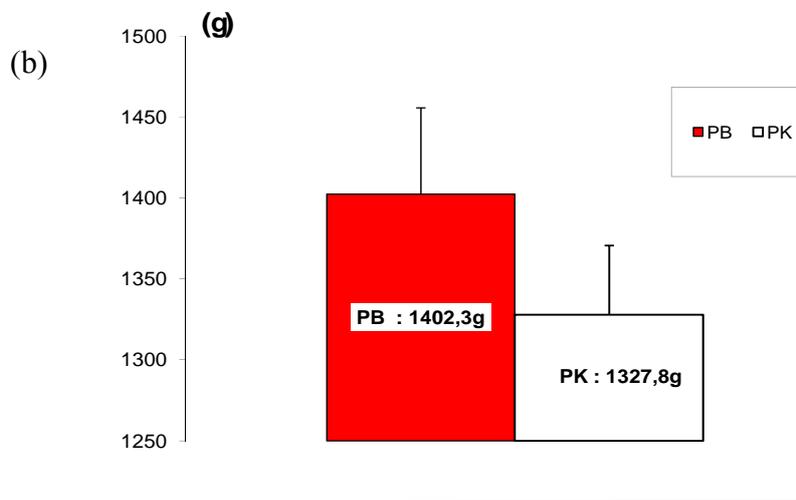
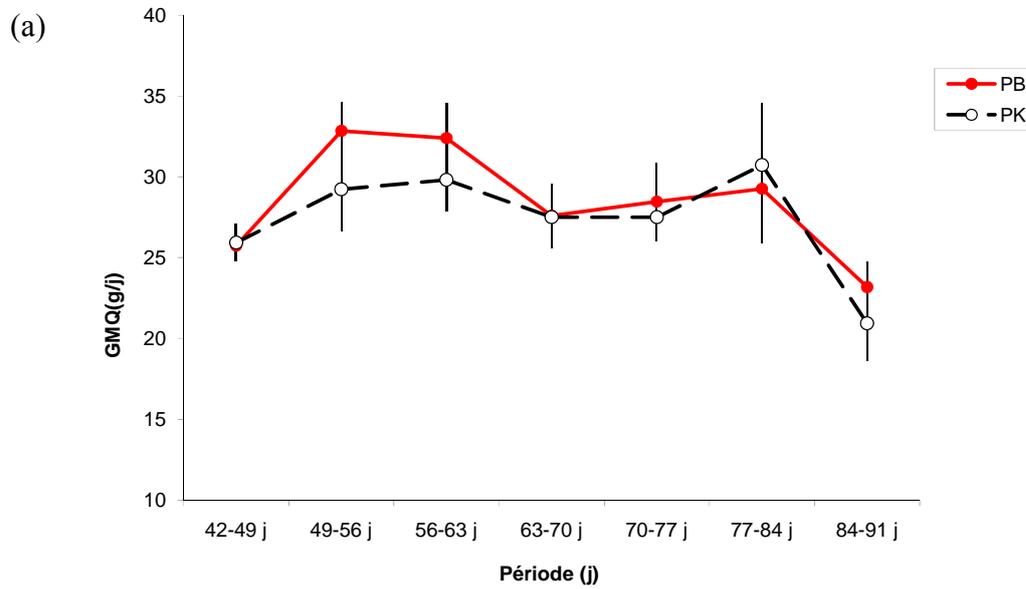


Figure 27: Evolution du gain moyen quotidien entre 42 & 91 jours d'âge (a) et poids final (b) chez les deux populations (moyennes \pm SE, n= 7).



III. 4. Evolution de l'ingéré au cours de la croissance

Dans cet essai, l'ingéré alimentaire quotidien par lapereau est de 105,8 g/j pour la population Blanche et 100,6 g/j pour la population Kabyle (Tableau 35).

Au niveau de la population Blanche, l'ingéré alimentaire obtenu durant la période de 6 à 12 semaines est de 101,7g/j.

Sur l'ensemble de la période d'engraissement, l'analyse de l'évolution de l'ingéré en fonction de l'âge des deux populations fait ressortir, d'une part une progression régulière de l'ingestion (Figure 28), et d'autre part une consommation alimentaire du lapin de population blanche supérieure de 5% en moyenne par rapport à celle de la population kabyle (Figure 29). Néanmoins, ces augmentations n'atteignent pas le seuil de signification statistique ($P > 0,05$) sauf à la 8^{ème} semaine, où nous relevons un écart significativement plus élevé au profit de la population Blanche : + 9% ; $P < 0,05$.

Tableau 34: Evolution de l'ingéré alimentaire des deux populations de lapin (Blanche et Kabyle) en fonction de l'âge et ingéré quotidien (42-91j) (moyennes \pm SE).

Traitements	Blanche (7 lots)	SE	Kabyle (7 lots)	SE	P
Ingéré 42-49 J	76,6	1,898	73,2	3,447	0,397
Ingéré 49-56 J	92,2	1,148	83,6	3,7	P<0,05
Ingéré 56-63 J	99,3	5,089	96,5	3,733	0,662
Ingéré 63-70 J	108	7,454	104,5	3,207	0,588
Ingéré 70-77 J	117,2	4,865	115,1	2,831	0,718
Ingéré 77-84 J	121,7	4,4	112	8,826	0,343
Ingéré 84-91 J	130,2	3,383	120	6,552	0,191
Ingéré 42-91 J	105,8	3,510	100,6	2,789	0,266

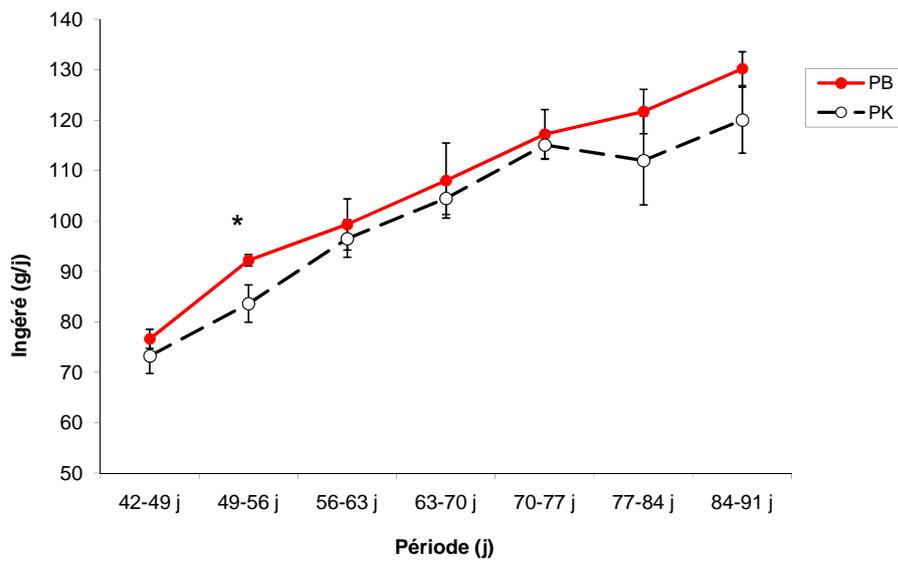


Figure 28 : Evolution de l'ingéré alimentaire chez les deux populations de lapin (Blanche et Kabyle) (moyennes \pm SE, n= 7; *, P<0,05).

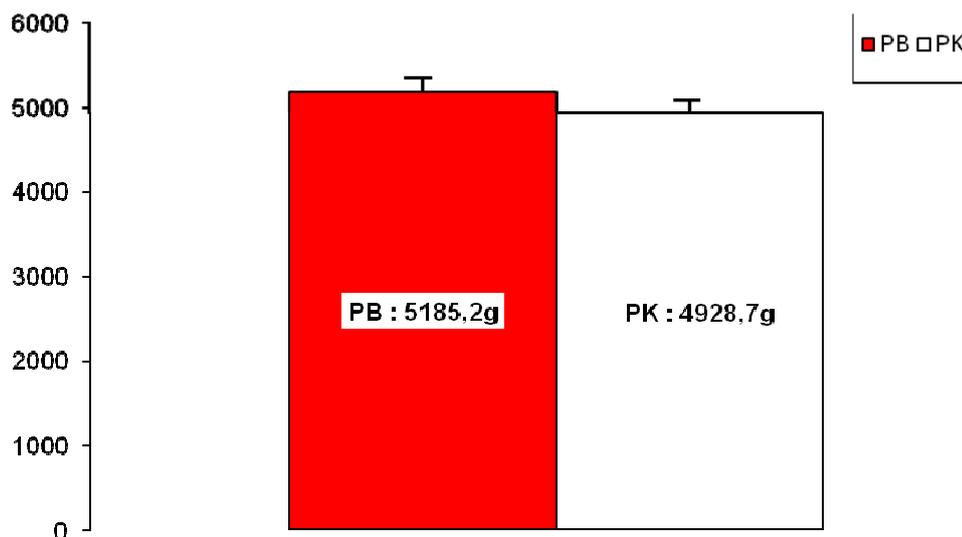


Figure 29 : Ingéré alimentaire pendant la période 42-91j chez les deux populations de lapin (Blanche et Kabyle) (moyennes \pm SE, n= 7).



Par ailleurs, l'analyse des courbes de consommation alimentaire enregistrées durant l'essai (Figure 28) montre qu'entre 6 et 10 semaines d'âge, la progression de l'ingéré alimentaire est de 36,4% chez la Kabyle et de 34,6% chez la Blanche. Cette progression s'amenuise entre 10 et 13 semaines d'âge pour atteindre 4% chez la kabyle et 10% chez la blanche.

III. 5. L'indice de consommation

Dans le Tableau 36 nous rapportons l'évolution des indices de consommation hebdomadaire, ainsi que celui relatif à toute la période d'engraissement.

L'IC est similaire chez les deux populations : 3,70 chez la Blanche contre 3,72 chez la Kabyle (Figure 38) et évolue de la même manière en fonction de l'âge. La figure 31 montre que cette évolution passe par trois phases. Ainsi, entre 42 et 63 jours d'âge, l'IC moyen des deux populations est de 2,99 ; il passe à 4,11 entre 63 et 84 jours pour atteindre 5,64 en fin d'engraissement. L'analyse statistique ne révèle, néanmoins, aucune différence significative entre les deux lots de lapin (Figure 30) .

Tableau 35 : Evolution de l'indice de consommation (IC) des deux populations de lapin (Blanche et Kabyle) en fonction de l'âge et IC global (42-91j) (moyennes ± SE, n= 7).

Traitements	Blanche (7lots)	SE	Kabyle (7lots)	SE	P
IC 42-49 J	2,99	0,08	2,84	0,13	0,367
IC 49-56 J	2,86	0,15	2,95	0,18	0,706
IC 56-63 J	3,09	0,07	3,25	0,14	0,328
IC 63-70 J	3,97	0,17	3,83	0,13	0,535
IC 70-77 J	4,22	0,21	4,23	0,20	0,985
IC 77-84 J	4,22	0,42	4,24	0,52	0,977
IC 84-91 J	5,57	0,42	5,72	0,40	0,444
IC 42-91 J	3,70	0,06	3,72	0,05	0,883

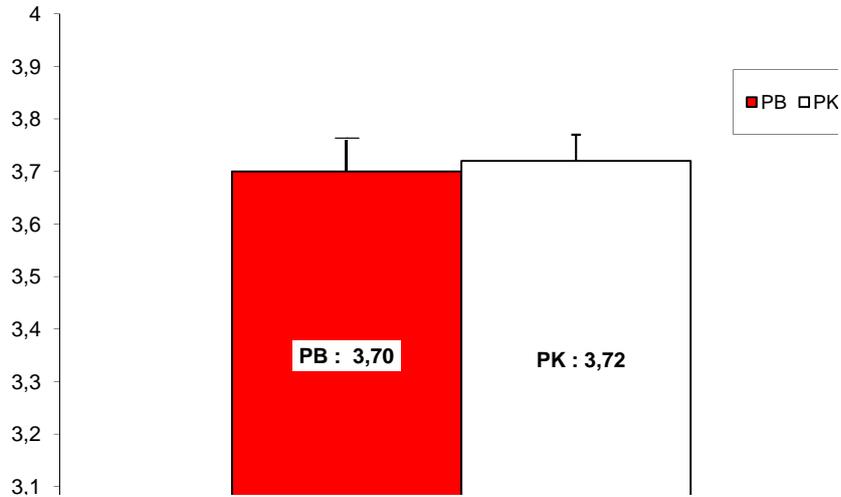


Figure 30 : Indice de consommation global chez les deux populations de lapin (Blanche et Kabyle) (moyennes \pm SE, n= 7).

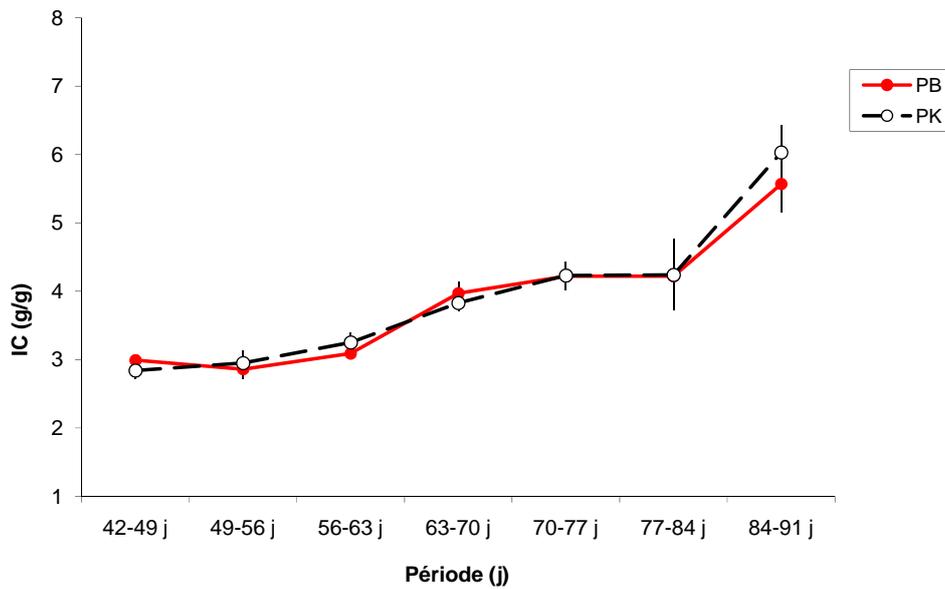


Figure 31 : Evolution de l'indice de consommation (IC) des deux populations de lapin (Blanche et Kabyle) en fonction de l'âge (moyennes \pm SE, n= 7).

IV. LA DIGESTIBILITE

Les coefficients de digestibilité apparente (CUDA) des différents nutriments mesurés à 49 jours d'âge chez les deux populations sont présentés dans le Tableau 37.



Nous pouvons remarquer que les CUDa de la MS, des cendres, des protéines et de l'énergie digestible sont significativement ($P < 0,05$) plus élevés chez la population Blanche en comparaison à ceux mesurés chez la population Kabyle : augmentations respectives de 2,7 ; 2,4 ; 2,0 ; 2,7% entre les deux populations.

En revanche, les CUDa de la cellulose brute et de la matière grasse ne sont pas significativement différents entre les deux populations ($P > 0,17$).

Tableau 36: Le coefficient de digestibilité apparente des nutriments chez les deux populations de lapin (Blanche et Kabyle) (moyennes \pm SE, $n = 7$).

TRAITEMENTS	BLANCHE (n=7)	SE	KABYLE (n=7)	SE	P
CUDa(%)					
MS	68,7	(%) 0,21	66,9	0,41	P<0,05
MM	73,8	0,49	72,0	0,39	P<0,05
MAT	70,7	0,18	69,2	0,37	P<0,05
CB	23,7	1,00	20,5	2,24	0,2191
MG	61,2	1,50	64,2	1,52	0,1790
EDa ¹	68,8	0,22	67	0,42	P<0,05
EB	67,2		65,5		
<hr/>					
Energie digestible apparente (Kcal/kg) ²	2703		2635		
Protéines digestibles (g/100g)	12,34	0,66	11,23	0,12	0,1317
PD/1000 Kcal ED	41,95	0,53	42,36	0,09	0,1728

1 : valeur estimée par la formule de Battaglini et Grandi (1985)

2 : valeur calculée : ED = Energie Brute * CUDa de l'énergie

La teneur en énergie digestible apparente, estimée par l'énergie brute et le CUDa, est respectivement de 2703 et de 2635 Kcal/kg chez la population blanche et kabyle soit un écart de 3%. Les protéines digestibles et le rapport entre ces dernières et l'énergie digestible sont toutefois similaires.



V. RENDEMENT A L'ABATTAGE ET CARACTERISTIQUES DE LA CARCASSE

V.1. Composition de la carcasse chez les deux populations

Les résultats des composantes du rendement des animaux des deux lots abattus à 13 semaines d'âge sont présentés dans le Tableau 38.

Tableau 37: Composantes du rendement à l'abattage et caractéristiques de la carcasse des deux populations de lapin (Blanche et Kabyle) à 13 semaines d'âge (moyennes \pm SE).

TRAITEMENTS	BLANCHE (n=24)	SE	KABYLE (n=23)	SE	P
Degré de maturité %	54,4		67,8		
		<i>Poids (g)</i>			
			2033		
A l'abattage (PVa)	2178	70,1		68	0,148
Après saignée	2105	68,6	1971	67	0,173
La peau (P)	254	15,9	221	12,3	0,107
Carcasse chaude (CC)	1404	36,37	1324	54,82	0,237
Carcasse froide (CF)	1372	37,2	1295	53,7	0,245
Gras périrénal (GP)	23,3	2,7	20,1	2,26	0,368
Gras interscapulaire (GIS)	6,41	0,59	5,11	0,64	0,145
Foie	71,2	4,70	59,8	1,43	0,042
		<i>Rendements (%)</i>			
CC/PVa	64,7	0,70	65	0,97	0,830
CF/PVa	63,2	0,70	63,5	0,96	0,808
		<i>Proportions (%)</i>			
P/PVa	11,6	0,46	10,8	0,32	0,182
GP/CF	1,65	0,16	1,52	0,14	0,554
GIS/CF	0,46	0,04	0,38	0,04	0,142
Foie/PV	3,37	0,174	2,87	0,06	0,023



Dans nos conditions d’essai, la composition de la carcasse des deux populations n’est pas significativement différente entre la Blanche et la Kabyle. Notons toutefois que les écarts de poids de la peau et du gras interscapulaire chez la population Blanche comparés à ceux de la Kabyle tendent à être statistiquement significatifs : augmentations respectives de +15% (P=0,10) et +25% (P=0,14) entre la Blanche et la Kabyle. De même, la proportion GIS/CF semble plus élevée chez la Blanche comparée à la Kabyle (+21%, P=0,14).

V.2. Etude des composantes tissulaires de la carcasse

Les résultats relatifs aux composantes tissulaires de la carcasse figurent dans le Tableau 39.

Tableau 38 : Découpe de la carcasse chez les deux populations de lapin (Blanche et Kabyle) (moyennes ± SE) à 13 semaines d’âge.

TRAITEMENTS	BLANCHE (n=24)	SE	KABYLE (n=23)	SE	P
<i>Poids (g)</i>					
Carcasse froide (CF)	1372	37,2	1295	53,7	0,245
La tête	184	4,20	171	3,54	P<0,05
Partie avant (PA)	449	13,6	396	16,2	P<0,05
Partie intermédiaire (PI)	217	13,6	212	9,30	0,761
Partie postérieure (PP)	453	12,1	435	12,9	0,316
Membres antérieurs (MA)	134	6,11	130	4,78	0,615
Membres postérieurs (MP)	200	5,34	195	7,44	0,542
<i>Proportions (%)</i>					
PA/CF	3,40	0,43	3,34	1,12	0,098
PI /CF	16	0,71	16,8	0,80	0,450
PP/CF	33,8	0,35	34	0,31	0,417
MA/CF	10,1	0,38	10,2	0,25	0,647
MP/CF	15	0,20	15,2	0,25	0,406



Nos résultats montrent que le poids de la tête et la proportion de la partie avant mesurés chez la population Blanche sont significativement plus importants que ceux enregistrés chez la population Kabyle (+8% et +13%, respectivement, $P < 0,05$).

En revanche, la longueur, la partie intermédiaire, la partie arrière, et les membres antérieurs et postérieurs ne diffèrent pas significativement entre les deux populations (écarts inférieurs à 5% ; $P > 0,05$).

V.3. Etude du tractus digestif chez les deux populations

Les caractéristiques des différents segments digestifs des animaux des deux lots abattus à 13 semaines d'âge sont présentées dans le Tableau 40.

Dans nos conditions expérimentales, aucune différence significative n'a été relevée entre les deux populations de lapin, que se soit pour les poids des segments pleins et vides, les proportions par rapport au poids vif ainsi que les longueurs.



Tableau 39 : Caractéristiques des différents segments digestifs chez les deux populations à 13 semaines d'âge.

TRAITEMENTS	BLANCHE (n=19)	SE	KABYLE (n=17)	SE	P
<i>Poids (g)</i>					
A l'abattage (PV)	2138	62,9	166	84,7	0,868
Tube digestif plein (TDP)	366	14,1	379	12,7	0,513
Estomac plein (EP)	90,2	5,39	86,8	4,99	0,644
Estomac vide (EV)	21,9	0,71	21,6	0,85	0,753
Intestin grêle plein (IgP)	68,8	2,94	76,1	3,07	0,096
Intestin grêle vide (IgV)	53,9	1,75	54,1	1,99	0,930
Ceacum plein (CeP)	120	5,47	135	7,82	0,121
Ceacum vide (CeV)	40,0	1,55	39,0	1,83	0,673
Colon proximal plein (CopP)	26,5	0,92	25,4	1,61	0,543
Colon proximal vide(CopV)	12,9	0,74	14,5	0,57	0,953
Colon distal plein (CodP)	18,7	0,84	17,3	1,12	0,326
Colon distal vide (CodV)	12,6	0,79	10,6	0,62	0,058
<i>Proportions (%)</i>					
TDP/PV	16,9	0,66	17,7	0,69	0,392
EP/PV	3,98	0,20	4,01	0,18	0,918
EV/PV	1,01	0,04	1,00	0,03	0,781
IgP/PV	3,19	0,17	3,54	0,13	0,124
IgV/PV	2,49	0,07	2,52	0,06	0,765
CeP/PV	5,58	0,26	6,43	0,52	0,141
CeV/PV	1,85	0,08	1,85	0,12	0,961
CopP/PV	1,23	0,06	1,19	0,08	0,626
CopV/PV	0,60	0,04	0,68	0,03	0,082
CodP/PV	0,85	0,05	0,81	0,06	0,588
CodV/PV	0,58	0,04	0,50	0,03	0,076
<i>Longueurs (cm)</i>					
Estomac	22,8	0,60	22,5	0,87	0,786
Intestin grêle	306	7,12	302	8,77	0,750
Ceacum	50,8	0,98	50,4	1,39	0,798
Côlon proximal	34	0,67	33,6	1,14	0,736
Côlon distal	74,2	1,66	67	3,76	0,077



VI ETUDE DES PARAMETRES PLASMATIQUES

Les différents paramètres biochimiques sanguins mesurés à l'âge de 70j chez les deux populations de lapin sont présentés dans le Tableau 41. Nos résultats montrent que les teneurs plasmatiques en glucose, protéines totales, cholestérol, triglycérides et urée sont quasi comparables entre les deux populations de lapin à l'âge de 70 jours (différences non significatives entre les deux lots). En revanche, la créatinémie mesurée chez la population blanche à J70 est significativement plus élevée que celle enregistrée chez la population kabyle : +23% , $P < 0,05$.

Tableau 40 : Les paramètres sanguins mesurés chez les deux populations à 70 et 92 jours d'âge.

TRAITEMENTS	BLANCHE (n=7)	SE	KABYLE (n=7)	SE	P
<i>à 70 jours d'âge</i>					
Glucose (mmol/l)	6,20	0,27	6,79	0,15	0,819
Protéines totales (g/l)	60,00	1,99	61,22	2,18	0,686
Cholestérol (mmol/l)	1,88	0,15	1,90	0,16	0,9239
Triglycérides (mmol/l)	1,07	0,05	1,07	0,07	>0,999
Créatinine ($\mu\text{mol/l}$)	125,08	0,25	101,92	6,87	P<0,05
Urée (mmol/l)	6,39	0,28	6,56	0,30	0,671
<i>à 92 jours d'âge</i>					
Glucose (mmol/l)	9,86	2,70	9,74	0,54	0,892
Protéines totales (g/l)	52,9	2,23	54,8	2,35	0,567
Cholestérol (mmol/l)	2,07	0,15	2,24	0,14	0,430
Triglycérides (mmol/l)	0,99	0,07	0,93	0,08	0,594
Créatinine ($\mu\text{mol/l}$)	99,5	6,98	101	10,65	0,870
Urée ((mmol/l)	5,61	0,28	5,62	0,22	NS



De manière similaire, les mesures des paramètres biochimiques sanguins réalisées à 92 jours d'âge (Tableau 41) ne révèlent pas de différence significative entre les deux populations.

Si nous comparons l'évolution de ces métabolites sanguins entre 70 et 92 jours d'âge, nous pouvons remarquer que les taux de glucose et de cholestérol ont augmenté pour les deux lots, par contre les taux de protéines totales de triglycérides et d'urée ont diminué pour les deux lots.

VII. ETUDE DES VILLOSITES DE L'INTESTIN GRELE

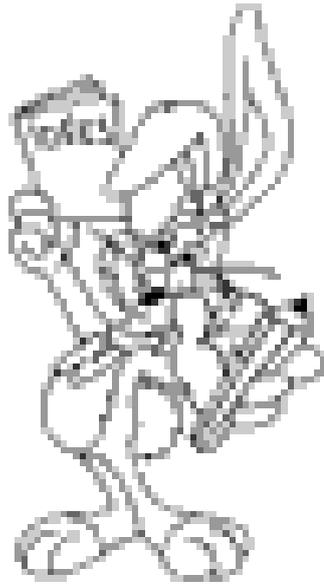
Les mesures effectuées sur les villosités chez les deux populations de lapin sont présentées dans le Tableau 42.

Nous pouvons constater que la hauteur, la base, la surface ainsi que le ratio hauteur/base des trois segments de l'intestin grêle (duodénum, jéjunum et l'iléon) sont comparables entre les deux lots, à l'exception de la base du jéjunum. En effet, celle-ci est significativement plus élevée chez la Blanche par rapport à la Kabyle (+21%, $P < 0,05$).

Notons tout de même que la largeur du duodénum et le ratio hauteur/ base du jéjunum semblent inférieurs chez la population Blanche comparativement à la Kabyle : écarts non significatifs de -8% ($P = 0,052$) et -16% ($P = 0,11$), respectivement.

Tableau 41 : Mesures effectuées sur les villosités chez les deux populations

TRAITEMENTS (μm ; μm^2)	BLANCHE (n=7 ; 13 sem.)	SE	KABYLE (n=7 ; 13 sem.)	SE	P
<i>Duodénum</i>					
Hauteur (HD)	1405	71,4	1380	75,4	0,813
Largeur (LD)	175	4,77	191	5,90	0,052
Surface	777743	37349	839284	46009	0,319
Ratio HD/LD	8,55	0,56	7,58	0,50	0,223
<i>Jéjunum</i>					
Hauteur (HJ)	1079	57,5	1068	75,5	0,908
Largeur (LJ)	188	13,4	155,4	3,73	P < 0,05
Surface	658313	74040	522855	39838	0,133
Ratio HJ/LJ	6,13	0,39	7,34	0,58	0,111
<i>Côlon</i>					
Hauteur (HI)	882	39,3	875	49	0,922
Largeur (LI)	160	12,6	165	4,23	0,711
Surface	488515	65045	461930	34886	0,725
Ratio de HI/LI	5,91	0,30	5,57	0,26	0,409



Discussion



Le développement de la production cunicole, utilisant le lapin local, doit suivre une logique d'ensemble, basée sur l'identification morphologique de l'animal d'une part (Nezar, 2007) et la caractérisation des paramètres de reproduction (Zerrouki et al., 2001) et de croissance (Berchiche, 1996 ; Daoudi et al., 2003) d'autre part. Ceci dans le but de mettre en place des systèmes de production adaptés, ainsi que des programmes de sélection adéquats pour optimiser le potentiel génétique des animaux locaux (Saidj 2006 ; Chaou, 2006 ; Gacem et Bolet, 2007).

L'objectif de notre travail est de comparer les performances de croissance, la digestibilité et l'assimilation des nutriments, le rendement de carcasse ainsi que l'histométrie intestinale de deux populations de lapin local (population blanche et population kabyle), évoluant dans un même environnement (alimentation, conditions d'ambiance et divers traitements...). Ceci constitue une nouvelle approche dans le sens où la littérature ne rapporte pas de données comparatives entre les deux populations locales en question. Aussi, pour réaliser ce travail, il nous est apparu nécessaire de choisir certains aspects méthodologiques proches de la situation du terrain.

Les résultats obtenus sont confrontés à ceux provenant d'études menées dans notre pays et ceux obtenus dans les pays voisins où les populations locales sont proches des nôtres. Nous avons également jugé utile de les comparer aux résultats obtenus sur des souches sélectionnées. Bien que cette comparaison ne soit pas aisée à faire du fait de la diversité des conditions expérimentales (protocoles, conditions d'élevage, aliments utilisés...), elle est cependant indicative, car elle permet de situer les performances enregistrées et d'évaluer ainsi les potentialités productives des populations locales.

➤ *Aspects méthodologiques.....*

Un choix non fortuit des animaux

Le choix des deux populations étudiées (populations kabyle et population blanche) dans nos essais n'est pas fortuit, dans le sens où celles-ci sont utilisées dans la majorité des élevages de la région de Kabylie et diffusées par la Coopérative Cunicole de Tizi-Ouzou. Elles constituent actuellement un potentiel appréciable dans la production cunicole de la région.



La population locale dénommée « kabyle » présente une diversité du point de vue de la couleur du pelage. Cette diversité résulte de la contribution des races importées : Fauve de Bourgogne, Néo-zélandais, Californien reproduite avec une ancienne population kabyle (Berchiche et Kadi, 2002). Au sein de l'échantillon étudié, les phénotypes unis Noir et Gris représentent 51% du cheptel, avec toutefois, un poids vif plus élevé (+19%) comparé à celui des autres phénotypes (tacheté Noir et Blanc, Fauve et tacheté Marron et Blanc). Sur le plan génétique, ce critère pourrait être révélateur d'un potentiel de croissance caractérisant cette catégorie (De Rochambeau, 1990).

La population blanche est constituée d'animaux aux yeux rouges, avec un pelage entièrement blanc. Elle est issue d'« hybrides » commerciaux importés dans les années 1985-1986. Le remplacement des reproducteurs a été effectué en élevage fermé d'où l'appellation de population locale (Zerrouki et *al.*, 2007).

Notre choix a porté également sur le sexe femelle vu le nombre de mâles insuffisant dans l'élevage fournisseur. Soulignons toutefois, qu'il n'existe pas d'effet sexe sur la croissance du lapin (Lebas et *al.*, 2001 ; Lakabi et *al.*, 2004).

La période d'engraissement post-sevrage s'étale de 6 à 13 semaines d'âge, soit 7 semaines d'élevage, contrairement à la plupart des données qui considèrent la période entre 5 et 13 semaines d'âge (Lounaouci, 2001 ; Berchiche et Kadi, 2002 ; Moula, 2006). L'état des lapereaux âgés de 35 jours à leur arrivée et le stress subit après l'identification (tatouage), nous a contraint de débiter nos relevés à 42 jours. La méthode utilisée (test statistique) à 42 jours lors de la mise en lot exprimant des différences significatives entre les deux populations, semblerait inappropriée.

➤ *Aspects méthodologiques.....*

La qualité de l'aliment, une condition incontournable

La production d'aliment granulé pour lapin représente une réelle problématique. Les spécificités particulières de l'aliment en matière de taux de cellulose élevé, nécessitent l'utilisation de matières premières riches en fibres. La luzerne et la paille sont, par excellence, les matières premières qui répondent à ce besoin (INRA, 1984 ; Perrot, 1991), mais l'indisponibilité de la première et la difficulté technique d'incorporation pour la seconde, entraînent des déficiences en cellulose brute.



L'aliment granulé pour lapin utilisé dans notre essai est fabriqué par un producteur privé, fournisseur presque exclusif de la majorité des élevages cunicoles, particulièrement ceux de la région de Kabylie.

La teneur en matière sèche de l'aliment granulé est en adéquation avec les normes de référence annoncées par le groupe EGRAN (2001) qui estime que la valeur de la MS doit être égale ou supérieure à 85%.

Toutefois, la teneur en matières grasses est conforme à celle recommandée par Henaff et Jouve (1988) qui est de 2 à 3%, mais reste inférieure à la valeur (entre 3 et 5%) préconisée par Maertens (1996) et celle utilisée par Berchiche et *al.* (1996) : 4%. L'augmentation de la teneur en MG de l'aliment (2 à 5%) induit une meilleure croissance du lapin âgé de 13 semaines (+16%) qui s'explique par une amélioration de l'appétibilité de l'aliment (+10%) (Yamani et *al.*, 1994 ; Corrent et *al.*, 2007). Ces données plus récentes précisent mieux les besoins en acides gras du lapin.

L'énergie brute de l'aliment est de 4013 Kcal/kg, elle est cependant proche de celle de l'aliment ONAB (4151 Kcal/kg) et d'autres aliments à base de féverole (3976 Kcal/kg) et de drêches (4047 Kcal/kg), utilisés par Lounaouci (2001).

L'aliment est néanmoins déficient en protéines brutes et en cellulose, si l'on considère les teneurs préconisées pour le jeune lapereau par plusieurs auteurs (Lebas et *al.*, 1991 ; Maertens, 1996 ; Lebas, 2004 et Gidenne, 2003). Ceci peut résulter d'une diminution du taux d'incorporation de tourteau de soja liée probablement à l'augmentation du prix de ce dernier notée pendant l'année 2007, et de la qualité de la luzerne produite localement et soumise à un séchage au soleil induisant une variabilité de la teneur en cellulose (Perez et *al.*, 1998).

Toutefois, cet aliment reste plus riche en cellulose brute et plus faible en protéines brutes que celui produit par l'ONAB (secteur public) qui contient 4,8% de CB et 18% de PB (Lounaouci, 2001).

➤ ***Meilleure survie des animaux de la population locale***

Le taux de mortalité enregistré chez la population kabyle (8,6%) peut être considéré comme « correct » comparé à celui enregistré par Lounaouci (2001) sur la population kabyle : 10,8% et par Koehl (1997) : 25% dans les élevages cunicoles intensifs utilisant des souches améliorées.



Des résultats rapportés par plusieurs auteurs montrent une variabilité des taux de mortalité enregistrés chez la population locale kabyle ou celle de l'ITELV : ils s'étalent entre 9 à 21% (Daoudi et AinBaziz, 2001 ; Moulla, 2006 ; Lounaouci, 2001 ; Chaou, 2006 ; Renifi et Bouala, 2002).

L'étude de la répartition de cette mortalité, montre qu'elle est située à la 2^{ème} et 4^{ème} semaine après le sevrage. Elle serait liée à des troubles digestifs dont le principal symptôme est la diarrhée. La même constatation est rapportée par Lebas (1991), Berchiche et *al.* (1998) et Lounaouci (2001). Selon Lebas (1983) et Gidenne (1999), le lapereau est sujet à des pathologies digestives associées le plus souvent à une déficience en fibres de l'aliment.

Dans ce sens, Perez et *al.* (1996) suggèrent qu'un taux assez élevé de cellulose (16%) est nécessaire en début de croissance pour réduire la mortalité. Benneguadi et *al.* (2001) précisent que ces pathologies digestives sont dans 90% des cas d'entérites provoquées par une insuffisance en fibres.

Chez la population blanche locale, Lounaouci (2001) et Benrais et Chibani (2004) enregistrent des taux de mortalité respectifs de 14,6% et 6,2% dans des élevages en claustration pour le premier auteur et en semi plein air pour les derniers.

Un meilleur taux de survie pourrait témoigner d'une meilleure adaptation de l'animal à aux conditions de son milieu d'élevage. Ce critère de résistance pourrait être éventuellement exploité dans le cadre de programme de sélection génétique en vue de créer des souches locales plus performantes.

➤ ***Croissance pondérale plus élevée chez la population blanche***

Diverses études se sont intéressées à la caractérisation de la croissance post-sevrage (évolution de la croissance en fonction de l'âge, âge à l'abattage, gain de poids moyen...) chez les populations locales kabyle et blanche, évoluant dans différentes conditions expérimentales. Les données bibliographiques révèlent, généralement, une variabilité des paramètres de la croissance, liée probablement aux différentes conditions d'élevage. Afin d'apprécier cette variabilité nous avons représenté graphiquement les différents résultats du poids vifs obtenus sur les mêmes populations (Figures 32).

Dans nos conditions expérimentales, ***le lapin de population kabyle*** présente un poids à 42 jours d'âge nettement inférieur (-21%) à celui obtenu par Berchiche et Kadi (2002) et



Lakabi *et al.* (2004). Par ailleurs, à partir de 84 jours d'âge, le poids vif enregistré dans notre essai semble rattraper celui évoqué par ces mêmes auteurs (Figure 32).

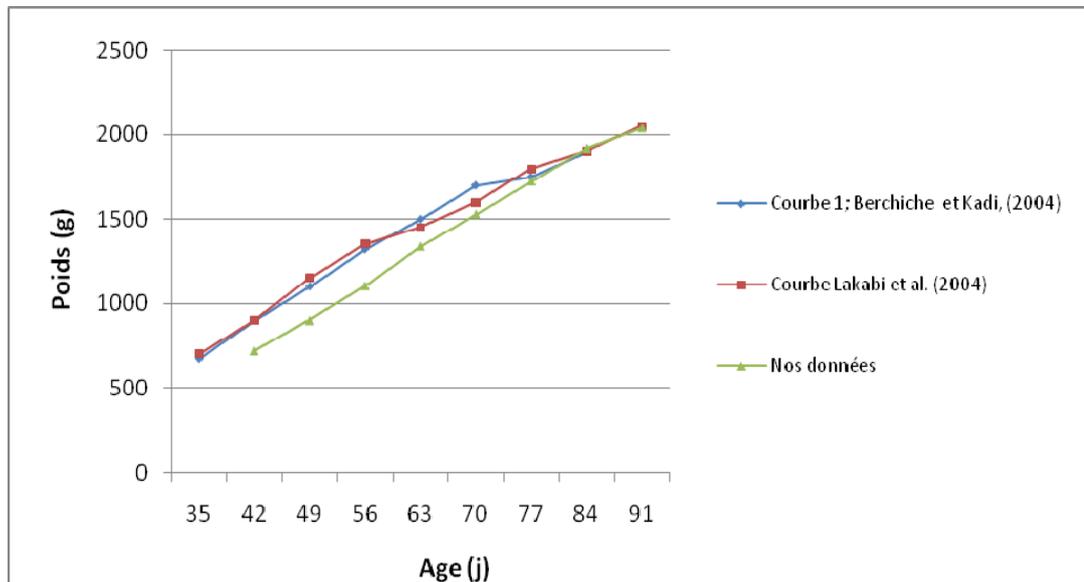


Figure 32 : Synthèse des résultats de l'évolution des poids vifs en fonction de l'âge de la population locale Kabyle en comparaison avec nos données.

Comparativement à la population locale de l'ITELV, les poids à 42j d'âge des lapins de population kabyle sont identiques à ceux mentionnés par Fettal *et al.* (1994), Moulla (2006) et Chaou (2006). Néanmoins, en fin de période d'engraissement (13 semaines d'âge), le poids vif des lapins au cours de notre essai est supérieur à celui cité par ces mêmes auteurs (+13%) (Figure 33).

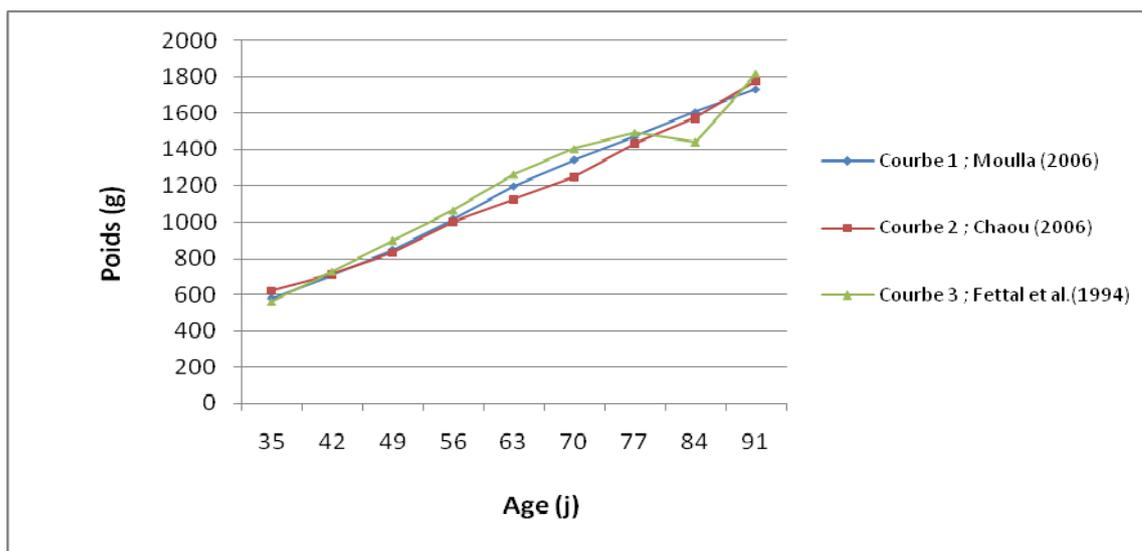


Figure 33: Synthèse des résultats de l'évolution des poids vifs de la population locale de l'ITELV

Le poids du lapin kabyle (10 semaines d'âge) est largement supérieur (+31%) à celui des lapins de population locales égyptiennes Baladi Red et Baladi White (Khalil, 2002). Cependant le poids du lapin kabyle à 11 semaines d'âge est semblable à celui enregistré par Ben Hamouda et *al.* (1990) avec la population locale tunisienne.

Le poids *lapin de population blanche* âgé de 42 jours, obtenu dans notre étude est proche de celui indiqué par Lounaouci (2001), Benrais et Chibani (2004) et Zerrouki et *al.* (2008). La même tendance est observée à 12 semaines d'âge, du moins pour trois de ces références. Ayyat et *al.* (1994), Marai et *al.* (1994) et Yamani et *al.* (1994) indiquent des écarts variant de -9 à -22% chez le lapin Néo-Zélandais élevé en Egypte, par rapport à la population locale blanche.

Par ailleurs, la population locale blanche montre une croissance ralentie par rapport à la souche améliorée (Laffolay, 1985), l'écart de croissance moyen est estimé à +17% à 12 semaines d'âge, en faveur de cette dernière (Figure 34). Aussi, des données plus récentes estime cet écart à plus de 36% à 10 semaines d'âge (Renouf et Offner, 2007).

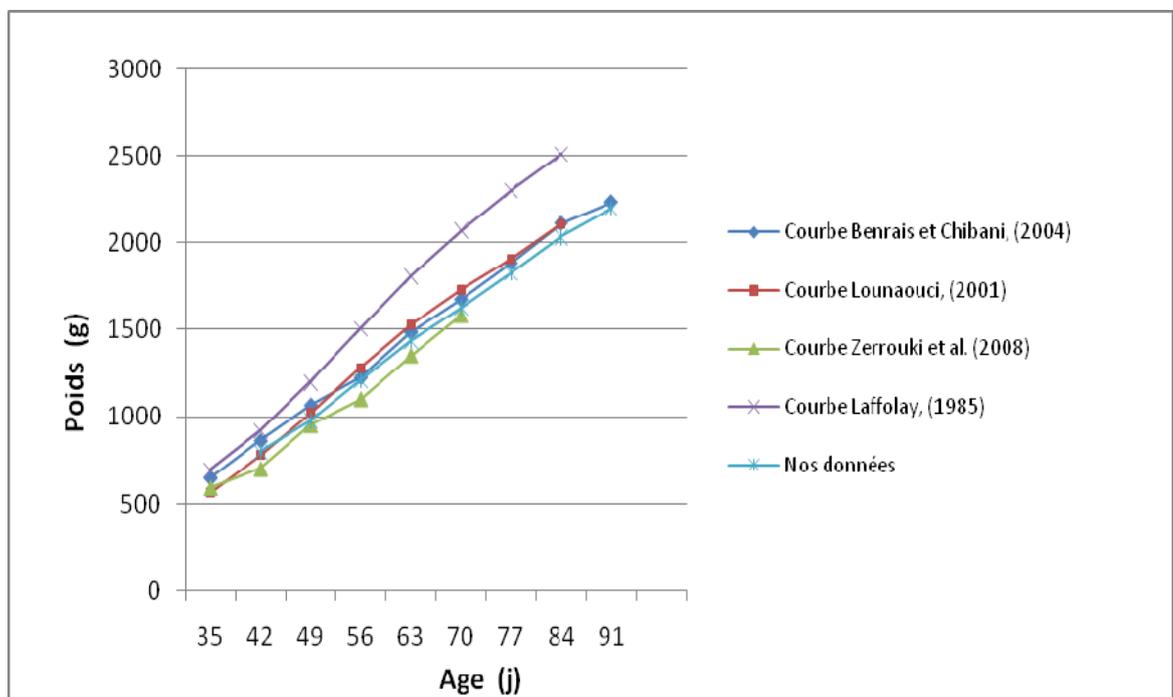


Figure 34: Synthèse des résultats de l'évolution des poids vifs de la population locale Blanche en comparaison avec la souche améliorée (Laffolay, 1985) et nos données.



L'évolution de la courbe de croissance pondérale des deux lots est similaire à celle décrite par Ouhayoun (1983). La courbe de croissance pondérale du lapin est une courbe sigmoïde avec un point d'inflexion situé entre la 7^{ème} et la 8^{ème} semaine d'âge.

Dans nos conditions expérimentales, la croissance pondérale est significativement supérieure chez la population blanche par rapport à la kabyle, avec un écart moyen de 8,4%, et ce jusqu'à la 9^{ème} semaine d'âge : soit à 63 jours. Au-delà de cet âge et jusqu'au 91^{ème} jour, la croissance des deux populations évolue de façon comparable. Notons que le faible écart de poids observé durant la période 63 - 91 jours d'âge (8%, $P > 0,05$), est probablement lié à la différence de poids initialement enregistrée au moment de l'allotement (à 42 jours d'âge). Par la suite, cet écart s'est estompé à partir de 63 jours ce qui laisse supposer un ralentissement de la vitesse de croissance des lapines blanches.

Dans notre essai, le poids des lapines blanches est de 1631 g à 70j d'âge. Ce poids est inférieur à celui décrit pour le lapin standard qui lui atteint à la même période un poids vif de 2250 g (Ouyahoun, 1989) : soit un écart d'environ 28% par rapport au standard.

La définition du format du lapin local est au centre des préoccupations des scientifiques. Le poids du lapin kabyle obtenu à l'âge de 91 jours dans nos conditions expérimentales est comparable à celui rapporté par des études antérieures (voir Figure 32). De ce fait, nos lapins de population locale se classe dans la catégorie de lapin de format léger (Zerrouki *et al.*, 2008).

Concernant les lapines de population locale blanche, les performances de croissance pondérales sont équivalentes aux valeurs déjà indiquées par d'autres auteurs (voir Figure 34). Toutefois, ces performances sont nettement inférieures à celles de la courbe standard du lapin de souche améliorée (Figure 34). Cette détérioration de la croissance est probablement induite par des conditions d'élevage inadéquates, d'une part, et par l'absence de renouvellement des reproducteurs améliorés, d'autre part.

➤ ***Vitesse de croissance similaire chez les deux populations locales***

Les courbes de la vitesse de croissance des deux populations évoluent de manière similaire, tel que cela a été décrit par Ouhayoun, (1983), avec des pics de croissance situés à la 8^{ème} semaine d'âge.



Le gain moyen quotidien (GMQ) le plus élevé pour la blanche et la kabyle respectivement, est atteint à la 8^{ème} semaine (32,8 g/j et 29,2 g/j) et le GMQ le plus faible (23,1 g/j et 20,9 g/j) est enregistré à 91 jours. Les infléchissements de la vitesse de croissance constatés sur la courbe correspondent à des accidents de croissance tels que le stress, la perte d'appétit et /ou les pathologies (Benachour, 1992).

Ces fluctuations sont suivies par des phases de croissance compensatrice, comme cela a été observé par Jouve *et al.* (1986), Delmas et Ouhayoun (1988) et Benachour (1992). Ouhayoun (1989) précise que les animaux ayant subi des accidents lors de la croissance, présentent, à 11 semaines, des performances productives équivalentes à ceux ayant eu une croissance normale.

Le GMQ moyen de la kabyle de la 6^{ème} à la 13^{ème} semaine est identique à celui indiqué par Berchiche et Kadi (2002), alors que ce gain est supérieur à celui rapporté par Chaou (2006), Moula (2006) et Boukhalfa (2005). Par ailleurs, comparé à d'autres populations locales, le gain de poids de la kabyle est plus élevé que celui du lapin Tadla au Maroc (Bouzarkaoui, 2002) et celui du lapin Giza White d'Égypte (Khallil, 2002). Ces faibles GMQ obtenus sont liés, d'une part, au potentiel génétique limité de la population locale (absence de sélection sur la vitesse de croissance) et d'autre part, au déséquilibre nutritionnel qui retentit négativement sur la consommation et la vitesse de croissance des animaux.

Le GMQ moyen de la blanche est relativement proche de celui mentionné par Zerrouki *et al.*, (2008) et de Lounaouci *et al.*, (2008). Il est cependant inférieur à celui des hybrides sélectionnés rapportés par Laffolay (1985), Lebas (1991) et Combes *et al.* (2005).

Cet écart de GMQ pourrait être partiellement lié à la moindre consommation enregistrée dans nos conditions par rapport à celles du lapin standard (Laffolay, 1985).

➤ ***Ingéré comparable chez les deux populations locales***

Dans nos conditions expérimentales, la consommation alimentaire est identique chez les deux populations étudiées. Concernant la population kabyle, des données similaires sont mentionnées par Lakabi *et al.* (2004) et par Lounaouci (2001). Pour la population blanche, l'ingéré alimentaire obtenu dans notre essai durant la période de 6 à 12 semaines est équivalent à celui rapporté par Lounaouci (2001).



Par ailleurs, la progression de l'ingéré alimentaire en fonction de l'âge, révèle un accroissement d'environ 35% chez les deux populations entre 6 et 10 semaines d'âge. Par la suite, cette progression s'amenuise entre 10 et 13 semaines d'âge et ce de manière plus accentuée chez la blanche que chez la kabyle. Ce phénomène est rapporté par les travaux de Lakabi et *al.* (2004) concernant la population kabyle et par Chaou (2006) pour la population de l'ITELV. Il est intéressant de souligner que la baisse de consommation relevée à la fin de période d'engraissement chez la population blanche coïncide avec le ralentissement de sa croissance comparativement à la kabyle.

L'ingéré quotidien de la population kabyle durant l'engraissement (81,33g/j vs 100 g/j), est inférieur à celui enregistré par Kadi et *al.* (2002). Comparé à l'ingéré quotidien de la population locale indiqué par Timgad (2006) : 60,3g/j et Moulla (2006) : 69,8 g/j, l'ingéré quotidien de la population kabyle (81,33 g/j) est largement supérieur.

A 10 semaines d'âge, l'ingéré quotidien de la population blanche enregistré (67,9 g/j vs 82,5 g/j) est inférieur à celui rapporté par Zerrouki et *al.* (2008). A 12 semaines on enregistre 84,8 g/j, cette valeur est inférieure à celle rapportée par Lounaouci et *al.*, (2008) : 94,87 g/j.

Le niveau de consommation de la blanche peut être considéré comme relativement faible (84,9 g/j vs 120 g/j à 140 g /j) par rapport aux hybrides sélectionnés (Laffolay, 1985). Benrais et Chibani, (2004) rapportent un ingéré de 114, 93 g/j des hybrides vivant en bâtiment semi-plein air, plus important que celui de la population blanche. Cependant il est proche à celui (84,9 g/j vs 89 g/j et 88 g/j) du Néo-Zélandais rapporté par Ayyat et *al.*, (1994) et Yamani et *al.*, (1994).

➤ ***L'indice de consommation acceptable chez les deux populations***

Dans les conditions alimentaires de notre essai, l'efficacité de transformation alimentaire reflétée par l'indice de consommation (IC), est comparable entre les deux populations étudiées. Notons, que nos valeurs de l'IC mesurées chez la kabyle se rapprochent de celles citées dans des études antérieures réalisées sur la population locale de l'ITELV (Moulla, 2006 ; Chaou, 2006). De même, les IC relevés dans notre essai chez la blanche avoisinent ceux rapportés par Lounaouci (2001) et Benrais et Chibani (2004).



Par ailleurs, nous remarquons que l'IC évolue proportionnellement avec l'âge, avec à terme une dégradation prononcée en fin de période d'engraissement. Un tel phénomène, déjà rapporté par plusieurs auteurs (Retailleau, 1986 ; Ouhayoun, 1989 et 1990 ; Torres, 1992), constitue un critère délimitant l'âge d'abattage (Ouhayoun, 1990) et variant selon la population considérée.

➤ ***Meilleure digestibilité de la matière sèche, des protéines brutes et de l'énergie par la population blanche***

Dans nos conditions expérimentales, L'utilisation digestive de la cellulose brute et de la matière grasse sont quasi identiques chez les deux populations. En revanche, l'utilisation de la matière sèche, des protéines brutes et de l'énergie est significativement supérieure chez la population blanche. De tels résultats sont aussi rapportés Lounaouci (2001) chez les populations locales kabyle et blanche, avec toutefois des valeurs plus élevées que celles obtenues dans notre essai.

Par ailleurs, l'écart de digestibilité de la fraction protéique constaté entre la blanche et la kabyle, dans notre essai, pourrait être expliqué par une meilleure digestibilité des protéines chez les lapins sélectionnés sur la vitesse de croissance par rapport à la kabyle (Cheriet et *al.*, 1982 ; Ouhayoun et Cheriet, 1983 et Lebas, 1990).

Le niveau de digestibilité des fibres de l'aliment mesuré chez les deux populations est proche de celui signalé par Lebas (1984). Chez le lapin, la digestion des constituants celluloses, dont le rôle est plus une fonction de « lest » que nutritive, est relativement faible par rapport aux autres constituants (Schlolaut, 1982).

Nos résultats montrent que la population blanche présente des CUD plus faibles comparés à ceux mesurés chez des lapins de race New zélandaise élevées en Egypte (Ayyat et *al.*, 1994 ; Yamani et *al.*, 1994). Ces différences de digestibilité peuvent être attribuées non seulement au potentiel génétique des souches mais aussi à la composition de l'aliment.

Dans cet essai, l'estimation de la teneur en énergie digestible apparente de l'aliment est similaire entre les deux populations. De ce fait, ces dernières utilisent la même quantité d'énergie pour répondre à leurs besoins de croissance. Cette teneur (2670 EDkcal/kg) est supérieure à la norme recommandée par Carabano (1992) et Maertens (1996) estimée entre 2400 et 2500 ED kcal/kg d'aliment. Notons aussi que cette valeur est comprise dans



l'intervalle de régulation de l'ingestion énergétique du lapin, qui est de l'ordre de 2150 à 2850 kcal/kg d'aliment (Gidenne et Lebas, 2005).

Le rapport protéines digestibles sur l'énergie digestible (PD/ED), qui reflète l'équilibre de la formule alimentaire, est semblable entre les deux populations mais demeure en moyenne inférieur au rapport optimum (45-46 g PD/1000 Kcal d'énergie digestible) recommandé par Parigi-Bini (1988) et Maertens (1996). Ce bas rapport est attribué à un excès d'énergie digestible par rapport à la faible quantité de protéines digestibles de notre ration.

➤ ***Profil métabolique comparables mais créatinémie plus élevée chez la blanche***

Dans notre essai, le profil métabolique des deux populations est examiné par la mesure de certains paramètres biochimiques sanguins à 70 et 92 jours. Ces derniers sont souvent utilisés pour déterminer l'état nutritionnel du lapin (Marai et al., 1994 ; Yamani et al., 1994 ; Chiericcato, 2000, 2004).

Tout d'abord, soulignons que les concentrations plasmatiques mesurées dans nos conditions se trouvent en majorité dans les plages des normes indiquées chez le lapin de laboratoire (Biochemistry Reference Values, Tableau 43). Toutefois, la glycémie mesurée chez la kabyle à 90 jours d'âge est supérieure à la norme, alors que l'urémie est inférieure à 70 et 90 jours d'âge et ce chez les deux populations. De tels écarts pourraient être liés à la race, l'âge, le sexe, l'état de santé, l'état physiologique ou à l'activité physique.

Tableau 42: Normes « Biochemistry Reference Values » des teneurs plasmatiques chez le lapin de laboratoire

Paramètres	Valeurs
Glucose (mmol)	4,2- 8,9
Protéines totales (g/l)	50-75
Cholesterol (mmol)	0,1 – 2
Triglycerides (mmol)	1,4 – 1,76
Créatinine (μmol)	53 – 124
Urée (mmol)	9,1 – 25,5



Nos résultats montrent que les teneurs plasmatiques en glucose, protéines totales, cholestérol, triglycérides et urée sont quasi comparables entre les deux populations de lapin à l'âge de 70 et de 90 jours d'âge (différences non significatives entre les deux lots). En revanche, la créatinémie mesurée chez la population blanche à 70 jours est significativement plus élevée que celle enregistrée chez la population kabyle : +23%, $P < 0,05$. La concentration élevée de la créatinine chez la blanche, pourrait être attribuée au développement des muscles pendant la phase de croissance comme cela a été signalé par Ulbaldi *et al.* (1982).

Les teneurs plasmatiques de glucose, de protéines totales, de cholestérol et des triglycérides relevées chez nos deux à l'âge de 90 jours, sont proches des valeurs mesurées chez des lapins de génotype Grimaud par Chiericcato *et al.* (2000). En revanche, ces mêmes auteurs rapportent des teneurs en créatinémie et en urémie supérieures à celles mesurées dans nos conditions. Notons tout de même, que nos valeurs plasmatiques de créatinine restent semblables à celles obtenues chez les mêmes populations par Ayyat *et al.* (1994) et Yamani *et al.* (1994).

Dans nos conditions, la teneur plasmatique en protéines totales diminue entre l'âge de 70 et 90 jours et ce chez les deux populations locales, alors que Chiericcato et Rizzi (1999) rapportent plutôt une augmentation de la protéinémie avec l'âge chez les Grimaud.

Par ailleurs, la cholestérolémie mesurée dans notre essai augmente en fonction de l'âge chez les deux populations. Par contre, celle-ci baisse avec l'âge chez les lapines Grimaud matures (Chiericcato et Rizzi, 1990) probablement en relation avec la synthèse des hormones stéroïdiennes.

➤ *Composantes du rendement comparables*

Dans cet essai, les composantes du rendement des animaux des deux lots abattus à 13 semaines d'âge sont quasi comparables entre les deux populations.

Le taux de maturité, défini comme étant le pourcentage du poids à l'abattage rapporté au poids vif de l'animal à l'âge adulte. Dans nos conditions expérimentales, le degré de maturité des deux populations est estimé à 54,5% pour la population blanche et 67,8% pour la population kabyle. Le degré de maturité mesuré chez la population blanche est en concordance avec les valeurs énoncées par Ouhayoun, (1990) et Roiron *et al.* (1992), situées entre 55-60%. En revanche, la population kabyle présente un taux plus élevé.



Dans le cas où les recommandations proposées par Ouhayoun, 1990, venaient à être appliquées, les animaux de la population kabyle et blanche seraient abattus aux poids respectifs de 1830 g et 1723g, ce qui correspond à un abattage à l'âge de 11 semaines, et entraîneraient à l'obtention d'une carcasse « légère » (Berchiche et al, 1998).

Selon Ouhayoun (1989 et 1990), la prolongation de la durée d'engraissement de 11 à 15 semaines est envisageable si l'on souhaite obtenir des carcasses plus lourdes, d'autant plus que les effets de l'âge et surtout du poids vif à l'abattage jouent un rôle important sur les qualités bouchères de la carcasse (Roiron, 1991 ; Ouhayoun, 1994 et Parigi-Bini et *al.*, 1996).

La peau

Nos résultats montrent que la proportion de la peau du lapin kabyle est tantôt similaire tantôt différente de celle rapportée par certains auteurs (Berchiche et *al.*, 2000 ; Nezar, 2007 ; Lounaouci ,2001 ; Moula, 2006).

Comparée à celle des souches sélectionnées, la proportion de la peau reste faible (Ouhayoun, 1989 ; Rochambeau, 1996), d'où l'hypothèse annoncée par Berchiche et *al.* (2000) sur la légèreté de la peau qui pourrait être une caractéristique de la population locale d'Algérie.

La population blanche présente un pourcentage de la peau plus faible que celui observé chez la race Néo-Zélandaise et les hybrides commerciaux (Ouhayoun, 1989). Selon Lebas et Ouhayoun (1987) cet écart peut être lié à l'adaptation de ces animaux au climat relativement chaud en Algérie.

Le tractus digestif

La proportion du tractus digestif rapportée au poids vif de la population kabyle est similaire aux données bibliographiques (Berchiche et *al.*, 2000 ; Nezar, 2007 ; Lounaouci, 2008 ; Moula, 2006), et néanmoins, inférieure à celle mesurée sur le lapin standard (Ouhayoun, 1989 et 1990). La proportion relativement réduite du tube digestif serait en partie la conséquence de la prolongation de la durée de l'engraissement au-delà de 77 jours d'âge (Ouhayoun, 1989).

La proportion du tube digestif est liée essentiellement à la quantité de fibres fournies par l'aliment. Arveux (1980) et Parigi-Bini et *al.* (1994) signalent que l'importance relative du tube digestif augmente avec le taux cellulosique de la ration. Dans notre cas, l'utilisation d'un aliment contenant une teneur en cellulose brute relativement faible (10,5%) comparativement



à celle des aliments standards utilisés dans les élevages cunicoles rationnels, aurait également contribué à limiter le développement excessif du tractus digestif.

Le rendement de carcasse

Le rendement de carcasse froide du lapin de population kabyle est proche de celui indiqué par Berchiche et *al* (1998), mais inférieur à celui de la population locale, rapportés par Fettal et *al* (1994) et Lounaouci (2001). Cependant ce rendement est supérieur à celui de la population locale (Moula, 2006 ; Nezar, 2007), et même à la race « Blanche de Termonde » indiquée par Fettal (1987).

Le rendement de carcasse froide de la population kabyle est considéré comme acceptable comparé à la valeur prévisionnelle située entre 50 et 60% pour le lapin standard de format moyen (Ouhayoun, 1989). Berchiche et Lebas (1990) et Berchiche et *al*, (2000) rapportent que le poids vif à l'abattage des lapins de la population locale âgé de 13 semaines, est inférieur à celui des lapins sélectionnés, mais le rendement de carcasse est satisfaisant.

Dans le cas de la blanche, on peut noter que le rendement moyen de carcasse froide est inférieur par rapport aux résultats rapportés par Benrais et Chibani (2004). Cependant, comparé au lapin standard hybride, au Néo-Zélandais et à la souche Hyplus la blanche se distingue par un rendement très satisfaisant (Lebas, 1983 ; Cheriet, 1983 ; Ouhayoun, 1989 ; Marai et *al.*, 1994 ; Ayyat et *al.*, 1994 ; Combes et *al.*, 2005). Par ailleurs, Pla et *al.*, (1996) et Gomez et *al.*, (1998), mentionnent que les animaux sélectionnés pour la vitesse de croissance présentent un rendement à l'abattage plus faible.

La valeur élevée du rendement à l'abattage chez les deux populations comparativement au lapin standard, s'explique par les faibles proportions de la peau et du tube digestif (Ouhayoun, 1989). De plus il est probable que l'abattage tardif à 13 semaines soit à l'origine de l'amélioration du rendement (Ouhayoun, 1989 et Blasco, 1992).

Le foie

Le poids moyen du foie et la proportion de ce dernier par rapport au poids vif obtenus sont significativement élevés chez la population blanche comparée à la kabyle. Le foie est un organe qui se développe plus tôt (Jouve et *al.*, 1986), et les animaux dont la vitesse de croissance est accélérée ont également un développement de cet organe plus précoce



(Lopez, 1987). Selon Hernandez et *al.* (2004), les animaux dont le degré de maturité est faible présentent un pourcentage des viscères (cœur, foie, reins et les viscères thoraciques) plus élevés.

L'adiposité

Les proportions du gras périrénal (GP/CF) et interscapulaire (GIS/CF) des deux populations, ne présentent pas de différence significative, bien que la proportion du gras péri rénale de la population blanche soit plus élevée (+7,87%) que celle de la kabyle.

Nos résultats révèlent que l'adiposité de la population kabyle est inférieure à celle indiquée par Berchiche et *al.* (1998) et Lounaouci (2001). La proportion du gras péri rénale de la population blanche est proche à celle citée par Marai et *al.* (1994) et Benrais et Chibani (2004), mais supérieure à celle retrouvée par Ayyat et *al.* (1994). Elle est, cependant, réduite par rapport à l'optimum de 3% observé chez le lapin hybride standard (Ouhayoun, 1990) et la souche hyplus (Combes et *al.*, 2005). Selon Pascual et *al.* 2004, Larzul et *al.* 2005, les animaux sélectionnés pour la vitesse de croissance présentent une adiposité importante. Par contre, Larzul et Gondret (2005) indiquent que les animaux ayant une vitesse de croissance élevée et une meilleure efficacité alimentaire sont considérés comme les animaux les moins gras.

L'adiposité de la carcasse représente la proportion du gras dissécable (le gras périrénal et le gras interscapulaire). Selon Lebas (1983), le gras périrénal est un bon indicateur de l'état d'engraissement de la carcasse. Généralement elle est appréciée par la quantité du dépôt adipeux périrénal (Ouhayoun, 1990).

Dans l'ensemble, les deux populations, présentent une faible adiposité de la carcasse. Selon Ouhayoun (1990), la vitesse de croissance moyenne retarde la mise en place des tissus tardifs tels que le tissu adipeux, d'où la réduction de l'adiposité.

Découpe de la carcasse

Dans nos conditions expérimentales, les proportions des différents morceaux de la carcasse sont équivalentes entre les deux populations étudiées, exception faite de la proportion de la partie avant qui est supérieure chez la population blanche ($P=0,098$). Les proportions de la partie avant et arrière chez la population kabyle sont supérieures à celles rapportées par Nezar (2007). Chez la population blanche, les proportions de la partie avant et intermédiaire sont semblables à celles mesurées chez l'hybride par Combes et Cauquil (2006).



✚ *Etude des mensurations viscérales*

L'observation des valeurs moyennes des poids, des proportions et des longueurs de l'estomac, de l'intestin, du caecum et du colon, permet de constater qu'il n'existe aucune différence significative entre les deux populations.

Une particularité est toutefois relevée chez la population blanche. En effet, la partie distale du colon est plus importante chez la population blanche ($P=0,058$ pour le poids vide ; $P=0,076$ pour la proportion et $P=0,077$ pour la longueur) comparativement à la population kabyle.

➤ ***Particularités histométriques intestinales chez la blanche***

Dans nos conditions expérimentales, l'examen histologique des trois portions intestinales (duodénum, jéjunum et l'iléon) nous a permis de constater que la hauteur, la base, la surface ainsi que le ratio hauteur/base sont comparables entre les deux lots, à l'exception de la base du jéjunum. En effet, celle-ci est significativement plus élevée chez la blanche par rapport à la kabyle (+17%, $P<0,05$), induisant ainsi une augmentation de la surface d'absorption de 21% bien que non significative ($P=0,133$). Notons que le jéjunum est la portion de l'intestin impliqué directement dans le phénomène d'absorption intestinale, ce résultat est en concordance avec les performances pondérales obtenues chez la blanche comme suggéré par Gallois (2006).

Soulignons tout de même que la largeur du duodénum et le ratio hauteur/ base du jéjunum semblent inférieurs chez la population Blanche comparativement à la Kabyle : écarts non significatifs de -8% ($P=0,05$) et -16% ($P=0,11$), respectivement.

Au niveau de l'iléon, la grande surface de la villosité chez la blanche par rapport à la kabyle ($488515,89 \mu\text{m}^2$ vs $461930,94 \mu\text{m}^2$) est sûrement liée à la longueur de la villosité qui est plus importante par rapport à celle de la kabyle ($882,21 \mu\text{m}$ vs $875,93 \mu\text{m}$, respectivement).



Conclusion Et Perspectives



Notre étude a permis de caractériser deux populations de lapin local, la Blanche et la Kabyle, sur le plan des performances zootechniques, la digestibilité des nutriments, la qualité de la carcasse, les métabolites sanguins et la morphométrie intestinale.

Il en ressort, que les lapins des deux populations utilisés dans notre essai, suivent une évolution de croissance similaire. La vitesse de croissance moyenne de ces lapins (28 g/j et 26 g/j) évolue d'une manière similaire. Cette faible vitesse de croissance, comparée à celle des animaux sélectionnés (36 g/j), fait que les lapins des deux populations locales atteignent le degré de maturité optimum de 55% du poids vif adulte que vers l'âge de 13 semaines par rapport à 10-11 semaines chez la souche sélectionnée.

La consommation moyenne alimentaire des deux populations est quasi-identique, elle est cependant relativement plus faible par rapport à celle enregistrée par les lapins de souches améliorées. L'indice de consommation enregistré se rapproche des données rapportées par les travaux effectués sur les mêmes populations. Il semblerait que la déficience en protéines brutes et en cellulose a contribué à la faible consommation.

Toutefois, les lapines de la population blanche ont une meilleure digestibilité de l'aliment. Elles valorisent mieux les nutriments, étant donné que les CUD de la matière sèche, des protéines et de l'énergie sont plus élevés par rapport à la population Kabyle. Cette meilleure utilisation digestive pourrait être corrélée à la plus grande surface d'absorption qui a été retrouvée au niveau de la villosité duodénale et jéjunale.

Parallèlement, la créatinémie qui permet de mesurer le catabolisme musculaire, est plus élevée chez la population blanche. Elle témoigne d'un métabolisme protéique plus accru en relation avec son potentiel de croissance. Néanmoins, ces résultats devront être confirmés sur des effectifs d'animaux plus importants et avec des rations alimentaires différentes.

Par ailleurs, les composantes du rendement à l'abattage de la carcasse et la morphométrie des segments du tube digestif sont comparables chez les deux populations, à l'exception du poids et de la proportion du foie qui sont plus élevés chez la population blanche.



A l'issue de cette étude, nos résultats permettent de classer les lapines kabyles dans la catégorie du format léger avec un bon rendement à l'abattage à 13 semaines d'âge, corroborant ainsi les données des études antérieures menées sur la population locale évoluant dans différentes conditions d'élevage et en particulier d'alimentation. L'exploitation de ces deux populations, nourries avec un aliment granulé équilibré s'avère favorable pour la production de viande dans les conditions de production locale.

Par ailleurs, il nous semble que la notion de population locale kabyle devrait être nuancée dans la mesure où ses performances rejoignent celles des autres populations locales évoluant dans d'autres régions.

Comparée à la population locale, les lapines blanches montrent un avantage certain sur la croissance qui est probablement lié à son statut d'origine de souche améliorée « hybride ».

La caractérisation de ces populations locales et l'approfondissement de la compréhension des modifications physiologiques et métaboliques méritent d'être poursuivis. Ceci permettrait de fournir des données susceptibles d'orienter la mise en place de programme de sélection massale et de sélection génétique pour la création de souches améliorées algériennes.

L'amélioration de la vitesse de croissance et du niveau de l'efficacité de transformation alimentaire (énergétique et protidique) est à rechercher dans les futurs essais, à travers la formulation d'aliments granulés plus équilibrés en protéines et en énergie et qui doivent tenir compte des besoins spécifiques du lapin (équilibre en acides aminés essentiels, apport suffisant en cellulose brute).

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



Références Bibliographiques



Références bibliographiques

A

Ait Tahar H., Fettal M., 1990. Témoignage sur la production et l'élevage du lapin en Algérie. 2^{ème} conférence sur la production et la génétique du lapin dans la région méditerranéenne, Zagazig (Egypt), 3-7 Sept.

Alashier C., Remignon H., Gandermen G., 1996. Lipid characteristic associated with oxydative and glycolytic fibers in rabbit muscle. *Meat. Sci.*, 43, 213-224.

Aubert J.M., Duperray J., 1993. Effet d'une forte densité dans les cages d'engraissement. *Cuniculture*, 109, 3-6.

Arveux P., 1991. Le rationnement alimentaire quantitatif en élevage cunicole. *Cuniculture*, N° 98, 97-98.

Ayyat M.S., Hbeeb A., Bassuny S.M., 1991. Effect of water salinity on growth performance, carcass traits and some physiological aspect of growing rabbit in summer season Egyptian. *J.Rabbit. Sci*, 1: 21-34.

Ayyat M.S., Yamani K.A., Bassuny S.M., El Guendy K.M., Abdallah M.A., 1994. A study on using different energy levels for growing rabbits in Egypt. *Option Méditerranéennes.*, 8, 131-139.

B

Bacou F., 1972. Evolution quantitative de l'aldolase, de l'aspartate aminotransferase, de la succinodéshydrogénase et de l'acétylcholinestérase dans les muscles du lapin au cours de la croissance postnatale. *C.R. Soc. Biol. Montpellier*, 166, 1037-1042.



Baron R., Pavaux C., Blin P.C., Cuq P., 1973. Atlas d'anatomie du lapin. Masson et Cie édition, France, 220 p.

Baselga, 1978. Analisis genetico de diversa caractristica de crecimiento en el conejo de produccion de carne. 3^{ème} symposium de cunicultura. Valencia, 1-10 Nov.

Baumier L.M., Retailleau B., 1987. Croissance, consommation alimentaire et rendement à l'abattage des lapins d'une souche à aptitude bouchère. *Cuniculture*, N° 78, 14 (6), 275- 277.

Belenguer A., Bacelles J., Guadaz A., Gonzaler r., Decoux M., 2004. Protein recycling in rabbit : incorporation of microbial lysine in growing rabbit as a method of measurement procedding. 8th Word Rabbit Congress, Puebla (Mexico) Sept, 2004, 752-758.

Belenguer A., Balcells J., Guada J.A., Decoux M., Milne E.,2005. Protein recycling in growning rabbit contribution of microbial lysine to aminoacid metabolism *Br J Nutr*, 94(5): 763-770.

Bennagadi N., Gidenne T., Licois D., 2001. Impact of fibre deficiency and sanitary status on non-specific enteropathy of growing rabbit. *Anim Res.*, 50, 401-413.

Berchiche, 1985. Valorisation des protéines de la féverole par le lapin en croissance. Thèse de doctorat. INP de Toulouse, 163P.

Berchice M., Lebas F., 1990. Essai chez le lapin de complémentation d'un aliment pauvre en cellulose par un fourrage distribué en quantité limitée : Digestibilité et croissance. 5^{ème} journées de la recherche cunicol., Paris 12-13 Dec.



Berchiche M., Lebas F., Lounaouci G., Kadi S.A., 1996. Feeding of local population rabbit : effect of straw addition to low fiber, pelleted diet, on digestibility, growth, performance and slaughter yield. *6th World Rabbit Congress, Toulouse, France, 9-12 July, 96*, 89-92.

Berchiche M., Lounaouci G., Lombolely B., 1998. Utilisation of 3 diets based On different protein sources by algerian local growing rabbits. *Option Méditerranéenne, Série Cahier*, 41, 51-55.

Berchiche M. Kadi S.A., Lounaouci G., 2000. Elevage rationnel de lapin de population locale : alimentation, croissance et rendement à l'abattage. *3^{ème} journées de recherche sur les productions animales « conduite et performances d'élevage », 13, 14, 15, Nov*, p 293-298.

Berchiche M., Zerrouki N., Lebas F., 2000. Reproduction, performances of local algerien don raised in rationnel condition. *7th World Rabbit Congress, Vallence, Espagne, 4-7 July 2000*, N° 8, suppl (1), V (B), 43-49.

Berchiche M., et Kadi S.A., 2002. The Kabyle rabbits (Algeria). *Option méditerranéens*, 13-20.

Bernard S. F., 2002. Flux lipolytiques et jeûne prolongé chez le manchot royal. Thèse d'Etat, Université Louis Pasteur, Strasbourg, 100 p.

Bernadac A., Moreau H., Verger R., 1991. Gastic lepaste and pepsinogen during the ontogenensis of rabbit gastric glands. *Eur J Cell Biol*, 55: 149-157.

Bertalaufy, 1960 cité par Ouhayoun J., 1983. La croissance et le développement du lapin de chair. *Cuni. Scien. Vol 1, p, 1-15*.

Bjornhag G., 1972. Separation and delay of contents in the rabbit colon. Swedish. *J. Apic Res.* 2, 125-136.



Blasco A., Gou P., Santacreu M.A., 1990. Effect of selection on change in body composition of rabbits. *4th World Congress of Genet. Appl.Livest.Prod.*, Edinburgh, Vol 16, 362-365.

Blasco A., 1992. Croissance, carcasse et viande du lapin. *Séminaire sur "les systemes de production de viande du lapin, Valencia, 14 au 25 Sept.*

Blasco A., Ouhayoun J., Maseoro G., 1993. Harmonisation of criteria and terminology in rabbit meat research. *World Rabbit Sci.*, 1, 3-10.

Bolet G., Brun J.M., Hulot F., Theau-clément M., 1990. Variabilité génétique et effet de la selection dans le croisement de trois souches de lapins. II. Composantes biologique de la taille de la portée. *5^{ème} journée de la recherche cunicole du 12-13 Déc 1990, Paris, Communication N° 5.*

Belhadi S., Baselga M. 2003. Effet non génétique sur les caractères de croissance d'une lignée de lapin. *10^{ème} Journée de la recherche cunicole.*

Belhadi S. 2004. Characterisation of local rabbit performances in Algeria: Environmental variation of litter size and weights. In Proc.: *8th World Rabbit Congress, Puebla, Mexico Sept.*, 218-223.

Benhamouda M., Kennou S. 1990. Croisement de lapins locaux avec la souche HYLA : résultats de performance de reproduction et de croissance en première génération. *Option méditerranéennes série séminaires, n° 8, 1990, 103-108.*

Boucher S., Nouaille L., 2002. *Maladies des lapins.* Editions France Agricole, 2^{ème} édition, 271 p.

Boukhalfa M., 2005. Etude des paramètres génétiques et zootechniques sur des critères de croissance chez le lapin local (*Oryctolagus cuniculus*). *Projet de fin d'étude d'ingénieur, Université de Blida, 45p.*



Bouzekraoui A., 2002. The Tabla rabbits (Moroco). Option Méditerranéenne, étude et recherche, N° 38.

Briand M., Boissonnet G., Laplace-Marieze V., Briandy Y., 1993. Metabolic and contractile differentiation of rabbit muscles during growth. *Int.J.Biochem*, 25, 1881-1887.

Briens C., 1996. Threonine requirement of growing rabbits. 6th *World Rabbit Congress, Toulouse, 9-12 July, Vol (1), 117-120.*

Brooke M.H., Kaiser K.K. 1970. Muscle fiber types : how many and what kind ? *Arch. Neurol.*, 1970, 23, 369-379.

C

Cantier T., Vezinhet A., Rouvier R., Danzier L., 1969. Allométrie de croissance chez le lapin (*Oryctolagus cuniculus*) – I principaux organs et tissus. *Ann. Biol. Anim Biochim Biophys*, 9: 5-39.

Carabano R. 1992. The use of local feeds of rabbit. Option Méditerranéenne, série séminaire, (17), 141-158

Castello J.A., Lleonart F., Luzi F., 1989. Cité par Tudella F., et Lebas F., 2006. Experiencias de diverso tipos de restriccion en el coneje. *XIV Symposium de Cuniculture, 12-14 Junio, Manresa*, 91-104.

Cassens et cooper, 1971. Cités par Gondret et Bonneau, 1998. Mise en place des caractéristiques du muscle chez le lapin. *INRA, Prod, Anim*, 11, 335-347.

Chaou T., 2006. Etude des paramètres zootechniques et génétiques d'une lignée paternelle sélectionnée mise en place en G0 et sa descendance, du lapin local « *Oryctolagus Cuniculus* ». Mémoire de Magistère, Ecole Nationale Vétérinaire, 102 pages.



Cheek P.R., 1987. Rabbit feeding and nutrition corvalls, O R Academic Press, Inc.

Cheriet S., 1983. Etude comparative de lapin d'une souche sélectionnée sur la vitesse de croissance de lapin provenant de l'élevage traditionnel. Effet des équilibres alimentaires sur les performances productives. Thèse de Docteur Ingénieur, INC, Toulouse.

Chiericcato M., Bailonil L., Rizzi C., 1992. The effect of environmental temperature on the performance of growing rebbit. *5th World Rabbit Congress, Corvallis (USA), July (1992), 2, 723-731.*

Chiericcato M., Rizzi C., 1999. Etude de l'évolution du profil métabolique enzymatique et minéral de lapin. *8^{ème} Journée de la Recherche Cunicole, 8-10 Juin, 1999, Paris, 155-158.*

Chiericcato M., Rizzi C., Rovalto C., 2000. Circuling levels of metabolic, enzymes and mineral of Grimaud female rabbit from weaning to 120 days of age. *7th World Rabbit Congress, Valence (Espagne), 111-116.*

Chiericcato M., Rizzi C., Braccia G., 2004. Effect of dietary electrolyt balance on de plasma energy protein mineral variables and endocri profil of pluritarous, rabbit does. *8th World Rabbit Congress, Mexico 2004, 251-257.*

Colin M., 1975. Effet sur la croissance du lapin de la supplémentassions en L-lysine et DL-méthionine de régimes végétaux simplifiés. *Ann. Zootech, 24, 465-474.*

Colin M., 1976. Besoins nutritionnels et alimentation pratique du lapin de chair. *Revue : information technique des services vétérinaires, N° 51, p, 47-60.*

Colin M., 1985. Les problèmes liés à l'été dans l'élevage du lapin. *Cuniculture, N° 63, 12 (3), 177-180.*



Colin M., 1995. Comment maîtriser les effets de la chaleur. L'éleveur de lapin, Juin/juillet, 23-27.

Combes S., Moussa F., Gondret F., Doutreloux J.P., Remignon H. 2005. Influence de l'exercice (saut) sur les performances de croissance, la qualité des carcasses et la mesure de l'attachement de la viande à l'os après cuisson. 11^{ème} journées de la recherche cunicole, France, Paris, 29-30 Nov, 2005, ITAVI Ed.

Combes S., Dalle Zotte A., 2005. La viande de lapin : valeur nutritionnelle et particularités technologiques. 11^{èmes} journées de la recherche cunicole, 29-30 Nov, 2005, 167-180.

Colmin J.P., Franck Y., Le Loup P., Martin S., 1982. Incidence du nombre de lapins par gage d'engraissement sur les performances zootechniques. 3^{ème} Journée de la Recherche Cunicole, 8-9 Dec, Paris, Communication N° 24.

Crociani F., Minardi A., Mattenzi D., 1984. Anaerobic ureolytic bacteria from caecum content and soft faeces of rabbit. *J Appl Bacteriol*, 57 (1): 83-86.

Crociani F., Minardi A., Matteuzi D., Gioffre F., 1985. Bactéries uréolytiques et activité uréasique dans le tube digestif du lapin. *Microbiol. Alim.Nutr*, 3, 83-88.

Corrent E., Launay C., Troislouches G., Viard F., Davoust C., Leroux C. 2007. Impact d'une substitution d'amidon par des lipides sur l'indice de consommation du lapin en fin d'engraissement. 12^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole, 27-28 novembre 2007, Le Mans, France 97-100.

D

Dalle Zotte A., Ouhayoun., 1995. Post weaning evolution of muscle energy metabolism and related physico-chemical traits in the rabbit. *Meat.Sci.*, 39, 395-401.

Daoudi et AinBaziz H, 2001. Rapport de synthèse des résultats de production de la population local. Rapport du département monogastrique ITELV.



Daoudi O., Ain Baziz H., Yahia H., Benmouma N., Achouri S., 2003. Etude des normes alimentaire du lapin local en croissance élevé en milieu controlé : effet de la concentration énergétique et protéique des régimes. *10^{ème} journée de la recherche cunicole*, Paris, 2003, 21-24.

Davies R.R., Davies J.A, 2003. Rabbit gastorintestinal physiology. *Vet Clin North Am Exot Anim Proct*, 6 (1): 139-153.

Debray L., Gidenne T., Fortun-Lamothe L., Arveux P., 2001. Efficacité digestive des lapereaux avant et après sevrage en fonction de la source énergétique du régime. *9^{ème} Journées. Recherche. Cunicole*. France, G Bolet (edt), ITAVI edition, Paris, 191-194.

Debray L., 2002. Besoins nutritionnels de la femelle. Thèse de doctorat, INP Toulouse, 120 p.

Delmas D., Ouhayoun J., 1988. Technologie de la viande de lapin. *V.P.C*, (9), 226.

Delams D., Ouhayoun J., 1990. Technologie de l'abattage du lapin. Etude descriptive de la musculature. *Viande. Produits carnés.*, 11, 11-14.

De Nigris S .J., Hamosh M., Kasbekar D.K., Lee T.C, Hamosh P., 1988. Linguale and gastric lipase : specie in the origin of pancreatic digestive lipases and in the localizion of gastric lipase. *Biochim Biophys Acta*, 959: 38-45.

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

De Rochambeau H., 1990. Objectifs et méthodes de gestion génétique des populations cunicoles d'effectif limités. *Options Méditerranéennes, Séries Séminaires*, N° 8, 19-27.



De Rochambeau H., 2000. Amélioration génétique du lapin pour la production de viande en France. Situation actuelle et perspectives. *Jour. Cuni.* 24-25 Nov, 147-159.

Dupperay J., Eckenfelder B., Le Scouarnec J., 1998. Effet de la température ambiante et de la température de l'eau de boisson sur les performances zootechniques des lapins. *Cuniculture*, N° 141, 25 (3), 117-122.

Duris M.P., 1999. Variabilité génétique chez les bovins. PHD, Université Blaise Pascal, Clermont Ferrand, 154 p.

E

Ebehart S., 1980. The influence of environmental, temperature on meat rabbit of different breeds. *2nd World Congress Rabbit*, Barcelone (Espagne) Avril, 1980, Vol 1, 399-409.

EGRAN, 2001. Technical note: Attempts to harmonise Chemical analyses of feeds and faeces, for rabbit feed evaluation. *World Rabbit Sci.*, 9, 57-64.

F

Ferrondo R., Henry N., Klin M., Megard J.P., 1972. Teneur en azote et en acides amines des caeco trophes et autres feces des lapins à collier recevant ou non des antibiotiques dans leurs rations. *An. Nutr. Alim.*, 26 : 189-196.

Ferrah A., Yahiaoui S., Kaci A., Kabli L., 2003. Les races de petits élevages (Aviculture, Cuniculture, Apiculture, Pisciculture). Recueil des communications Atelier N° 3 « Biodiversité importante pour l'agriculture », MATE-GEF/PNUD, projet ALG / 97/G31. Tome X.52-61.

Fettal M., 1987. Comparaison de deux types de concentré en production cunicole. Mémoire de licence en sciences naturelles appliquées, Belgique.



Finzi A., Nyvold S., Elagroudi M., 1992. Evaluation of heat stress in rabbit under field conditions. *5th World Rabbit Congress*, 739-744.

Fioramonti J., Sorraing J.M., Licois D., Buenol., 1981. Intestinal motor and transit disturbances associated with experimental coccidiosis (*Eimeria* Maya) in the rabbit. *Ann. Rech. Vet.*, 12, 413-420.

Fortun-Lamothe L., 1994. Estimation of the energy balance in concurrently pregnant and lacting rabbit does during their second pregnancy. Proc. Symposium on Animal and human Nutrition, Comparative physiology of digestion and metabolism, 34, 632.

Fortun-Lamothe L., 1998. Effects of pre-mating energy intake on reproductive performance of rabbit do. *Anim Scien.* 66: 263-269.

Fortun-Lamothe L., Gidenne T., 2003. Besoins nutritionnels du lapereau et stratégie d'alimentation autour du sevrage. *Prod.Anim.*, 16, 39-47.

Forsythe S.J., Parker D.S., 1985. Nitrogen metabolism by the microbial flora of the rabbit caecum. *J. Appl. Bacteriol*, 58 (4): 363-369

Franck T., 1990. Etude comparative de deux systèmes d'engraissement de lapin de chair : Semi plein air et tunnel isolé. Mémoire de fin d'étude, I.U.T. de Perpignan.

G

Gacem M., Lebas F., 2000. Rabbit husbandry in Algeria. Technical structure and evaluation of performances. *7th World Rabbit Congress*, 4-7 July 2000, 69-80.

Gacem M., Bolet G., 2005. Création d'une lignée issue du croisement entre une population locale et une souche européenne. *11^{ème} Journées de la Recherche Cunicole*, 29-30 Nov, Paris, 15-18.



Références bibliographiques

- Gacem M., Zerrouki N., Lebas F., Bolet G., 2008. Strategy for developing rabbit meat production in Algeria: creation and selection of a synthetic strain. 9th Congrès Congress Rabbit, session génétique, 85-89.
- Gadoud R., 1992. Nutrition et alimentation des animaux d'élevage. Edition Foucher, Paris (Collection INRAP), Tome 1, 286p.
- Gallois M., 2006. Statut nutritionnel du lapereau : maturation des structures et des fonctions digestives et sensibilité à une infection par une souche Enteropathogène d'Escherichia Coli. Thèse de doctorat, 285 p.
- Gallouin F., 1989. Particularités physiologiques et comportemental du lapin. In Brugère Picoux J. Pathologie du lapin de compagnie et des rongeurs domestiques. Ecole Nationale Vétérinaire D'alfort : 7, 11.
- Garcia J., De Blas J.C., Carabano R., Garcia P., 1995. Effect of type lucernehay ou ceacal fermentation and nitrogne contribution through caeco trophyere rabbits. *Reprod. Nutr. Dev*, 35 (3): 267-257.
- Gibbons G. F., Islam K., Pease R. J. 2000. Mobilisation of triacylglycerolstores. *Biochim. Biophys. Acta*, 1483, 37-57.
- Gianinetti R., 1984. Elevage rentable des lapins. Edit de VECCHISA p 41-52.
- Gidenne T., 1987. Utilisation digestive de ration riches en lignines du lapin en croissance : mesures de flux et de transit dans differents segments digestifs. *Ann Zootech*, 36 : 95-108.
- Gidenne T., Lebas F., 1987. Estimation quantitative de la caecotrophie chez le lapin en croissance : variation en fonction de l'âge. *Ann.Zootech.*, 36, (3), 225-236.



Gidenne T., 1992. Effect of fibre level, particle size and adaptation period on digestibility and rate of passage as measured at the ileum and the faeces in the adult rabbit. *Br J Nutr*, 67: 133-146.

Gidenne T., Perez J.M., 1993. Effet of dietary starch origin on digestion in the rabbit; 2. Starch hydrolysis in the small intestine, Cell Wall degradation and rate of passage measurements. *Anim. Feed. Sci. Technol.*, 42: 249-257.

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

Gidenne T., Perez J.M., 1994. Apports de lignines et alimentation du lapin en croissance : Conséquences sur la digestion et le transit. *Ann. Zootech.*, 43, 313-332.

Gidenne T., 1997. Caeco-colic digestion in the growing rabbit: Impact of nutritional factors and related disturbances. *Livest. Prod. Sci.*, 51: 73-88.

Gidenne T., Perez J.M., Lebas F., Bouvarel I., Arveux P., Bourdillon A., Jarrin D., Duperray J., Messenger B., 1997. Taux de lignine dans la ration. *Cuniculture*, 21(116), 79-83.

Gidenne T., Perez J.M., Lebas F., 1998. Besoins en constituants pariétaux du lapin de chair. Archambeaud Ed, Fonds SYPRAM, SOFIPRO TEOL publi. 2P.

Gidenne T., Jehl N., 1999. Réponse zootechnique du lapin en croissance face à une réduction de l'apport de fibres dans des régimes riches en fibres digestibles. 8^{ème} Journées Rech Cuni. ITAVI édition, 9-10 juin, 109-113



Gidenne T., Pinheiro V., Falco E Cunital., 2000. A comprehensive approach of the rabbit digestion : Consequences of reduction in dietary fibre supply. *Livest. Priduct. Sci.*, 64, 225-237.

Gidenne T., 2000. Recent advance in rabbit nutrition: emphasis on fibre requirements. *Word Rabbit Sci.*, 8, 23-32.

Gidenne T., Arvaux P., Madec O., 2001. The effect of the quality of dietary lignocellulose on digestion, zootechnical performance and health of the growing rabbit. *Anim.Sci*, 73, 97-104.

Gidenne T., 2003. Fibres in rabbit feeding for digestible fibre. *Livest. Prod.Sci.*, 81, 105-117.

Gidenne, F. Lebas, 2005 : Le comportement alimentaire de la lapine. *11^{ème} Journée de Recherche Cunicole*, 183-193.

Gidenne T., 2006. Cité par Lebas F., in 2006. Alimentation et santé digestive chez le lapin. Journées de formation organisées en Juin 2006 par l'ASFC et l'AFTAA. *Cuniculture Magazine*, Vol 33, 63-70

Gidenne T., Carabaño R., Badiola I., Garcia J., Licois D. L'écosystème caecal chez le lapin domestique: Impact de la nutrition et de quelques facteurs alimentaires
Conséquences sur la santé digestive du lapereau. *12^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole*, 27-28 novembre 2007, Le Mans, France, 59-72.

Gomez E.A., Rafel O., Ranou J., 1998. Caractère de croissance dans le croisement de trois souches de lapins sélectionnées en Espagne. *7^{ème} journée de la recherche cunicole*, Lyon, 1998, 33-36.



Gomez-Conde M.S., Chamorro S., Menoyo D., Garcia-Rebollar P., Beblask, 2004. Effects of fibre on fat composition and fat recycling with caecotrophes. 8th *World Rabbit Congress, Pueblo (Mexico), sept 2004, wrsa ed.*, 864.

Gondret F., Lefancheur L., Albis A., Bonneau M., 1996. Myosin isoform transition in four rabbit muscles during post-natal growth. *J.Muscle.Res*, 17, 1-11.

Gondret F., 1997. Caractéristiques des fibres musculaires et des lipides intramusculaires chez le lapin : effet de l'âge et de l'alimentation. Thèse de Doctorat INA-PG, Paris, 168 p.

Gondret F., Fortun-Lamoth L., Bonneau M., 1997. Effects of simultaneous gestation and lactation in rabbit does on muscular characteristics of the youngs. *Rep.Nutr.Dev.*, 37, 163-172.

Gondret F., Moutot J., Lebas F., Bonneau M., 1998. Effects of dietary fatty acids on lipogenesis and lipid traits in muscle, adipose tissue and liver of growing rabbit. *Anim. Sci.*, 66, 483-489.

Gondret F., Bonneau M., 1998. Mise en place des caractéristiques du muscle chez le lapin. *INRA, Prod, Anim*, 11, 335-347.

Gondret F., 1999. La lipogénèse chez le lapin. Importance pour le contrôle de la teneur en lipides de la viande. *INRA, Prod.Anim.*, 12, 301-309.

Grazzani R., Dubini F., 1982. Cité par Chierricato G.M., Rizzi C., Rosellato V., 1996. Growth and slaughtering performances of three rabbit genotyp under environmental conditions. *Ann. Zootech.*, N° 43, 311-318.



Groscolas R., 1987. Adaptation au jeûne prolongé : rôle et métabolisme du tissu adipeux chez les oiseaux antarctiques et subantarctiques. Actes du colloque sur la recherche française dans les terres australes, 67-77.

Guarner F., Malagelada J.R., 2003. Gut flora in health and disease. *Lancet*, 361, 512-519.

Guth L., Samaha F.J., 1972. Erroneous interpretations which may result from application of the « myofibrillar ATPase » histochemical procedure to developing muscle. *Exp. Neurol.*, 34, 465-475.

H

Hamalaien N., Pette D., 1993. The histochemical profiles of fast fiber types IIB, IID and IIA in skeletal muscle of mouse, and rabbit. *J.Histochem.Cytochem.*, 41, 733-743.

Henaff R., Jouve D., 1988. Mémento de l'éleveur du lapin. 7^{ème} édition réalisée par l'AFC et ITAVI. p 448.

Hernandez P., Aliga S., Pla M., Blasco A., 2004. The effect of selection for growth rate and slaughter age on carcass composition and meat quality traits in rabbits. *J.Anim.Sci.*, 82 : 3138-3143.

Hill.R.H., 1983. Distribution of mease producing bacteria in the rabbit caecum. *Anim. Sci*, 13: 61-62.

Hill.R.H., 1986. Digestion of mucin polysacchari des in vitro by bacteria isolated from the rabbit ceacum. *Cur Microbiol*, 14: 117-120.

Hocquette J.F., Picard B., Fernandez X., 1996. Le métabolisme énergétique musculaire au cours de la croissance et après abattage de l'animal. Viandes. *Prod.Carnés*, 17, 217-230.

Hocquette J.F., Ortigues-Marty I., Pethick D.W., Herpin P., Fernandez X., 1998. Nutritional and hormonal regulation of energy metabolism in skeletal muscles of meat-producing animals. *Livest. Prod. Sci.*, 56, 115-143.



Hocquette J.F., Bauchart D., 1999. Intestinal absorption, blood transport and hepatic and muscle metabolism of fatty acids in preruminant and ruminant animals. *Reprod. Nutr. Dev.*, 39, 27-48.

Hocquette J.F., Ortigues-Marty, Damon M., Herpin P., Geay Y., 2000. Métabolisme énergétique des muscles squelettiques chez les animaux producteurs de viande. *INRA, Prod. Anim.*, 13, 185-200.

Hudson D.G., Hull D., 1975. Growth of adipose tissue in the fetal rabbit. *Biol. Neonate*, 27, 71-79.

Hornicke H., 1981. Utilization of caecal digesta by caecatrophy in the rabbit. *Livest Prod Sci*, 8, 361-366.

I

INRA, 1984. Alimentation des animaux monogastriques, Porc, lapin, volaille. Edition INRA, p 282.

J

Jaim Camps, 1983. In Reniff D, et Douala T., 2002 . Contribution à l'étude de la croissance du lapin de population locale algérienne. Mémoire Ingénieure, Université de Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, 63 p.

Jehl N., Meplaine E., Mirabito L., Combes S., 2003. Incidence de 3 modes de logements sur les performances zootechniques et la qualité de la viande de lapin. *10^{ème} Journées de la Recherche Cunicole, 19-20 Nov, 2003, Paris.*

Jouve D., Ouhayoun J., Maître I., Latour O., Coulmin J.P., 1986. Caractéristiques de croissance et qualités bouchères d'une souche de lapin. In Proc, *5^{ème} Journées de la Recherche Cunicole, Vol, 2, Paris, N° 22.*



K

Kamal A., Yamani K.O., Fraghaly H.M., 1994. Adaptability of rabbits to the hot climate. *Option Méditerranéennes, séries séminaires n° 8*, 97-101.

Khalil M.H., Owen J.B., Alifi E.A., 1986. A review of phenotypic and genetic parameteres associated with meat production traits in rabbit. *Anim.Breed .Abst.* 54, 727-749.

Khallil M.H., 1999. Rabbits genetic resources of Egypt. *Animal genetic resources information*, 26, 95-111.

Khallil M.H., 2002. The baladi rabbit (Egypt). *Option Mediterranean, série B, étude et recherche*, N° 38.

Kjaer J.B., Jensen J.A., 1997. Perirenal fat carcass conformation as affected by dietary protein and energy content. *World Rabbit Science*, 5, 93-9.

Kohel PE., 1994. Etude comparative d'élevage cunicole à hautes et faibles performances. *6ème journées Recherche Cunicole, Rochelle, 6-7 Dec, Vol, 481-485.*

Kohel PE., 1997. Un lapin produit 18 kg de viande par an. *Cuniculture*, 24, 247-252.

L

Laffolay B., 1985. Croissance journalière du lapin. *Cuniculture*, 12 (6), 212-331.

Lakabi D., Zerrouki N., Lebas F., Berchiche M. growth performances and slaughter traits of a local kabylian population of rabbits reared in algeria: effects of sex and rearing season. *Proceeding, 8th World Rabbit Congress, Mexico, 2004*, 1397-1402.

Laplace J.P., 1978. Le transit digestif chez les monogastriques(3) Comportement (prise de nourriture- caecaotrophie). Motricité et transit digestif et pathogénie des diarrhées chez le lapin. *Ann Zootech.*, 27 : 225-265.



Lambertini L., Berrassi M.C., Zaghini G., 1990. Effetto di Sesso e peso sulle caratteristiche qualitative della carcassa di coniglio. *Coniglicoltura*, 27, 33-39.

Larzuc C., Gondret F., Combes S., De Rochambeau H., 2005. Divergent selection of 63 days body weight in the rabbit : response on growth, carcass and muscle traits. *Genet. Selec. Evol.*, 37, 105-122.

Larzuc C., Gondret F., 2005. Aspect génétique de la croissance et de la qualité de viande chez le lapin. INRA, *Prod.Anim*, 18 (2), 119-129.

Lebas F., 1971. Nombre de postes de consommation pour des groupes de lapin en croissance. Bulletin technique d'information, 260, 561-564.

Lebas F., 1973. Effet de la teneur en protéines de ration à base de soja ou de sésame sur la croissance du lapin. *Ann.Zootech.*, 22, 83-92.

Lebas F., 1975. Influence de la teneur en énergie de l'aliment sur les performances de croissance chez le lapin. *Ann.Zootech.*, 24, 281-288.

Lebas F., 1977. Faut-il éclairer les lapins Durant l'engraissement? *Cuniculture*, 233-234.

Lebas F., 1980. Les recherches sur l'alimentation du lapin : évolution au cours des 20 dernières années et perspectives d'avenir. 2nd *World Rabbit Congress, Barcelone*, V (2), 16-18.

Lebas F., 1983. Relations entre alimentation et pathologie digestive chez le lapin en croissance. *Cuniculture* N° 54 – 10 (6), 268-271.

Lebas F., Ouhayoun J., 1987. Incidence du niveau protéique de l'aliment du milieu d'élevage et de la saison sur la croissance et les qualités bouchères du lapin. *Ann.Zootech.*, 36, 421-432.

Lebas F., 1984. Préparation des futures reproductrices. *Cuniculture*, N° 56, p 85-86.



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

Lebas F., 1989. Besoins nutritionnels des lapins : Revue bibliographique et perspectives. *Cun.Sci.*, V (5), 2, 1-28.

Lebas F., 1990. Stratégie alimentaire en élevage cunicole. 5^{ème} journées de la recherche cunicole, 12-13 Dec, Paris, communication N° 46, p 17.

Lebas F., Marionnet D., Haewaff R., 1991. AFC (Association Française de Cuniculture). 3^{ème} édition, p, 21-40.

Lebas F., Colin M., 1992. Word rabbit production an research situation in 1992. 5th *Word Rabbit Congress (Oregon), july 25-30*, 1-6.

Lebas F., 1992. Alimentation pratique des lapins en engraissement. *Cuniculture*, 19 (2), 83-89.

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

Lebas F., Gidenn T., Perez J.M., Licois D., 1998. Nutrition and pathology. In C. De Blas et j. Wisemann (ed), *The Nutrition of the rabbit*, 197-213.

Lebas F., 2000. Vitamine in rabbit nutrition: literature review and recommandations. *Word Rabbit Sci*, 8 (4): 185-192.

Lebas F., Combes S., 2001. Quel mode d'élevage pour un lapin de qualité ? Colloque annuel, Valicente, France, 29-39.

Lebas F., Retailleau B., Hurtaud J. 2001. Evolution de quelques caractéristiques bouchères et de la composition corporelles de 2 lignées de lapins entre 6 et 20 semaines d'âge. 9^{èmes} J. Rech. Cunicoles , 2003 November, Paris, France, 55-58.



Lebas F., 2002 : Biologie du lapin. [http://www. Cuniculture.info/.DC/](http://www.Cuniculture.info/.DC/) /(accès 28/10/2006).

Lebas F., 2004. Recommandations pour la composition d'aliment destiné aux lapins en production intensive. *Cuniculture Magazine*, 31, 2.

Lebas F., 2005. La biologie du lapin. [http:// www.cuniculture info/docs/index boil. Htm.](http://www.cuniculture.info/docs/index_boil.Htm)(accès le 28/10/2006).

Li W., 1995. Determination of total dietary fiber in foods and food products by using a single enzyme, enzymatic-gravimetric method: interlaboratory study. *Journal of AOAC international*, 78, 1440-1444.

Licois D., Guillot J.E., Mouline C., Reymand A., 1992. Susceptibility of the rabbit to an enteropathogenic agent. *Annal. Reche. Vétér*, 23, 225-232.

Licois D., Gidenne T., 1999. L'emploi d'un régime dédiciant en fibres par le lapereau augmente sa sensibilité vis à vis d'une infection expérimentale par une souche Escherichia-coli entéropathogène. *8^{ème} Journées Rech. Cunic. 9-10 juin, 1999*, 101-104.

Lounaouci G., 2001. Alimentation du lapin de chair dans les conditions de production algérienne. Mémoire de Magistère en Sciences agronomiques Université de Blida, 129p.

Lounaouci G., Lakabi-Ioualitene D., Berchiche M., Lebas F.2008. Field beans and brewer's grains as protein source for growing rabbits in algeria: first results on growth and carcass quality. *9th World Rabbit Congress, June 10-13, 2008 – Verona – Italy*, session Nutrition and Digestive Physiology, 723-727.

Lopez A.M., 1987. Estudios sobre el crecimiento en conejo. Tesis Doctoral. Universidad Politecnica de Valencia, Spain.



M

Maertens L., Degroo, 1978. Etude de la variabilité des coefficients de digestibilité des lapins suite aux différences d'âge, de sexe, de race, et d'origine. *Revue de l'agriculture* N° 4, Vol (35), Juillet-Aout, 2787-2797.

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

Maertens L., Bernaerts D., Decupere E., 1989. L'énergie de l'aliment en engraissement : effet de la teneur en énergie et du rapport protéines de l'aliment sur les performances. *Cuniculture*, 16 (4), 189-194.

Maertens, L., 1992. Rabbit nutrition and feeding: a review of some recent developments. *J. Appl., Rabbit. Res.*, 15: 889-913.

Maertens L, 1996. Nutrition du lapin: connaissance actuelle et acquisition récente. *Cuniculture*, 127, 23 (1), 33-35.

Maertens L., Luzi F., De Groote G., 1997. Effect of dietary protein and amino-acid on the performance carcass composition and N- excretion of growing rabbit. *Ann. Zootech*, 46, 255-268.

Maitre I., Lebas F., Arveux P., Bourdillon A., Duperray J., Samit Casty., 1990. Taux de lignocellulose (ADF de Van Soest) et performances de croissance du lapin. 5^{ème} *Journnée de la Recherche. Cunicole.*, 12-13 Dec 1990, p. 56.

Marai I.F.M., Ayyat H.A., Gabr and U.M. Abdel-Monem ., 1994. Growth performance, some blood metabolites and carcass traits of New-Zealand white broiler male rabbits as affected by heat stress and its alleviation, under Egyptian conditions . *Option méditerranéenne* , 35-42.

Marlier D., Dewree R., Delleur V., Licois D., Lassence T., Poulipoulis A., Vindevogel H., 2003. *Ann Med Vet.*, 147, 385-392.

Marounek M., Vouk S.J., Skrivanova V., 1995. Distribution of hydrolytic enzymes in the digestive tract of rabbits. *Br J Nutr*, 73 (3): 463-469.



Martin S., 1982. En maternité, en engraissement : les moyens d'améliorer la productivité. *Aviculteur* (hors série), 19, 21-24.

Martina C., Damian C., Palamaru E., 1974. Retete de nutrituri combinate-grunulate cu diferite nivelte energo proteice pentru cresteria si ingrasaria tineretului cunicul. *Lucraril stiintiglice ale institului de cercetari pentru nutritia animalia*, 2, 313-322.

Martinsen T.C., Bergh K., Wadum H.L., 2005. Gastric juice: a barrier against infectious diseases. *Basic. Clin.Pharmacol.Toxicol*, 96 (2), 94-102.

Montessuy S., Mousset J.L., Messenger B., 2000. Effect of dietary protein and threonine level on performances of growing rabbits. *7th World Rabbit Congress., Valence (Espagne), 2000*, nutrition and digestive physiologie, 1-6.

Moreau H., Gargonri Y., Lecat D., Junien J.L., Verger R., 1988. Screening of prednodal lipases in several mammals. *Biochim Biophys Acta*, 959: 247-252.

Moulla F., 2006. Evaluation des performances zootechniques de l'élevage cunicole de la ferme expérimentale de l'institut technique des élevages de BABA-ALI. Mémoire de Magistère.

Moumen S., 2006. Effet du rythme de reproduction sur les performances zootechniques et les paramètres sanguins de la lapine de population locale (*Oryctolagus Cuniculus*), 121p.

N

Nezzar N., 2007. Caractéristiques morphologiques du lapin local. Mémoire de Magistère, Université EL HADJ LAKHDAR de Batna, 86 p.

Nougues J., 1972. Etude de l'évolution du nombre des fibres musculaires au cours de la croissance post natale du muscle chez le lapin. *C.R.Soc.Biol.*, Montpellier, 116, 165-171.



0

Ouhayoun J., 1978. Etude comparative de race de lapins différentes par le poids adulte: Incidence du format paternal sur les composantes de la croissance des lapereaux issus de croisements terminal. These de doctorat de 3^{ème} cycle des sciences et techniques.

Ouhayoun J., 1983. La croissance et le développement du lapin de chair. *Cuni.Scién.*, V (1), 1, 1-15.

Ouhayoun J., Delmas D., 1983. Valorisation comparée d'aliments à niveaux protéiques différent par des lapins sélectionnés sur la vitesse de croissance et par les lapins provenant d'élevage traditionnels: Etude de la composition azotée et au metabolism énergétique des muscles longissimus dorsi et biceps femoris. *Ann.Zootéh.*, 32, 277-286.

Ouhayoun J., Cheriet S., 1983. Valorisation comparée d'aliments à niveaux protéiques différent par des lapins sélectionnés sur la vitesse de croissance et par des lapins provenant d'élevage traditionnels: etude des performances de croissance et de la composition du gain de poids. *Ann.Zootech.*, 32, 257-276.

Ouhayoun J., Poujardieu B., Delamas D., 1986. Etude de la croissance et de la composition corporelle des lapins au delà de l'âge de 11 semaines: Composition corporelle. Journnées de Recherche, Paris (France) cunicoles.

Ouhayoun J., Poujardieu B., Delmas D., 1986. La croissance et la composition corporelle du lapin : influence des facteurs alimentaires. *Cuni.Scién*, Vol 3, fasc, 2, 7-21.

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



Ouhayou J., 1990. Abattage et qualité de la viande du lapin. 5^{ème} journées de la recherche cunicole, Paris, 12-13 Dec, communication 24, 1-21.

Ouhayoun J., 1992. Quels sont les facteurs qui influencent la qualité de la viande de lapin ? *Cuniculture*, 19, 137-175.

Ouhayoun J., Dalle Zotte A., 1993. Muscular energy metabolism and related traits in rabbit. *World Rabbit Science*, 1, 97-108.

Ouhayoun, J., 1998. Influence of diet on rabbit meat. *The nutrition of rabbit*, 177-195.

Ortigues I., Visseiche A.L., 1995. Whole body fuel selection in ruminants: nutrient supply and utilization by major tissues. *Prod. Nutr. Soc.*, 54, 235-251.

P

Padilha M.T.S., Licois D., Gidenne T., Carre B., Fonty G., 1995. Relation ships between microflora and caecal fermentation in rabbits before and after weaning. *Reprod Nutr Dev*, 35 (4): 375-386.

Pairet M., Boussout T., Auvergne A., Dandan M., Ruckebusch Y., 1986. Stimulation physico-chimique d'origine alimentaire et motricité digestive chez le lapin. *Reprod. Nutri. Dev.*, 26,85-95.

Pari-Bini R., Xiccato G., Dalle Zotte A., Crazzolo A. 1994. Effet de différents niveaux de fibres alimentaires sur l'utilisation digestive et la qualité bouchère chez le lapin. 6^{ème} journées de la recherche cunicole, La Rochelle, France, Vol (2), 347-354.

Pascual M., Alliaga S., Pla M., 2004. Effect of selection for growth rate on carcass and meat composition in rabbits. 8th World Rabbit Congress , Puebla, Mexico, 1435-1440.

Parigi-Bini R., Xiccato G., Dalle Zotte A., Crazzolo A., Castellini C., Stradioli G., 1996. Effect of remating interval and diet on the performance and energy ballance of rabbit does. Proc. 6th World Rabbit Congress, Toulouse, France, VOL (1), 253-258.

Parigi-Bini R., Xiccato G., 1998. Energy metabolism and requirements. *The nutrition of the rabbit*, 103-132.



Parigi-Bini R., 1988. Recent development and future goals in research on nutrition of intensively reared rabbits. *4th World Rabbit Congress, Hungary, Oct 10-14*, V (3), 1-29.

Peeters J.E., 1988. Recenent advaces in intestinal pathology of rabbikt and further perspectives. *4th Congress of Rabbit Science, Budapest (Hangray), Oct 10-14*, V (3), 293-315.

Perez J.M., Lamboley B., Beranger C., 1998. Digestibilité et valeur énergétique de différentes luzernes déshydratée utilisée seules ou en mélange dans le régime du lapin en croissance. *7^{ème} journées de la recherche cunicole, Lyon, 1998*, 129-132.

Perez J.M., Gidenne T., Lebas F., Caudron I., Arvaux., Bourdillon A., Duperray J., Messenger B., 1994. Apports de lignines et alimentation du lapin en croissance : Conséquences sur les performances de croissance et la mortalité. *Ann.Zootech.*, 43, 321-332.

Peinheiro V., Gidenne T., 1999. Conséquences d'une déficience en fibres sur les performances zootechniques du lapin en croissance, le développement caecal et le contenu iléale en amodon. *8^{ème} Journnées de la Recherche Cunicole, Paris, 1999*, 105-109.

Peinheiro V., Gueds C.M., Outor-Montero D., Mourao J.L., 2008. Effects of level and dietary mannanoligosaccharides on digestibility, caecal volatile fatty acids and performances of growing rabbits. *Animal Feed Science and technology*, 1-13.

Perrot B., 1991. Elevage des lapins. Armand collin éditeur, p 83.

Proto V., 1980. Cité par Lebas F., 2002. Alimentazione del coniglio da carne. *Coniglicoltura*, 17(7), 17-32.

Prud'hon M., Vezinhet A., Cantier J., 1970. Croissance, qualités bouchères et coût de production des lapins de chair. *B.T.I.* 248, 203-213.

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 libiyum. *Ann.Zootech.*, 24 (2), 289-298.



Prud'hon M., 1976. Comportement alimentaire du lapin soumis à des températures de 10°, 20° et 30° C. *Cuniculture.*, Dijon, Communication N° 14.

Pethick D.W., 1984. Energy metabolism of skeletal muscle. *Physiology.* 277-287.

Pla M., Guerrero L., Guardia D., Oliver M.A., Blasco A 1996. Lines selected for different objectives : Between lines comparaison. *Livest.Prod.Sci.*, 54, 115-123.

Pla M., Guerrero L., Guardia D., Oliver M.A., Blasco A., 1998. Carcass characteristics and meat quality of rabbit lines selected for different objectives : I. Between lines comparaison. *Livest. Prod. Sci.*, 54, 115-123.

Picard B., Juriec C., Cassar-Malek J., Hocquette F., 20003. Typologie et ontogenèse des fibres musculaires chez différentes espèces d'intérêt agronomique. *INRA, Prod.Anim.*, 16, 117-123.

Poujardieu B., Matheron G., 1984. Influence d'une ambiance chaude et humide sur la croissance de futures reproductrices. *3^{ème} Congrès Mondial de Cuniculture. Rome, 1984, Vol (1), 107-118.*

Q

Quinton J.F., 2003. Nouveaux animaux de compagnies petits mammifères. Edt Masson, Paris. 222p.

R

Rashwan A.A., Soad S.A., 1996. Growing rabbit management: housing system reduction of eating time and feeder space. *6th World Rabbit Congress*, vol. 3, 411-414.

Reischman H., Pette D., 1982. A comparative, microphotometric study of succinata dehydrogenase activity levels in type I, IIA, and IIB fibers of mammalian and human muscles. *Histo.Chem.*, 74, 27-41.



Remois G., Abiven N., Ledan L., Lafargue-Hauret P., Bourdillon A., 2000. Effect of dietary content on mortality and growth performances of rabbits in case of epizootic rabbit enterocolitis. 7th World Rabbit Congress, 5-7 July 2000, Valence, Spain, 8, suppl 1, Vol C, 399- 406.

Remas K., 2001. Caractéristiques zootechniques et hormones sexuelles chez les populations locales du lapin domestique *Oryctolagus Cuniculus*. Thèse de Magistère, 89 p.

Renou J.P., Canion P., Gatellier P., Valin C., Cozzone P.J., 1986. Phosphorus 31 nuclear magnetic resonance study of post mortem catabolism and intracellular pH in intact excised rabbit muscle. *Biochimie*, 68, 543-554.

Renouf B., Offner A., 2007. Effet du niveau énergétique des aliments et de leur période de distribution sur la croissance, la mortalité et le rendement à l'abattage chez le lapin. 12^{ème} Journées de la Recherche Cunicole, 27-28 novembre 2007, Le Mans, France, 101-103.

Reniffi D., Bouala T., 2002. Contribution à l'étude de la croissance du lapin de population locale algérienne. Mémoire d'Ingénieur, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, 63p.

Roiron A., 1991. Vers une meilleure connaissance de la composition anatomique des lapins. *Cuniculture*, 18 (3), 147-149.

Roiron A., Ouhayoun J., Delmas D., 1992. Effet du poids et de l'âge à l'abattage sur la carcasse et la viande du lapin. *Cuniculture*, 19 (3), 143-146.

Rogalska et al, 1990. Cité par Gallois M., 2006.

Rouvier R., 1978. Génétique des souches de lapin dans les journées d'étude sur le lapin, animal de laboratoire. CNRS, INRA, centre de sélection et d'élevage d'animaux de laboratoire, Mai 1978, Orléan.



Rouvier R., 1980. Génétique du lapin (*Oryctolagus Cuniculus*). Introduction à la session génétique. Congrès mondial de cuniculture, Barcelone 15-18 Avril 1980.

S

Saidj D., 2006. Performances de reproduction et paramètres génétiques d'une lignée maternelle d'une population de lapin local sélectionné en G0. Mémoire de Magistère, Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire, 106 p.

Samoggia R., 1987. Cité Benrais et Chibani, 2004. Esigen ji sioclimatiche dei conigli nell'allevamento in tensivo. *Coniglicoltura*, 24, (5), 20-24.

Saoudi N., 2008. Etude de la coccidiose dans les élevages de lapin de la région de Béjaia. Projet de fin d'étude, Faculté de Biologie et Agro-Vétérinaire, Université de Blida, 62 p.

Scholaut W., 1982. L'alimentation du lapin. Département de nutrition alimentaire. Roche Basel, Edt, Service d'information.

Sidossis L.S., Wolfe R.R., 1996. Glucose and insulin-induced inhibition of fatty acid oxidation: the glucose fatty acid cycle reversed. *An. J. Physiol.*, 33, 733-738.

Sillence M.N., 1996. Evaluation of new technologies for the improvement of nitrogen utilization in ruminants. In: Kornegay E.T. (ed), Nutrient management of food animals to enhance and protect the environment, 105-133.

Snipes R.L., Clauss W., Weber A., Hornicheh., 1982. Structural and functional differences in various divisions of the rabbit colon. *Cell.Tissue. Res.* 225: 331-346.

T

Torres C., Baselga M., Gomez E., 1992. Effect of weight daily gain selection on gross feed efficiency in rabbits. 5th World Rabbit Congress, Corvallis (USA), 2, 884-888.

Tudella F., Lebas F., 2006. Modalités du rationnement des lapins en engraissement : effet du mode de distribution de la ration quotidienne sur la vitesse de croissance.

Cuniculture magazine, V (33), p, 21-27.



U Ulbadi et al, 1982. Cité par Chiericato G. M., Rizzi C., Ravarotto L., Zakaria H. 2000. Circulating levels of metabolites, enzymes and minerals of Grimaud Female rabbits from weaning To 120 Days of Age.

V Vézinhét A., Prud'hon M., 1975. Evolution of various adipose deposits in growing rabbit and and sheep. *Anim.Prod.*, 20, 363-370.

W Wakata N., Kawamura Y., Kobayashi M., Araki Y., Kinoshita M., 1990. Histochemical and biochemical studies on the red and white muscle in rabbit. *Anim.Biochim.Biophys*, 11, 669-679.

X Xiccato G., 1996. Nutrition of lacting does. 6th *Word Rabbit Congress, Toulouse, France 1996*, Vol 1, pp, 29-47.

Y Yamani K.A., Ayyat M.S., Rashwan A.A., Abdalla M.A. 1994. Additional energy supplements in the diet fattening rabbits. *Options Méditerranéennes*, 223-231.

Z Zerrouki N., Bolet G., Berchiche M., Lebas F. 2001. Caractérisation d'une population locale de lapins en Algérie: Performances de reproduction des lapines. 9^{ème} *Journ. Rech. Cunicole Paris* , 28-29 Nov, 163-166.

Zerrouki N., Bolet G., Berchiche M., Lebas F., 2005a. Evaluation of breeding performance of a local Algerian rabbit population raised in the Tizi-Ouzou area (Kabylia). *World Rabbit Sci.*, 13, 29 – 37.



Références bibliographiques

Zerrouki N., Lebas F., Berchiche M., Bolet G., 2005b. Evaluation of milk of a local Algerian rabbit population raised in the Tiziouzou area (Kabylia). *World Rabbit Sci.*, 13, 39-47.

Zerrouki N. Kadi S.A., Lebas F., Bolet G., 2007. Characterisation of a Kabyle population of rabbits in Algeria: birth to weaning growth performance. *World Rabbit Sci.* 2007, 15: 111 – 1.

Zerrouki N., Lebas F., Davoust C., Corrent E., 2008. Effect of mineral blocks addition on fattening rabbit performance. 9th World Rabbit Congress, June 10-13, 2008 – Verona – Italy, session, *Nutrition and Digestive Physiology*, 853-857.



Annexes

ANNEXE 1

PHOTO 1



Extérieur du bâtiment

PHOTO 2



Intérieur du bâtiment

PHOTO 3



Cage d'engraissement

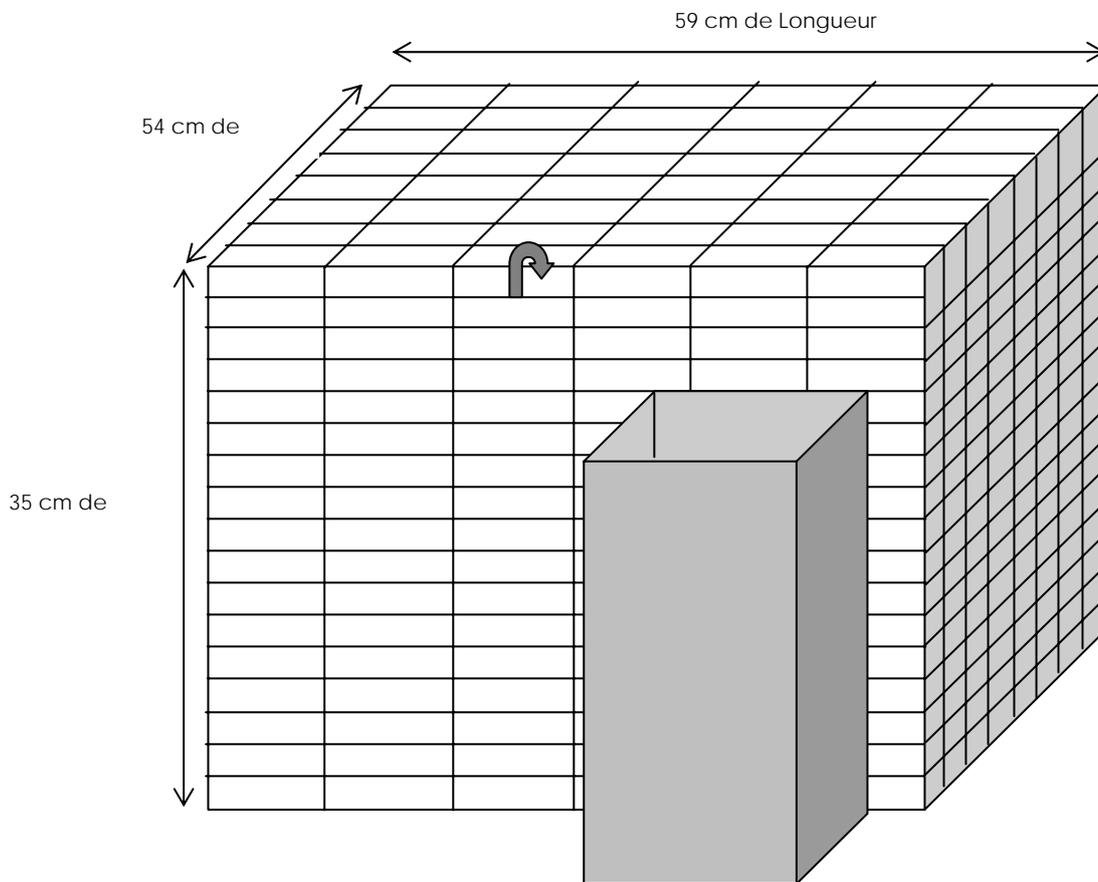
PHOTO 4



Dispositif pour le bilan digestif

ANNEXE 2

SCHEMA 1



La Cage



ANNEXE 3

PHOTO 5



Phénotype Fauve

PHOTO 6



Phénotype Noir et Blanc

PHOTO 7



Phénotype Marron et Blanc

PHOTO 8



Phénotype Gris

PHOTO 9



Phénotype Noir

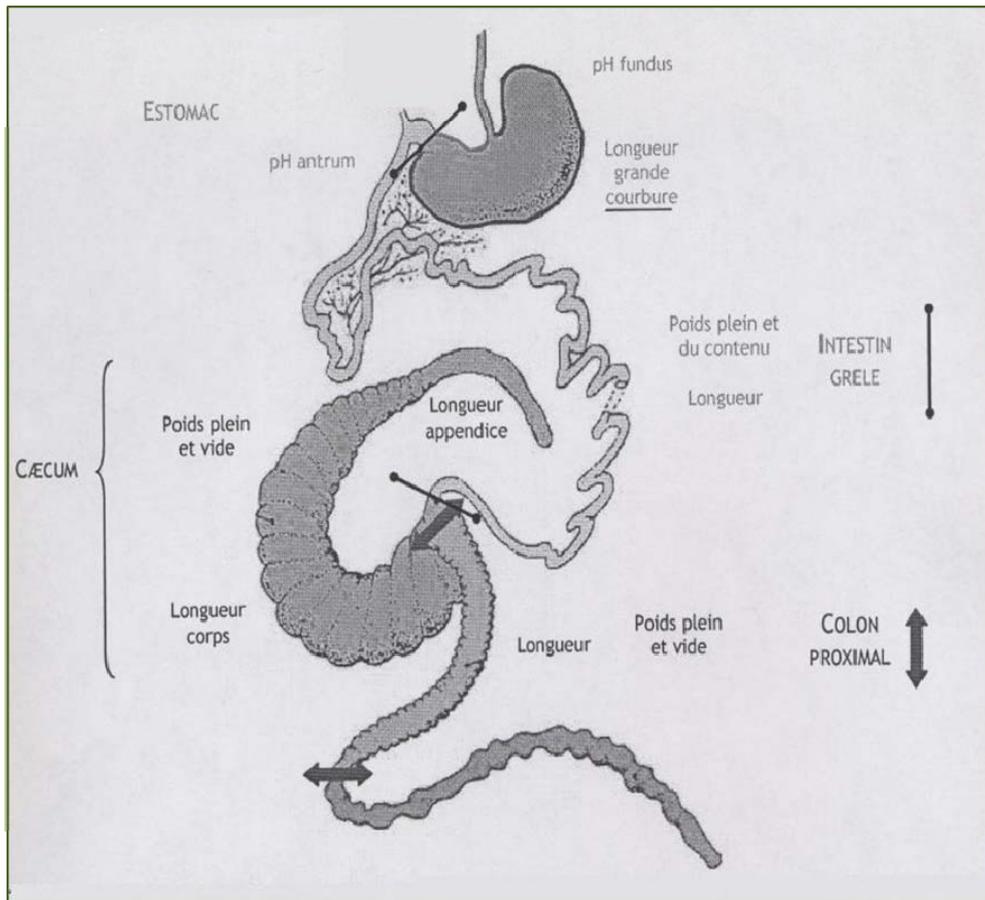
PHOTO 10



Lapin blanc



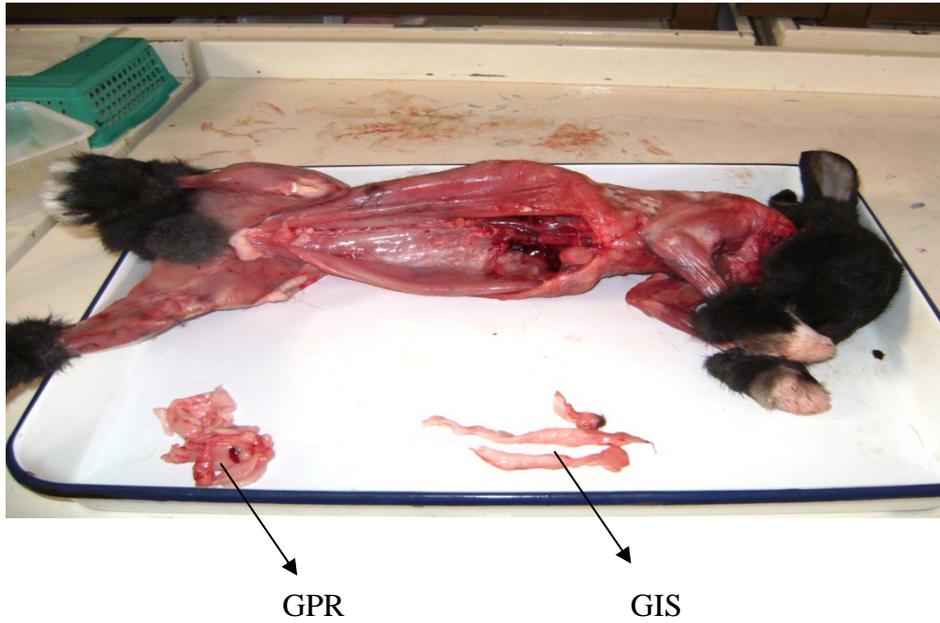
ANNEXE 4





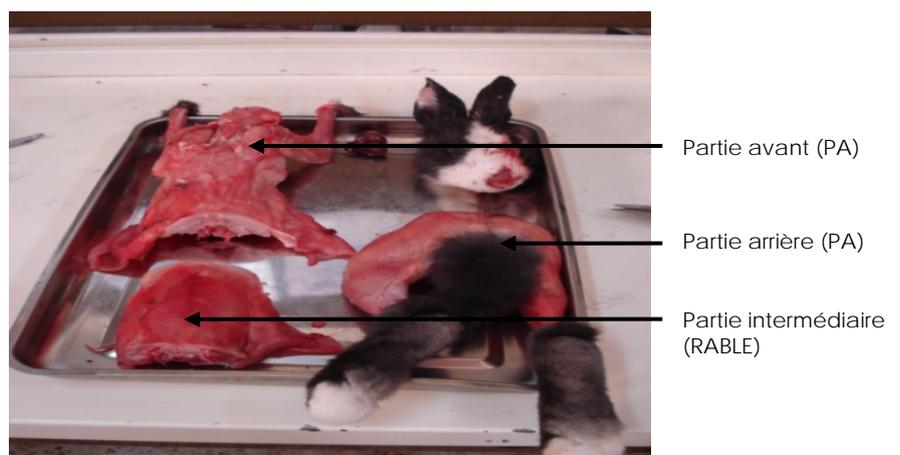
ANNEXE 5

PHOTO 11



Carcasse froide du lapin, gras périrénal (GPR) et gras interscapulaire (GIS)

PHOTO 12

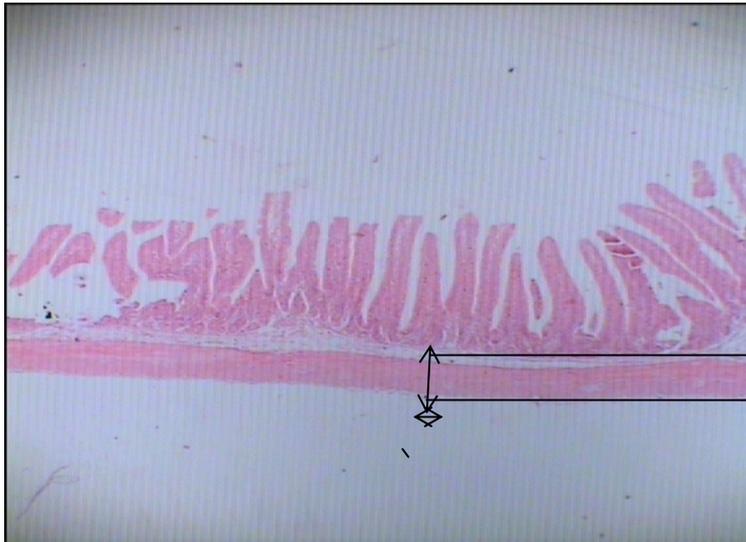


Decoupe de la carcasse



ANNEXE 6

PHOTO 13



→ Hauteur

→ Largeur