

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Université Abdelhamid Ibn
Badis-Mostaganem
Faculté des Sciences de la
Nature et de la Vie



جامعة عبد الحميد ابن
باديس-مسغانم
كلية العلوم الطبيعية والحياة

DEPARTEMENT D'AGRONOMIE

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par :

Mlle BELAID Chaima et Mme NOUAR Hind

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER SCIENCES AGRONOMIQUES

Spécialité : Production Animale

Thème

Introduction des bactéries lactiques autochtones à effet probiotique
dans l'alimentation de lapin local

Soutenu publiquement le 09 /12/2024

Devant le jury			
Président	M. BOUZOUINA Mohamed	Professeur	UNIV. Mostaganem
Examineur	M. BENABDELMOUMENE Djilali	MCA	UNIV. Mostaganem
Encadrante	Mlle HOMRANI Mounia	MCB	UNIV. Mostaganem
Co-encadrant (1)	M. DAHOU Abdelkader Elamine	MCA	UNIV. Mostaganem
Co-encadrante (2)	Mme TAHLAITI Hafida	MCA	UNIV. Mostaganem
Représentant Incumab			
Représentant Socio-économique	M. REZIGUI Omar	Docteur	Institut Technique Des Elevages

La thématique a été réalisée au niveau du Laboratoire de Recherche en Sciences et Techniques de
Productions Animales Université-Mostaganem

Projet soutenu dans le cadre de l'arrêté 1275

Année universitaire : 2023/2024



Remerciements

En premier lieu, nous tenons à remercier notre **Dieu**, notre créateur pour nous avoir donné la force pour accomplir ce travail

Nous exprimons nos profonds remerciements et nos vives reconnaissances à **Dre HOMRANI Mounia** Enseignante à l'université de Mostaganem pour avoir accepté de diriger et de réaliser ce travail.

Nous vous remercions pour votre confiance, votre soutien et votre disponibilité. Vos qualités morales, intellectuelles et surtout votre intérêt pour la science forcent le respect et l'admiration

Nous tenons à remercier également **M. HOMRANI** pour le temps qu'il a consacré et pour les précieuses informations.

Nous adressons aussi nos vifs remerciements au Professeur **Bouzouina Mohamed**, Président du jury, et le **Dr. Benabdelmoumene Djilali** Examineur, **Dr Dahou Amine** et **Dre Tahalaiti Hafida**, Co encadrants et **Dr Rezigui Omar** représentant le secteur socioéconomique, pour avoir accepté d'évaluer ce travail. Nous leur exprimons notre gratitude pour leur disponibilité et leur expertise.

Nos remerciements vont à tout le **personnel académique** que nous avons contacté durant la réalisation de notre mémoire.

Nous adressons par la même occasion nos remerciements à **Dr DAHOÛ Amine**, qui n'a épargné ni temps ni effort pour avancer dans notre projet et pour répondre à nos questions.

Nous souhaitons également exprimer notre gratitude à **M. Djilali Benabdelmoumene**, Directeur du laboratoire « Physiologie Animale et Appliquée (LPAA) », de nous avoir permis de travailler au sein de son laboratoire.

Nous ne pouvons pas oublier de remercier le **personnel de la ferme agricole ITA** pour leur soutien inconditionnel, nous tenons à exprimer nos remerciements aux membres du Laboratoire de Recherche en Sciences et Techniques de Production Animale de l'Université-Mostaganem.

Enfin, nous souhaitons adresser nos remerciements chaleureux à tous les **enseignants** de département d'agronomie.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

Aux deux personnes qui comptent le plus pour moi, à ceux qui m'ont soutenu tout le long de ma vie et de mes études, à mes chers parents.

Que Dieu leur procure bonne santé et longue vie.

Ma vie entière serait insuffisante pour vous exprimer ma profonde gratitude. Que Dieu vous bénisse et vous protège.

A mes chers frères **Ahmed** et **Nasro** et **Fares** et ma sœur **Ahlem**

A mon époux **Yacine** qui m'a aidé dans mon parcours académique

A mon amie et ma sœur **Chaima** qui est avec qui j'ai partagée des moments inoubliables et grâce à elle j'ai compris c'est quoi la vraie amitié

A toute la famille **NOUAR** et **BENMELOUKA**

NOUAR Hind

Dédicaces

Louange à dieu seul

Ce modeste travail est dédié spécialement

À ma chère Maman, ma raison de vivre, en témoignage de la reconnaissance pour sa patience, son sacrifice

À mon cher Papa pour son amour et son dévouement

À vous, mes parents, je dis merci d'avoir fait de moi celui que je suis aujourd'hui

Aucune dédicace ne pourra exprimer mes respects, mes considérations et ma grande admiration pour vous. Puisse ce travail vous témoigne mon affection et mon profond amour

À mes chères sœurs FATIMA et HAIFA et à mes chers frères BADREDDINE et YACINE qui je sais, ma réussite est très importante à leurs yeux. Que dieu vous garde pour moi.

À vous, mes princesses et mes princes je souhaite une vie pleine de bonheur, de joie et de réussite

À celui qui m'a indiqué la bonne voie en me rappelant que les self-made-mans et les déterminés finiront toujours par réussir leur vie, à moi-même

À mes amis, mes enseignants et pour ceux qui m'ont donné de l'aide un jour, que dieu vous paye pour tous vos bienfaits.

Pour finir, à tous ceux que j'aime et qui m'aiment, je dédie ce mémoire

BELAIDI CHAIMA

Résumé

La présente étude vise à évaluer les effets de *Lactobacillus plantarum*, isolé de blé fermenté traditionnellement « hamoum », sur la productivité et la santé des lapins locaux. Vingt-quatre lapins ont été répartis en trois groupes : un groupe témoin (T) et deux groupes expérimentaux (A et B), recevant respectivement 1×10^6 et 2×10^6 UFC/ml de probiotique par gavage pendant cinq semaines. Les paramètres zootechniques (gain moyen quotidien, indice de consommation, rendement de la carcasse), le taux de mortalité, ainsi que les paramètres biochimiques (cholestérol, créatinine, glucose, urée) et hématologiques (leucocytes, plaquettes, érythrocytes) ont été examinés. La qualité nutritionnelle et sensorielle de la viande a également été étudiée. Les résultats montrent que l'administration de *Lactobacillus plantarum* a permis des améliorations significatives du gain moyen quotidien, particulièrement dans le groupe A (1×10^6 UFC/ml), et une meilleure efficacité de l'indice de consommation. Le groupe B (2×10^6 UFC/ml) a enregistré un rendement de carcasse supérieur, accompagné d'une augmentation des leucocytes et des plaquettes, reflétant un renforcement immunitaire. Par ailleurs, une baisse du cholestérol sanguin et une hausse de la teneur en protéines de la viande ont été observées. Les analyses sensorielles confirment une amélioration de la qualité organoleptique, notamment en termes de tendreté et de saveur. En conclusion, cette étude illustre le potentiel de *Lactobacillus plantarum* en tant que complément probiotique pour améliorer la productivité, la qualité de la viande et la santé des lapins locaux. L'utilisation de souches autochtones pourrait représenter un atout majeur pour des projets de startups, valorisant les ressources locales et contribuant à des pratiques d'élevage plus durables et performantes.

Mots clés : *Lactobacillus plantarum*, lapins locaux, complément probiotique, rendement de carcasse, qualité de la viande.

Abstract

This study aims to evaluate the effects of *Lactobacillus plantarum*, isolated from wheat-based *h'moum*, on the productivity and health of local rabbits through a probiotic supplement. Twenty-four rabbits were divided into three groups : a control group (T) and two experimental groups (A and B), receiving 1×10^6 and 2×10^6 CFU/ml of probiotic by gavage, respectively, for five weeks. Zootechnical parameters (average daily gain, feed conversion ratio, carcass yield) and effects on biochemical (cholesterol, creatinine, glucose) and hematological parameters (leukocytes and platelets) were studied. Results showed that rabbits receiving higher concentrations of *Lactobacillus plantarum* exhibited improvements in ADG, particularly in group A (1×10^6 CFU/ml), as well as better feed efficiency. Regarding meat quality, an increase in carcass yield was observed in group B (2×10^6 CFU/ml), along with enhanced immune responses, reflected by increases in leukocytes and platelets. Additionally, blood cholesterol levels decreased, suggesting a beneficial effect on cardiovascular health. A sensory test also revealed improved organoleptic quality of the meat, particularly in tenderness and flavor. In conclusion, this study demonstrates that administering *Lactobacillus plantarum* in the form of a probiotic supplement can improve the productivity, meat quality, and health of local rabbits. This approach, based on indigenous strains, could represent a valuable asset for startup projects, leveraging local resources to enhance the performance of local rabbit farming.

: *Lactobacillus plantarum*, local rabbits, probiotic supplement, carcass yield, meat quality.

ملخص

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم تأثير العصيات اللبنية الأخصوية ، المعزولة من "الحموم" المصنوع من القمح، على إنتاجية وصحة الأرانب المحلية من خلال مكمل بروبيوتيك. تم تقسيم أربع وعشرين أرنبًا إلى ثلاث مجموعات : مجموعة ضابطة (ت) ومجموعتين تجريبيتين (أ وب) ، تلقنا (1×10^6) و (2×10^6) وحدة تكوين مستعمرات/مل من البروبيوتيك عن طريق التغذية القسرية، على التوالي، لمدة خمسة أسابيع. تم دراسة المعايير الزوتكنيكية (متوسط الزيادة اليومية، معامل تحويل العلف، العائد الذبحي) وتأثيرات البروبيوتيك على المؤشرات البيوكيميائية (الكوليسترول، الكرياتينين، الجلوكوز) والدموية (خلايا الدم البيضاء والصفائح الدموية). أظهرت النتائج أن الأرانب التي تلقت تركيزات أعلى من العصيات اللبنية الأخصوية أظهرت تحسناً في الزيادة اليومية، خاصة في المجموعة أ (1×10^6) وحدة تكوين مستعمرات/مل، بالإضافة إلى تحسين كفاءة العلف. فيما يخص جودة اللحوم، لوحظت زيادة في العائد الذبحي في المجموعة ب (2×10^6) وحدة تكوين مستعمرات/مل، إلى جانب تعزيز الاستجابات المناعية، والتي انعكست بزيادة في خلايا الدم البيضاء والصفائح الدموية. علاوة على ذلك، انخفضت مستويات الكوليسترول في الدم، مما يشير إلى تأثير مفيد على صحة القلب والأوعية الدموية. كما كشف اختبار التدفق عن تحسن في الجودة الحسية للحوم، لا سيما في الطراوة والنكهة. في الختام، تُظهر هذه الدراسة أن استخدام العصيات اللبنية الأخصوية كمكمل بروبيوتيك يمكن أن يحسن إنتاجية وجودة اللحوم وصحة الأرانب المحلية. يمثل هذا النهج، القائم على السلالات المحلية، ميزة قيمة لمشاريع ناشئة، تعتمد على الموارد المحلية لتعزيز أداء تربية الأرانب.

Liste des abréviations

BL : Bactérie Lactique

Cm : Centimètre

FAO : Organisation pour l'alimentation et l'agriculture

GMQ : Gain moyen quotidien

GP : Gain de poids

H : Heure

I.P : Index de production

IC : Indice de consommation

Kcal : kilocalorie

Kg : Kilogramme

Lb : *Lactobacillus*

m² : Mètre carré

MG : Matière grasse

MP : Matière première

MS : Matière sèche

Pa : poids à l'abattage

PCC : poids de la carcasse chaude

PCF : poids de la carcasse froide

PF : poids du foie

PGI : poids du gras interscapul

PGP : poids du gras périrénal

pH : Potentiel hydrogène

Pi : poids initial

PP : poids de la peau

Ppm : Partie par million

PTDP : poids du tube digestif plein

PV : Poids vif

PVf : poids vif final

PVi : poids vif initial

RC : rendement de carcasse

TM : Taux de mortalité

UI : Unité internationale

RC : rendement de carcasse

TM : Taux de mortalité

Liste des tableaux

Tableau 1 : Besoins du lapin en principaux minéraux et vitamines (Source : Fielding (1993)).....	10
Tableau 2 : Répartition du genre <i>Lactobacillus</i> (Axelsson, 2004).....	19
Tableau 3 Principaux critères de sélection des probiotiques (Ouwehand <i>et al</i> , 2002)	22
Tableau 4 : Analyse physicochimique de l'aliment.....	44
Tableau 5 Effet de l'ajout de <i>Lb. plantarum</i> sur la mortalité et la morbidité des lapereaux locaux.	45
Tableau 6 : Résultats de l'effet de l'ingestion de <i>Lb plantarum</i> sur le poids vif des lapereaux	47
Tableau 7 : Résultats du rendement de la carcasse.....	52
Tableau 8 : Paramètres hématologiques et biochimiques des lapins locaux.....	55
Tableau 9 : Résultats de l'analyse de qualité nutritionnelle de la viande de lapin	57
Tableau 10 : Résultats du dénombrement de BL dans le contenu caecale	58

Liste de figures

Figure 1 : Le lapin kabyle (source : Farsi, 2016)	6
Figure 2 : Courbe de croissance du lapin (Gidenne, 2006).....	11
Figure 3 Plan de la zone de l'expérience (Google earth).....	29
Figure 4 Les cages d'engraissement avec abreuvoir et mangeoire.....	
Figure 5 Etiquette aliment	31
Figure 6 : le bâtiment d'élevage à l'intérieur et l'extérieur	32
Figure 7 : administration des probiotique par gavage.....	33
Figure 8 les tubes Héparinés et EDTA.....	35
Figure 9 : Photo de l'abatage	35
Figure 10 : dilutions décimales d'une solution	37
Figure 11 : Détermination du potentiel d'hydrogène (pH)	37
Figure 12 Détermination de la teneur en matière sèche	38
Figure 13 : Dosage de lipides totaux (Soxhlet, 1879)	40
Figure 14 : Caractérisation morphologique qualitative des lapins.....	44
Figure 15 : symptômes de maladie	46
Figure 16 : Effet de l'ajout de <i>Lb. plantarum</i> sur le poids vif des lapereaux en fonction de l'âge.....	47
Figure 17 : courbe effet de l'ajout de probiotique sur la croissance des lapereaux	49
Figure 18 : Effet de l'ajout de probiotique sur l'indice de consommation des lapereaux	50
Figure 19 : Dénombrement des bactéries lactiques sur milieu GN à partir du contenu cæcal chez les lapins alimentés avec <i>Lb. plantarum</i>	58
Figure 20 Résultats de l'analyse sensorielle de la viande de lapin.	60
Figure 21 accessoire en fourrure de lapin pochette et porte-monnaie.....	61

Table des matières

Liste des Tableaux	
Liste des Figures.....	
Liste des abréviations.....	
Introduction.....	
Partie I : Synthèse bibliographique	
Chapitre I : Elevage cunicole "diversité, containte et pratique"	
I-1- Introduction à la cuniculture.....	3
I -2- Les systèmes d'élevage en cuniculture dans le monde.....	3
I -2-1- Cuniculture traditionnelle.....	3
I -2-2- Cuniculture intermédiaire.....	3
I -2-3- Cuniculture rationnelle (commerciale).....	4
I -2-4- Cuniculture biologique.....	4
I-3- Les races cunicoles dans le monde.....	4
I-4- Situation de l'élevage cunicole en Algérie.....	5
I-4-1- Systèmes d'élevage cunicole en Algérie.....	5
I-4-2- Cheptel cunicole en Algérie.....	5
I-4-3- Contraintes de l'élevage cunicole en Algérie.....	6
I-5- Appareil digestif du lapin et processus de digestion.....	7
I-5-1- Rappels de l'anatomie de l'appareil digestif.....	7
1-5-2- Physiologie digestive.....	7
1-5-2-1- Pratique de la cæcotrophie.....	7
1-5-2-2- Microbiote intestinal.....	7
I-5-3- Pathologie digestive chez le lapin.....	8
1-5-3-1- Symptômes et évolution des troubles digestifs.....	8
1-5-3-2- Facteurs contribuant aux troubles digestifs.....	8
I-6- Besoins Nutritionnels.....	9
I -6-1- Besoins en Eau.....	9
I -6-2- Besoins en Énergie et en Cellulose.....	9
I -6-3- Besoins en Protéines et Acides Aminés.....	9
I -6-4- Besoins en Vitamines et en Minéraux.....	10
I -7- Logement.....	10
I -7-1- Cages.....	10
I-8- Evaluation des performances de croissance.....	11
I-8-1- La croissance post-sevrage.....	11
I-8-2- La vitesse de croissance.....	12
1-8-3- Mode d'expression de la croissance.....	12
I-8-4- Facteurs influençant la croissance.....	12
I-9- Caractéristiques de la Carcasse de Lapin.....	13
I-9-1- Définition de la Carcasse.....	13

I-9-2- Types de Carcasse	13
I -10-1- La composition de la viande	14
I -10-2- La qualité de la viande	14
I -10-3- La qualité organoleptique	14
I -10-4- La qualité nutritionnelle et diététique	15
Chapitre II : Bactérie lactique probiotique en élevage cunicole	
II -1 Les bactéries lactiques	17
II-1-1- Description	17
II-1-2- Le genre <i>Lactobacillus</i>	17
II- 2- Les probiotique	19
II -2-1 Définition des probiotiques.....	19
II -2-2- Les critères de sélection des probiotiques	20
II -2-2-1- Résistance à l'acidité gastrique	20
II -2-2-2- Résistance aux sels biliaires	20
II -2-2-3- Adhésion aux cellules épithéliales	20
II -2-2-4- Production de substances antimicrobiennes	20
II -2-2-5- Résistances aux antibiotiques.....	21
II-3- Mécanisme d'action des probiotiques	21
II-4- Applications des probiotiques.....	22
II-5- Utilisation des Probiotiques chez les Animaux d'Élevage	23
II -6- Effets bénéfiques des bactéries lactiques sur le lapin.....	23
II-6-1- Effets sur l'état de santé et le microbiote gastro-intestinal	23
II-6-2- Effets sur la performance de croissance	24
II-6-3- Effets sur la qualité de la carcasse et de la viande	24
Partie II : Etude Expérimentale	
Chapitre III : Problématique et objectifs	
Chapitre IV : Matériel et Méthodes	
IV-1- Cadre de l'étude	29
IV-2- Matériel	29
IV-2-1- Le bâtiment	29
IV-2-2- Les cages	29
IV-2-3- Le matériel biologique	30
IV-2-3-1- La souche probiotique.....	30
IV-2-3-2- Les animaux.....	30
IV-2-3-3- L'alimentation.....	30
IV-2-5- Autre matériel	31
IV-3- Méthodes	31
IV-3-1- Analyse chimique de l'aliment	31

IV-3-2- Préparation de la souche probiotique	31
IV-3-3- Préparation du bâtiment d'élevage.....	31
□ IV-3-4- Répartition des lots et protocole expérimentale.....	32
IV-3-5- Mortalité et morbidité	33
IV-3-6- Evaluation des paramètres Zootechniques	34
IV-3-6-1- Consommation quotidienne (C.M.Q) en g/j	34
IV-3-6-2- Vitesse de croissance (G.M.Q) en g/j	34
IV-3-6-3- Indice de consommation (I.C)	34
IV-3-7- Evaluation des paramètres sanguins	34
IV-3-8- Evaluation du rendement à l'Abattage	35
IV-3-8-1- Préparation de la Carcasse	35
IV-3-8-2- Mesures des Caractéristiques de la Carcasse.....	36
IV-3-8-3- Calcul des Performances à l'Abattage.....	36
IV-3-9- Dénombrement de la flore lactique dans le contenu intestinal	36
IV-3-10- Evaluation de la qualité de la viande	37
IV-3-10-1- Qualité nutritionnelle	37
IV-3-10-1-1- Détermination du potentiel d'hydrogène (pH)	37
IV-3-10-1-2- Détermination de la teneur en matière sèche (AFNOR ; 1985)	37
IV-3-10-1-3- Détermination de la teneur en matière minérale (AFNOR ; 1985)	38
IV-3-10-1-4- Dosage des protéines par la méthode de KJELDAHL	38
IV-3-10-1-1- Dosage de lipides totaux (Soxhlet, 1879).....	39
IV-4Le recyclage de la peau de lapin.....	41
IV-4-Analyses statistiques	41
Chapitre V : Résultats et discussion	
V-1- Caractérisation morphologique qualitative.....	43
V-2- Analyse physicochimique de l'aliment.....	44
V-3- Mortalité et morbidité	45
V-4- Evaluation des performances zootechniques	46
V-5- Rendement de la carcasse	51
V-6- Les analyses des paramètres hématologique des lapins	53
V-7- Qualité de la viande	55
V-8- Dénombrement de la flore lactique.....	57
V-9- Analyse sensorielle	58
IV-Recyclage de la peau.....	61
Conclusion.....	63
Références	
Annexes	

Introduction

L'élevage cunicole, joue un rôle important dans l'industrie agroalimentaire en raison de sa capacité à produire de la viande maigre de haute qualité avec un faible impact environnemental (**Trocino et Xiccato, 2006**). Appréciée pour sa teneur élevée en protéines, sa faible teneur en matières grasses et sa richesse en acides gras insaturés, la viande de lapin est bénéfique pour la santé humaine. Ce type d'élevage est particulièrement avantageux dans les régions à ressources limitées, grâce à l'efficacité élevée de conversion alimentaire du lapin, son cycle de reproduction rapide et sa production continue, qui permettent une rentabilité même dans des conditions modestes (**Trocino et al., 2013**).

En Algérie, comme dans d'autres pays méditerranéens, l'élevage cunicole répond aux besoins croissants en protéines animales. Pour maximiser la productivité, les éleveurs doivent viser un rendement en carcasse élevé et une qualité optimale de viande, caractérisée par une structure musculaire dense et un faible niveau de graisse intramusculaire, favorable à la tendreté et à la valeur nutritive pour les consommateurs (**Safwat et al., 2015**).

Dans cette perspective, l'utilisation de probiotiques, tels que les bactéries lactiques, apparaît comme une alternative prometteuse aux antibiotiques promoteurs de croissance, interdits en raison de leurs risques pour la santé publique. Les probiotiques favorisent la santé intestinale des lapins en équilibrant leur microbiote, ce qui améliore l'absorption des nutriments, favorise la croissance musculaire et, en conséquence, optimise le rendement en carcasse (**Ahmed et al., 2019**).

Cette étude vise ainsi à évaluer l'impact des bactéries lactiques autochtones à effet probiotique sur le rendement de la carcasse et les performances zootechniques des lapins locaux en Algérie. Ce mémoire est organisé de la manière suivante :

- **Chapitre 1** : Exploration des pratiques actuelles de l'élevage cunicole dans le monde et en Algérie.
- **Chapitre 2** : Présentation des probiotiques, avec un accent sur les bactéries lactiques et leurs effets sur la santé et la croissance des lapins.
- **Chapitre 3** : Présentation de la problématique et des objectifs
- **Chapitre 4** : Matériel et méthodes, incluant les protocoles expérimentaux et les outils d'analyse statistique.
- **Chapitre 5** : Résultats et discussion concernant les effets des probiotiques sur le rendement de la carcasse et la qualité de la viande.
- **Conclusion** : Résumé des principaux résultats et perspectives pour le développement de l'élevage cunicole en Algérie.

Partie I :

Synthèse bibliographique

Chapitre I :
Élevage cunicole :
Diversité, Contraintes et
Pratiques".

I-1- Introduction à la cuniculture

La cuniculture a connu une rationalisation importante dans les années soixante-dix, notamment en France, grâce à des recherches menées par l'INRA sur la production de lapins (**Larbi, 2016**). Cette période a marqué le début du développement de l'élevage intensif, avec la création d'élevages spécialisés pouvant accueillir plusieurs centaines de lapines mères. Contrairement à l'élevage traditionnel, où les lapins servaient de source de revenus complémentaire, la cuniculture est désormais souvent l'activité principale des exploitations d'élevage rationnel (**Lebas, 2010**).

Bien que la viande de lapin soit peu consommée dans le monde, elle offre des avantages nutritionnels par rapport à celle du bœuf ou d'autres espèces, notamment un rapport élevé protéines/énergie (**Combes et Dalle Zotte, 2005**). En Algérie, les productions animales se diversifient, mais restent insuffisantes pour répondre aux besoins en protéines. En effet, la consommation moyenne de protéines animales par habitant est d'environ 16,5 g par jour, alors que la norme recommandée est de 35 g (**Berchiche et Kadi, 2002**).

Le lapin est capable de convertir efficacement les protéines végétales en protéines animales de haute valeur biologique, récupérant jusqu'à 20 % des protéines alimentaires absorbées (**Dalle Zotte, 2014**). Cette espèce, de petite taille, nécessite peu d'investissements (achat initial et construction), ce qui la rend accessible à des populations comme les familles, même celles avec peu de force physique, comme les femmes, les enfants et les personnes âgées.

I -2- Les systèmes d'élevage en cuniculture dans le monde

I -2-1- Cuniculture traditionnelle

Elle est constituée par des élevages de petites tailles (moins de 8 femelles) utilisant des méthodes extensives. L'alimentation est de type fermier et la plupart des animaux produits sont destinés à l'autoconsommation. Il assure un apport protéique non négligeable. Également, il peut valoriser un grand nombre de déchets ménagers et de sous-produits inutilisables. Les lapins des élevages traditionnels sont caractérisés par des performances zootechniques modestes. Certes, ces animaux sont de plus en plus rares sur le marché en raison de la disparition des élevages traditionnels (**Lebas, 2009**).

I -2-2- Cuniculture intermédiaire

Dans ce type de cuniculture, les tailles d'élevage varient de 8 à 100 femelles. Ces élevages utilisent des méthodes semi-intensives. L'alimentation est complétée avec un aliment industriel. Ce type

d'élevage se trouve aussi bien en milieu rural qu'en milieu périurbain, voire nettement urbain (Cherfaoui, 2015).

I-2-3- Cuniculture rationnelle (commerciale)

Elle est composée d'élevages de grande taille (plus de 100 femelles) utilisant des techniques rationnelles. L'alimentation est constituée d'aliment composé industriel. Les élevages commerciaux sont des élevages tournés vers la vente de la quasi-totalité de la production. La conduite d'élevage adopté est rationnelle. Les lapins sont logés dans des cages à l'intérieur de bâtiments clos, éclairés et ventilés, ils sont chauffés en hiver et refroidis en l'été (Cherfaoui, 2015).

I-2-4- Cuniculture biologique

Ces systèmes de production cunicole sont généralement de petite taille (environ 40-60 femelles reproductrices) et conduits selon un rythme de reproduction extensif (80-90 jours d'intervalle entre deux mises-bas). Cela rend le système beaucoup moins productif (20 lapins/femelle/an). Les systèmes de production cunicole biologiques mettent en œuvre la plupart des principes agroécologiques.

Les lapins généralement de race rustique, sont élevés en plein air dans des cages mobiles sur des prairies plurispécifiques non fertilisées. Les cages sont déplacées chaque jour pour fournir de l'herbe fraîche aux animaux, ce qui limite le contact avec leurs excréments et réduit ainsi l'infestation parasitaire (coccidies). Outre le pâturage, l'alimentation des animaux est principalement composée de fourrages secs et d'un mélange de céréales et de protéagineux cultivés en association, éventuellement complétés par des aliments granulés complets biologiques du commerce (Lebas, 2002 ; Fortun-Lamothe *et al.*, 2013).

I-3- Les races cunicoles dans le monde

Les races de lapins sont classées en fonction de leur format et de la nature de leur poil (Hanne, 2011). Selon leur format, elles se répartissent en quatre grandes catégories :

I-3-1- Races géantes

Ces races, de grand format, ont un potentiel de croissance élevé, atteignant généralement un poids adulte de 6 à 8 kg. Elles sont prêtes pour la reproduction vers 5 à 6 mois. Parmi les races géantes, on retrouve le Géant Anglais, le Géant Blanc, le Géant des Flandres, le Géant Papillon, et le Bélier Français.

I-3-2- Races moyennes

Bien adaptées à la vie en cage en raison de leur conformation, ces races atteignent un poids adulte de 4 à 5 kg. Avec une vitesse de croissance élevée et un bon développement musculaire, les reproducteurs de races moyennes peuvent être accouplés vers 4 à 5 mois. Exemples de races moyennes : la Fauve de Bourgogne, le Néo-Zélandais, le Californien et l'Argenté de Champagne. Elles sont également prolifiques et dotées de bonnes aptitudes maternelles.

I-3-3- Petites races

Les petites races, d'un poids adulte de 2 à 3 kg, se distinguent par un développement corporel précoce, ce qui leur permet d'atteindre rapidement l'âge adulte (3 à 5 mois). Elles possèdent des besoins alimentaires réduits et produisent une chair fine et de qualité. Parmi elles figurent la Havane, l'Argenté Anglais, le Papillon Anglais, le Rex, et le Petit Chinchilla.

I-3-4- Races très petites

Avec un poids adulte d'environ 1 kg, ces races se caractérisent par une faible prolificité et une croissance lente. Elles sont souvent utilisées pour des sélections sportives ou des besoins expérimentaux. Exemples : le Bélier Nain et le Nain Angora.

1-4- Situation de l'élevage cunicole en Algérie

I-4-1- Systèmes d'élevage cunicole en Algérie

En Algérie, deux types d'élevage cunicole existent :

- **Système traditionnel** : Ce type d'élevage, principalement familial et rural, comprend de petites unités de 5 à 20 lapines, destinées majoritairement à l'autoconsommation. Les excédents sont parfois vendus, apportant un revenu supplémentaire aux familles, souvent géré par des femmes au foyer (Farsi, 2016).

- **Système rationnel** : Introduit dans les années 1980 avec le soutien public, ce système utilise des hybrides importés, bien que l'adaptation au climat et à l'alimentation locale reste difficile. Les élevages rationnels produisent en moyenne 30 à 35 lapins par femelle et par an, malgré une mortalité élevée des jeunes (Berchiche, 1992 ; Nezar, 2007).

I-4-2- Cheptel cunicole en Algérie

En Algérie, trois principaux types génétiques sont observés :

I-4-2-1-Population locale algérienne

Adaptée aux conditions climatiques locales, cette population présente une faible prolificité et un poids modeste. Divers phénotypes existent, le fauve étant le plus commun. Elle est issue d'un mélange de races importées depuis les années 1970, incluant le Fauve de Bourgogne, le Néo-Zélandais, et le Californien, ainsi que des souches hybrides (HYLA et HYPLUS) introduites entre 1980 et 1985 (Berchiche et Kadi, 2002 ; Zerrouki *et al.*, 2005).

I-4-2-2- Le lapin Kabyle

Ce type génétique local de la Kabylie pèse en moyenne 2,8 kg à l'âge adulte, le classant parmi les races légères. Son corps est de longueur moyenne avec une partie postérieure bien développée (figure 1). Adapté aux conditions locales, il est utilisé pour la production de viande bien que sa prolificité soit limitée (Farsi, 2016).

I-4-2-3- La souche synthétique et les races importées

Pour améliorer le potentiel de production, une souche synthétique nommée ITELV 2006 a été créée en 2003 par croisement de la population locale avec la souche INRA2666. Plus lourde et productive, elle répond aux besoins de production de viande (Gacem et Bolet, 2005 ; Bolet *et al.*, 2012). En outre, des races importées telles que le Néo-Zélandais, le Fauve de Bourgogne, et le Californien sont également présentes en Algérie.



Figure 2 : Le lapin kabyle (source : Farsi, 2016)

I-4-3- Contraintes de l'élevage cunicole en Algérie

La cuniculture en Algérie connaît des problèmes influençant son développement, dont on peut citer :

- L'indisponibilité d'une alimentation équilibrée et de bonne qualité (granulés) ;
- La méconnaissance des techniques d'élevage cunicole ;
- Manque et difficulté du marketing ;

- Manque de vulgarisation et manque de publicité ;
- L'insuffisance et le prix couteux des produits alimentaires (**Guemour, 2011**)

I-5- Appareil digestif du lapin et processus de digestion

I-5-1- Rappels de l'anatomie de l'appareil digestif

Le système digestif du lapin présente des caractéristiques particulières adaptées à son régime herbivore (**Gidenne, 2015**). Chez un adulte de 5 kg, la longueur du tube digestif varie de 5 à 7,5 mètres (**Lebas et al., 1997**). La cavité buccale étroite rend l'intubation trachéale difficile, et l'estomac volumineux et à paroi fine est sujet aux météorismes (**Eugène et al., 2004**). Le ralentissement de la vidange gastrique est dû à la compression du sphincter pylorique par le duodénum, ce qui peut favoriser la stase (**Fortun-Lamothe et al., 2001**).

L'intestin grêle, long d'environ 2,5 mètres, se divise en duodénum, jéjunum, et iléon et se connecte au caecum via le sacculus rotundus (**Gidenne, 2015**). Le côlon est structuré en plusieurs segments, comprenant le fusus coli, qui contrôle la production de crottes dures et de caecotrophes, phénomène caractéristique des Lagomorphes (**Lebas et al., 1997**).

1-5-2- Physiologie digestive

Le lapin, en tant qu'herbivore monogastrique, digère dans les segments antérieurs du tube digestif, où des enzymes décomposent l'amidon, les protéines et les lipides (**Eugène et al., 2004**). Les nutriments non digérés sont fermentés dans le caecum et le côlon, où la microflore produit des acides gras volatils et des vitamines essentielles (**Fortun-Lamothe et al., 2001**).

1-5-2-1- Pratique de la cæcotrophie

Les lapins produisent des crottes dures diurnes et des caecotrophes molles nocturnes, riches en nutriments (**Gidenne, 2015**). La cæcotrophie permet au lapin de réabsorber des protéines et vitamines, contribuant ainsi à l'efficacité nutritionnelle de son alimentation (**Lebas et al., 1997**). La cæcotrophie est déclenchée par des contractions caecales et des réflexes induits par le contenu du caecum (**Fortun-Lamothe et al., 2001**).

1-5-2-2- Microbiote intestinal

Le microbiote intestinal est essentiel à la digestion et à l'immunité. Le caecum abrite 10^{11} à 10^{12} bactéries par gramme de matière fécale, principalement des Firmicutes et, dans une moindre mesure, des Bacteroidaceae, jouant un rôle clé dans la fermentation des fibres (**Eugène et al., 2004**). La

dysbiose microbienne, fréquente chez les jeunes lapins en conditions de stress, peut nuire à la santé digestive (Gidenne, 2015). Des recherches actuelles explorent davantage les relations entre le microbiote et les troubles digestifs, bien que des études plus approfondies soient encore nécessaires (Fortun-Lamothe *et al.*, 2001).

I-5-3- Pathologie digestive chez le lapin

Le lapin, en raison de sa caecotrophie, est particulièrement sensible aux pathologies digestives, qui représentent une cause majeure de mortalité et de pertes économiques en cuniculture.

1-5-3-1- Symptômes et évolution des troubles digestifs

Les troubles digestifs se manifestent par des symptômes initiaux souvent imperceptibles pour l'éleveur, tels qu'une constipation, une diminution de l'appétit et de la croissance. Après environ trois jours, des signes de déshydratation apparaissent, accompagnés de diarrhées qui évoluent en excréments liquides souillant la partie postérieure de l'animal. Si ces symptômes persistent, une mortalité peut survenir. En cas de survie, le lapin peut se rétablir rapidement (Gidenne, 2015).

1-5-3-2- Facteurs contribuant aux troubles digestifs

Les troubles digestifs chez le lapin peuvent être causés par plusieurs facteurs :

- **Conditions d'élevage** : Le stress, dû à des facteurs comme la densité d'élevage, les variations de température et le bruit, favorise les pathologies digestives (Marlier *et al.*, 2003). Les lapins sont particulièrement sensibles au stress thermique, avec une température optimale d'environ 20 °C. Les études montrent que des taux de mortalité atteignent 18 % en été, contre 0 % en hiver (Marai *et al.*, 2002).

- **Alimentation** : Une alimentation inadéquate, notamment un apport insuffisant en eau ou des changements brusques dans le régime alimentaire, peut entraîner des diarrhées. Les lapins ont besoin de fibres pour une bonne santé digestive, avec un taux recommandé de cellulose de 14 à 15 % pour les lapereaux (Gidenne, 2015 ; Licois et Gidenne, 1999).

- **Agents infectieux** : Les parasites, notamment les coccidies, sont des causes fréquentes de pathologies digestives. Les virus et bactéries comme *Escherichia coli* et *Clostridium spp.*, sont également impliqués, causant des diarrhées graves et pouvant mener à des mortalités (Marlier *et al.*, 2003). En cas de déséquilibre intestinal, la flore colibacillaire peut se multiplier,

I-6- Besoins Nutritionnels

I -6-1- Besoins en Eau

Le lapin consomme une quantité significative d'eau, surtout lorsqu'il est nourri avec des aliments secs, tels que les granulés composés de produits naturels déshydratés. Il peut boire deux à trois fois plus d'eau que la quantité d'aliment sec ingéré (**lebas, 1991**). Les besoins en eau varient : environ 0,2 litre par jour pour un lapin en engraissement, 0,6 litre pour une lapine allaitante, et jusqu'à 1 litre pour une lapine avec sa portée (**Djago et Kpodekon, 2000**).

I -6-2- Besoins en Énergie et en Cellulose

Les besoins énergétiques des lapins sont généralement exprimés en énergie digestible. L'énergie métabolisable représente une proportion fixe de l'énergie digestible (94 à 96 %). Pour le maintien, les besoins quotidiens en énergie digestible ont été estimés par **Parigi-bini et Xiccato (1990)**. Une ration classique contenant 3 à 4 % de matières grasses couvre les besoins en acide linoléique. Une teneur excessive en lipides n'est pas nécessaire, car les matières premières fournissent déjà une quantité suffisante (**Jouve et Henaff, 1988**).

Pour les lapines reproductrices et les lapins en croissance, l'amidon peut représenter une part importante de l'énergie alimentaire, bien qu'il soit recommandé de ne pas dépasser 14 % d'amidon en période post-sevrage (**Lebas, 2000**). La cellulose est également essentielle pour le transit digestif, et une teneur de 13 à 14 % est suffisante pour les lapins en croissance. Un apport trop faible en fibres peut ralentir la croissance et entraîner des problèmes de santé, y compris des diarrhées (**Gidenne, 2002**). Des lapins ayant un régime pauvre en fibres peuvent compenser en ingérant des poils (**Rossilet, 2004**). Les fibres, provenant d'aliments comme l'herbe, sont cruciales pour un transit digestif normal ; sans elles, les lapins peuvent mordre du bois ou de la fourrure (**Fielding, 1993**).

I -6-3- Besoins en Protéines et Acides Aminés

Les matières azotées sont indispensables à l'alimentation des lapins. **Blum (1984)** a identifié 10 des 21 acides aminés comme essentiels, avec la glycine étant semi-essentielle. Les jeunes en croissance nécessitent 15 à 16 % de matières azotées, tandis que les mères allaitantes en demandent 16 à 18 %. Si la ration est inférieure à 12 %, cela peut réduire la production laitière et nuire à la croissance des lapereaux (**Rossilet, 2004**). Les besoins en lysine, arginine et acides aminés soufrés sont également importants, avec des recommandations de 0,6 % pour la lysine et au moins 0,8 % pour l'arginine (**Blum, 1984**).

I -6-4- Besoins en Vitamines et en Minéraux

Les lapins bénéficient de la synthèse de vitamines hydrosolubles par leur flore digestive, grâce à la cæcotrophie (Blum, 1989). Un apport excessif ou insuffisant en vitamines peut entraîner divers troubles, comme des retards de croissance et des mortalités. Les lapines gestantes peuvent subir des avortements en cas de déséquilibre vitaminique, tandis que des excès de vitamine D peuvent provoquer des calcifications rénales (Blum, 1989). Les besoins en vitamines et minéraux sont résumés dans le Tableau 01.

Tableau 1 : Besoins du lapin en principaux minéraux et vitamines (Source : Fielding (1993))

Minéraux	Croissance	gestation
(% de la matière sèche des aliments)		
Calcium	1	1
Phosphore	0.5	0.5
Sel	0.5 a0.7	0.5 a0.7
vitamines	Unités internationales (UI) kg de MS	
A	8000	8000
D	1000	1000
Vitamines	Mg/kg deMS des aliments	
B (choline)	1500	1500
B (thiamine)	1200	1200

I -7- Logement

Le bien-être des animaux est une préoccupation croissante pour les éleveurs. Un logement approprié, qui assure un confort minimum, est essentiel pour la santé des lapins. Sensibles aux bruits et à l'agitation, ces animaux nécessitent un environnement bien adapté, avec un sol en béton et un bon approvisionnement en eau et en électricité.

Les élevages en locaux fermés présentent des défis, comme la concentration d'ammoniacque et une aération parfois insuffisante. Il est important de planifier le nombre et la disposition des cages pour faciliter les soins aux animaux et la gestion des déjections (Lebas, 1991).

I -7-1- Cages

Les conditions de logement des lapins soulèvent des questions sur leur bien-être. Des études ont mis en évidence les effets négatifs de la taille des cages et des planchers grillagés, souvent responsables de lésions podales. Les différents types de cages incluent :

- **Cages en batterie** : organisées sur un ou deux étages.

- **Cages en bois** : faciles à utiliser, mais difficiles à désinfecter.
- **Cages en ciment** : économiques, faciles à nettoyer, mais lourdes.
- **Cages grillagées** : pratiques pour la gestion des déjections, mais pouvant nuire aux pattes des animaux fragiles.

Dans les élevages de viande à grande échelle, le grillage est couramment utilisé pour éviter le contact avec les déjections (Lebas *et al.*, 1984).

I-8- Evaluation des performances de croissance

I-8-1- La croissance post-sevrage

La période d'engraissement commence à 4 semaines d'âge et prend fin entre l'âge de 10 à 11 semaines avec un poids vif de 2,3 kg. Ce ci qui correspond à un taux de maturité de 55% du poids adulte d'un lapin âgé de 2 ans (4 kg) (Blasco, 1992). Durant cette période, ce sont les potentialités génétiques transmises par les parents en interaction avec le milieu (alimentation et ambiance) qui s'expriment. 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, ce point d'inflexion correspond à la vitesse de croissance maximale (figure 2). La croissance ralentit progressivement et tend vers zéro à l'âge de 6 mois. Les mâles et les femelles ont une croissancesemblable jusqu'à un âge compris entre 10 et 20 semaines. Au-delà, les femelles deviennent plus lourdes comme le soulignent De la Fuente et Rossell (2012) ; Celles-ci pèsent 2,5 % de plus que les mâles.

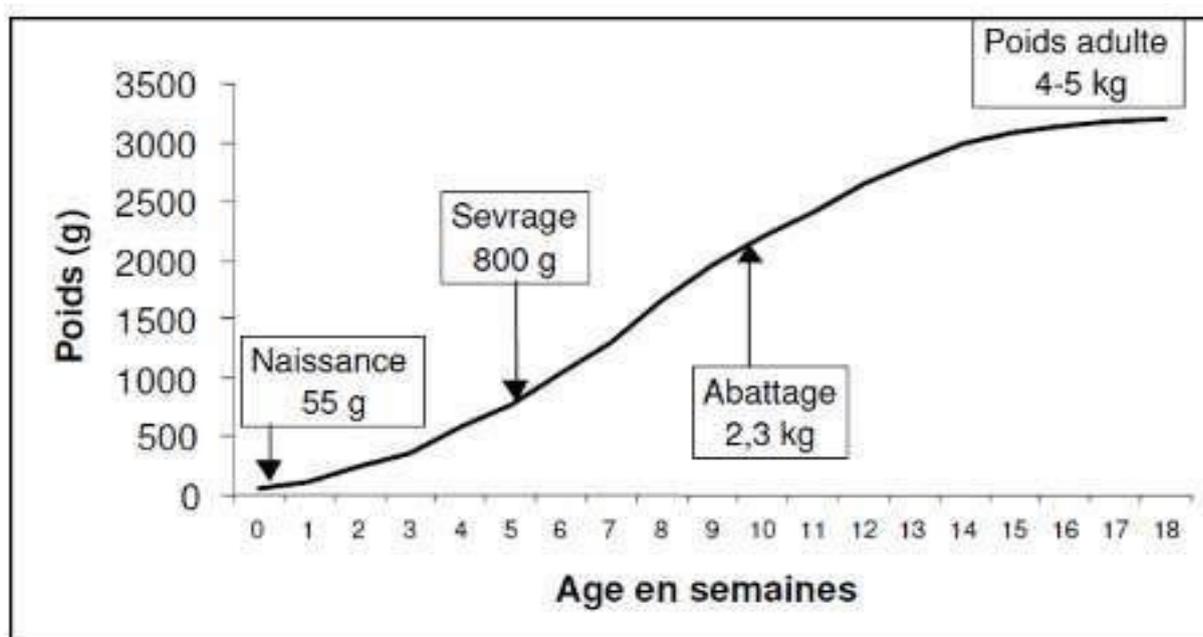


Figure 3 : Courbe de croissance du lapin (Gidenne, 2006).

I-8-2- La vitesse de croissance

La vitesse de croissance s'exprime par le gain moyen quotidien (GMQ). Le premier objectif économique en cuniculture est l'accroissement du poids vif à l'abattage, ce de nier dépend de la vitesse de croissance post-sevrage ont constaté que la vitesse de croissance est maximale entre 5 et 8 semaines (**Trocino et al., 2019**).

1-8-3- Mode d'expression de la croissance

- **Relation âge-poids** : La croissance pondérale des lapins de la naissance à l'âge adulte suit une courbe sigmoïde avec un point d'inflexion autour de 56 à 76 jours. La vitesse de croissance instantanée, mesurée par le gain moyen quotidien (GMQ), atteint son maximum à ce point d'inflexion (**Babhare et al., , 2023**)

- **Croissance relative et allométrie** : La croissance du corps est le résultat de l'augmentation de différentes parties, certaines croissant plus vite que d'autres. Le concept d'allométrie, mesuré par des coefficients spécifiques, montre que les organes à croissance rapide (comme le cerveau) ont des coefficients faibles, tandis que les tissus à développement plus tardif, comme le tissu adipeux, ont des coefficients plus élevés (**Birolo et al., 2022**)

- **Gain moyen quotidien (GMQ)** : Le GMQ permet de mesurer la vitesse de croissance sur une période définie, et atteint un pic au point d'inflexion de la courbe de croissance.

- **Indice de consommation d'élevage** : Il mesure la quantité d'aliment nécessaire pour produire un kilogramme de lapin vivant. En moyenne, il faut 4 kg d'aliment pour produire 1 kg de lapin, et cet indice est plus précis lorsqu'il est calculé sur une longue période (**Lebas et al., 1991 ; Culler et Dall Zotte, 2018**).

I-8-4- Facteurs influençant la croissance

- **Génétiques** : La race et le type génétique influencent significativement la croissance et la composition corporelle.

- **Alimentaires** : L'alimentation impacte la croissance en fonction de la teneur en nutriments essentiels (protéines, énergie, fibres). Un taux protéique élevé peut accélérer la croissance, tandis qu'un excès de fibres peut la réduire (**Lebas et Ouhayoun, 1987 ; Boutouchent, 2016**).

- **Environnementaux** : La croissance est affectée par la température, l'hygrométrie et la ventilation. Les lapins sont sensibles aux variations de température et à l'humidité excessive, qui peuvent altérer leur appétit et favoriser les infections

I-9- Caractéristiques de la Carcasse de Lapin

I-9-1- Définition de la Carcasse

La carcasse de lapin est définie comme l'ensemble des parties restantes après l'abattage de l'animal, incluant la saignée, le dépouillement et l'éviscération (**Camps, 1983**). La distinction entre carcasse chaude et carcasse froide est courante dans l'évaluation de la qualité bouchère.

I-9-2- Types de Carcasse

I-9-2-1- Carcasse Chaude

Obtenue immédiatement après la saignée et l'éviscération, elle inclut les reins, certains viscères thoraciques, et les graisses périrénales et interscapulaires. Pesée entre 15 et 30 minutes après l'abattage, elle exclut le sang, la peau, et les extrémités des membres. Par exemple, un lapin de 2,2 kg peut fournir une carcasse chaude de 1,395 kg (**Ouhayoun, 1989 ; Trocino et al., 2018**).

I-9-2-2- Carcasse Froide

Après une réfrigération de 24 heures à 4 °C, la carcasse subit une légère perte de poids due au dessèchement, évaluée autour de 2,15 %. Ce processus permet d'obtenir une carcasse commerciale pesant environ 1,285 kg, représentant un rendement de 57,1 % (**Ouhayoun, 1989 ; Cullere et Dalle Zotte, 2018**).

I-9-2-3- Critères de Qualité de la Carcasse

Les critères principaux incluent le poids de la carcasse, le rendement à l'abattage, l'adiposité, et le rapport muscle/os. Selon **Blasco et al. (1990)** et **Ouhayoun (1990)**, ces paramètres contribuent à évaluer la valeur bouchère de la carcasse.

- **Poids et Rendement** : Le rendement à l'abattage varie avec le poids et l'âge de l'animal, influençant directement la quantité de viande obtenue. Par exemple, des lapins abattus entre 60 et 70 jours présentent un rendement de 50 à 57 % (**Ouhayoun, 1989**).

- **Effet de la Race** : Les races lourdes tendent à montrer un rendement plus élevé (**Fettal, 1994**), alors que les populations locales, malgré leur poids réduit à l'abattage, affichent un rendement satisfaisant (**Berchiche et Lebas, 1994**).

I-9-2-4- Maturité et Qualité de la Viande

L'optimum de maturation pour un rendement et une qualité bouchère idéaux est situé autour de 55-60 % de maturité du poids adulte, avec un rendement à l'abattage proche de 57 % et un rapport

muscle/os favorable. Des races européennes sélectionnées, pesant entre 3,5 et 4,5 kg à maturité, offrent une carcasse d'environ 1,4 kg après éviscération (**Ouhayoun, 1990**).

I-9-2-5- Transformation et Conformité

La transformation de la carcasse, incluant la suppression des manchons, permet de se conformer aux normes de la réglementation, notamment l'arrêté ministériel français du 26 novembre 1979. Après réfrigération, la carcasse perd environ 2 à 4 % de son poids, ce qui correspond aux attentes en termes de qualité et de structure de la viande (**Dalle Zotte, 2004**).

I -10- La viande du lapin

I -10-1- La composition de la viande

La viande de lapin est une viande maigre, classée parmi les plus tendres. Mais sa jutosité est parfois limitée (**Dalle Zotte, 2002**).

La viande de lapin contient 21% de protéines et 10% de matière grasse dans le muscle, elle est moins grasse que celle du poulet et du mouton 15% et 17% de matière grasse respectivement (**Surdeau et Henaf, 1981 ; Birolo et al., 2022**).

Les lipides sont peu abondants, mais riches en acides poly-insaturés et sa teneur en cholestérol place la viande de lapin parmi les viandes les plus pauvres en cholestérol (**Dalle Zotte, 2014**).

Selon (**Lebas et Colin, 1992**) la viande de lapin est riche en minéraux, avec un taux de 1,2%, et les minéraux les plus abondants sont : le potassium, la phosphore et le magnésium.

I -10-2- La qualité de la viande

L'étude de la qualité de viande du lapin a été basé sur certains facteurs tel que : l'alimentation, le sexe, et l'âge de l'animal. La viande de lapin possède de bonnes qualités commerciales, technologiques organoleptiques, nutritives et diététiques (**Ouhayoun, 1984 ; Trocino et al., 2018**).

I -10-3- La qualité organoleptique

Les qualités organoleptiques sont définies par quatre critères : la tendreté, la jutosité, la flaveur et la couleur (**Lebas et al., 1984**).

Selon **Combes et al. (2004)** la tendreté n'est pas un facteur limitant la qualité de la viande chez le lapin, probablement parce que les muscles de cet animal se caractérisent par un collagène extrêmement soluble lors de la cuisson.

D'après **Djenane et al. (2002)** la couleur est l'une des caractéristiques les plus importantes dans la décision du consommateur lors de l'achat de la viande.

I -10-4- La qualité nutritionnelle et diététique

La viande de lapin possède une bonne valeur nutritive et diététique, car elle est riche en protéines et pauvre en lipide, présente un taux élevé d'acides gras polyinsaturés et un rapport entre acide gras oméga 6 sur oméga 3 proche des recommandation actuelles (**Lrzul *et al.*, 2005**)

La viande de lapin est peu énergétique 100 g de viande de lapin apportent en moyenne 186 à 195 kcal. L'apport énergétique moyen peut être abaissé à 174 kcal/100 g de viande si les dépôts lipidiques dissécables sont enlevés (**Dalle Zotte, 2000 ; Delis-Hechavarria *et al.*, 2121**).

La valeur nutritive de la viande de lapin est influencée par l'âge, le poids, l'alimentation, le sexe, la température et l'adiposité (**Larzul et Gondret, 2005 ; Hernández, 2008**).

Chapitre II :

**Bactéries lactiques probiotiques en
élevage cunicole**

II -1 Les bactéries lactiques

II-1-1- Description

Les bactéries lactiques (BL) sont des microorganismes ubiquitaires que l'on retrouve dans tous types d'habitat. Elles jouent un rôle essentiel dans les interactions humaines et animales en tant que bactéries de la flore commensale, intestinale et alimentaire. Une caractéristique commune qui les unifie est leur capacité à fermenter les hydrates de carbone en acide lactique (**Dellaglio *et al.*, 1994**). Elles sont Gram-positives, asporulées, anaérobies, catalase-négatives et oxydase-négatives, avec un contenu en GC de leur ADN variant de 33 à 54% (**Muto et Osawa, 1987**). Leur métabolisme est chimio-organotrophe, utilisant des substances comme les sucres, alcools et acides organiques comme source d'énergie (**Gänzle, 2015 ; Corsetti *et al.*, 2016**).

Les bactéries lactiques jouent un rôle clé dans de nombreuses fermentations spontanées de produits alimentaires, ce qui leur confère le statut GRAS (Generally Recognized As Safe) (**Klaenhammer *et al.*, 2005**). Actuellement, les bactéries lactiques regroupent treize genres bactériens différents : *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Leuconostoc*, *Lactococcus*, *Enterococcus*, *Streptococcus*, *Pediococcus*, *Carnobacterium*, *Oenococcus*, *Weissella*, *Aerococcus*, *Tetragenococcus* et *Vagococcus* (**Yu Dy *et al.*, 2022 ; Hammes et Hertel, 2009**).

II-1-2- Le genre *Lactobacillus*

Lactobacillus est le genre principal de la famille des *Lactobacillaceae*, qui comprend de nombreuses espèces, impliquées dans les levains lactiques dans de nombreuses industries ou rencontrées comme polluants.

L'assemblage des espèces de *Lactobacillus*, comprenant actuellement au moins 145 espèces reconnues, présente une extrême diversité phylogénétique, phénotypique et écologique (**Corrieu et Luquet, 2008 ; Barinov *et al.*, 2011**). Ce sont des bactéries Gram positif, de forme allant de bacilles longs et minces aux coccoïdes qui sont des bâtonnets courts ou légèrement incurvés, généralement agrégés en chaînes, ne forment pas de spores et sont généralement immobiles (**Siegumfeldt *et al.*, 2000 et Singh *et al.*, 2009**). Les lactobacilles sont catalase négative, cependant certains ont une pseudo-catalase et sont généralement négatives à la nitrate réductase ainsi qu'à la gélatinase (**Prescott *et al.*, 2003**).

II-1-2-1- Caractéristiques culturelles et besoins nutritionnels

La plupart des lactobacilles se développent de manière optimale à des températures comprises entre 30 et 40°C. Certaines souches de *Lactobacillus* dites "thermophiles" survivent à 55°C (Adams et Moss, 2000 ; Tailliez, 2004). Ils poussent mieux dans des conditions acides, lorsque le pH est d'environ 4,5 à 6,4, mais leur croissance s'arrête lorsque le pH est d'environ 3,5 (De Vos *et al.*, 2009). Les lactobacilles sont microaérophiles ou anaérobies et ont des besoins nutritionnels très complexes en acides aminés, vitamines, acides gras, nucléotides, glucides et minéraux (Khalid et Marth, 1990 ; Leclerc *et al.*, 1994).

II-1-2-2- Habitat des lactobacilles

Ces microorganismes sont présents dans de nombreux habitats : humains, animaux, plantes, eau, sol, lait et produits laitiers, produits carnés, bière, vin, fruits et jus ...etc (Stiles et Holzapfel, 1997). Le lactobacille est l'un des composants importants du microbiote humain et animal. Chez une personne en bonne santé, on les retrouve dans tout le système digestif : de la bouche au côlon. Les espèces les plus courantes sont : *Lb. Salive*, *Lb. plantarum*, *Lb. brevis*, groupe *Lb. casei*, *Lb. gasseri*, *Lb. Roytree* (Reuter, 2001 ; Eckburg *et al.*, 2005 ; Walter, 2008 ; Ozgun et Vural, 2011).

II-1-2-3- Taxonomie et classification des lactobacilles

D'après la classification d'Orla-Jensen (1919) le genre *Lactobacillus* est subdivisé en trois groupes (tableau 2) selon leur type fermentaire :

- **Groupe I** « *Thermobacterium* » : Ce groupe rassemble des espèces homofermentaires obligatoires. Il est constitué d'espèces thermophiles impliquées dans la fermentation des produits laitiers, par exemple : *Lb. delbrukii* et *Lb. helveticus*, et ceux présents chez l'homme et les animaux qui contribuent à l'équilibre de la microflore de l'organisme, tels que : *Lb. acidophilus* et *Lb. Gasseri*. Ces bactéries ont été cultivées à 45°C.

- **Groupe II** « *Streptobacterium* » : Ce groupe comprend les espèces hétérofermentaires facultatives. Ces espèces métabolisent les sucres hexoses en acide lactique par la voie homofermentaire (EMP) et dégradent les sucres pentoses en acide lactique par la voie hétérofermentaire. Ils ne produisent pas de CO₂ lors de la fermentation du glucose, mais le font lors de la fermentation du gluconate. Ce groupe est constitué d'espèces mésophiles impliquées dans la fermentation des produits carnés et céréaliers, par exemple : *Lb. curvatus*, *Lb. casei*, *Lb. plantarum*, *Lb. sakei*.

- **Groupe III** « *Betabacterium* » : Ce sont des Lactobacilles hétérofermentaires obligatoires. C'est un groupe qui englobe des espèces relativement hétérogènes, notamment des espèces mésophiles telles que : *Lb. de fermentum*, *Lb. brevis*, *Lb. Buchneri* fait partie de la levure de panification et de la

Chapitre II : Bactéries lactiques probiotiques en élevage cynicole

flore *Lb. Kéfir* isolé des grains de kéfir. L'hétérogénéité se reflète dans le type de molécule d'ADN pourcentage GC% des espèces du genre. Les séries varient de 32 à 55 % (Schleifer et Ludwig, 1995 ; Axelsson, 2004 ; Hammes et Hertel, 2006).

Tableau 2 : Répartition du genre *Lactobacillus* (Axelsson, 2004). a : pendant la fermentation, b : inducible par les pentoses.

Caractéristiques	Groupe I : homofermentaires obligatoires (<i>Thermobacterium</i>)	Groupe II : hétérofermentaire facultatif (<i>Streptobacterium</i>)	Groupe III : hétérofermentaires obligatoires (<i>Betabacterium</i>)
Fermentation du pentose	-	+	-
CO ₂ à partir du glucose	-	-	+
CO ₂ à partir du gluconate	-	+ ^a	+ ^a
FDP aldolase présente	+	+	-
Phosphokétolase présente	-	+ ^b	+
Exemple d'espèces	<i>Lb. acidophilus</i> <i>Lb. delbrückii</i> <i>Lb. helveticus</i> <i>Lb. salivarius</i>	<i>Lb. casei</i> <i>Lb. curvatus</i> <i>Lb. plantarum</i> <i>Lb. sakei</i>	<i>Lb. brevis</i> <i>Lb. buchneri</i> <i>Lb. fermentum</i> <i>Lb. reuteri</i>

II- 2- Les probiotiques

II -2-1 Définition des probiotiques

Plusieurs définitions du mot probiotique ont été données au fil du temps en fonction des connaissances scientifiques et des progrès technologiques (Hadeif, 2012). Dans la littérature, le concept des « probiotiques » a été introduit en 1965 (pro : positif et bios : vie), en opposition aux antibiotiques (Larguèche, 2012).

Selon la FAO et l'OMS, les probiotiques sont des microorganismes vivants (bactéries ou levures) qui, en consommation adéquate, ont un effet positif sur la santé de l'hôte au-delà des effets nutritionnels classiques. (Laffargue, 2015)

La majorité des probiotiques actuellement reconnus sont des bactéries lactiques, en particulier les espèces du genre *Lactobacillus* et *Bifidobacterium*. On a également découvert des probiotiques dans certaines espèces de levures (*Saccharomyces cerevisiae* et *Saccharomyces boulardii*), ainsi que dans des espèces d'*E.coli* et de *Bacillus*. (Kalsum *et al.*, 2012)

Chapitre II : Bactéries lactiques probiotiques en élevage cynocole

Certains aliments (compléments alimentaires) ou certains médicaments (comme Lactéol® contenant des *Lactobacillus* LB) peuvent contenir ces éléments. (Laffargue, 2015).

II -2-2- Les critères de sélection des probiotiques

Pour être considérés comme des probiotiques, il est nécessaire que les micro-organismes aient des caractéristiques de survie, d'activité et de persistance dans le tractus digestif qui leur permettront d'avoir des effets positifs sur l'hôte. Selon Dunne *et al.* (2001), ces caractéristiques sont spécifiques à chaque souche et ne peuvent pas être étendues d'une souche à l'autre, même au sein d'une seule espèce. Principaux critères de sélection des probiotiques sont décrits dans le **tableau 2**

II -2-2-1- Résistance à l'acidité gastrique

Le temps de passage des probiotiques dans l'estomac peut durer de 1h à 4h selon l'individu et son alimentation, ce qui peut influencer sa survie du fait de la présence de l'acide chlorure hydrique. C'est pourquoi différents auteurs s'intéressent aux études de survie des probiotiques à l'acidité et mettent en évidence leur résistance *in vitro* dans des milieux de culture à pH bas pendant au moins quatre heures (Ammor Et Mayo, 2007).

II -2-2-2- Résistance aux sels biliaires

Dans l'intestin grêle la tolérance aux sels biliaires est un facteur important qui contribue à la survie des probiotiques. Les bactéries qui survivent aux conditions acides de l'estomac doivent alors faire face à l'action détergente des sels biliaires libérés dans le duodénum après ingestion des repas gras. Les bactéries peuvent réduire l'effet émulsifiant des sels biliaires de hydrolysant avec des hydrolases, de ce fait diminuant leur solubilité (Ammor et mayo, 2007 ; Gu *et al.*, 2008 ; Hadeif, 2012).

II -2-2-3- Adhésion aux cellules épithéliales

Il est intéressant que la capacité d'adhésion à l'épithélium intestinale est un critère de sélection recommandé pour le choix des probiotiques, car c'est une condition facilitant une bonne colonisation du tube digestif par les probiotiques (Bezkorovany, 2001 ; Crittenden *et al.*, 2005 ; Chafai, 2006). L'adhésion constitue le premier mécanisme de défense contre l'invasion des bactéries pathogènes (Reyes-gavilan *et al.*, 2011 ; Palomares *et al.*, 2007).

II -2-2-4- Production de substances antimicrobiennes

Parmi les critères de sélection des probiotiques, on retrouve aussi la capacité à produire et à synthétiser des molécules à effet bactéricides ou bactériostatique. Les bactéries lactiques produisent différentes substances telle que l'acide lactique, H₂O₂, CO₂, di-acétyl et les bactériocines dont les

propriétés inhibitrices sont utilisées en alimentation. Ces mécanismes antimicrobiens ont été exploités pour améliorer la préservation des aliments (**Labioui et al., 2005 ; Titiek et al., 1996**).

II -2-2-5- Résistances aux antibiotiques

Les bactéries lactiques sont naturellement résistantes à beaucoup d'antibiotiques. Grâce à leur structure et physiologie dans la plupart des cas, la résistance n'est pas transmissible cependant, il est possible que le plasmide codant pour la résistance aux antibiotiques soit transféré à d'autre espèces et genre. C'est une raison significative pour choisir des souches manquantes du potentiel de transfert de résistance (**Denohue, 2004**). Les autorités européennes ont récemment conclu que certaines bactéries utilisées dans la production alimentaires peuvent présenter un risque à la santé humaine et animale en raison d'héberger des souches avec les gènes de résistance transmissibles. Par conséquent avant de lancer la culture probiotique, il est important de vérifier que les souches bactériennes impliquées ne comportent pas de gènes transmissibles de résistance aux antibiotiques (**Ammor Et Mayo, 2007**).

Les principaux microorganismes probiotiques connus à ce jour sont des bactéries (lactobacilles, bifidobactéries, propionibactéries, *Escherichia coli* et entérocoques) et des levures (*Saccharomyces boulardii*). Un probiotique peut être fait hors d'une tension bactérienne seule ou ce peut être un consortium aussi En fonction de la viabilité et du type de microorganismes utilisé, les formes d'apport s'effectuent dans l'aliment granulé (résistance à la température et à la pression), sous forme liquide, ou sous forme encapsulée (protection chimique et mécanique). (**Chafai, 2006**)

II-3- Mécanisme d'action des probiotiques

Les probiotiques peuvent être considérés comme un moyen de véhiculer les principes actifs qu'ils contiennent (enzymes, composants de paroi, substances antimicrobiennes) à leur cible dans le tube digestif. Les mécanismes d'action des probiotiques sur l'hôte sont complexes, souvent divers et dépendants de la souche bactérienne en cause ; ils agissent entre autres en inhibant les bactéries indésirables, en neutralisant les produits toxiques, en améliorant la digestibilité des aliments et en stimulant l'immunité. Ces probiotiques avec divers composants de la barrière intestinale est nécessaire, tels que la microflore endogène, le mucus intestinal, les cellules épithéliales. Ils sont également une source de vitamines (essentiellement du groupe B), et de sels minéraux assimilables (**Robin et Rouchy, 2001 ; Ait-Belgnaoui et al., 2005**).

Tableau 3 Principaux critères de sélection des probiotiques (Ouwehand *et al.*, , 2002).

<i>Critères de sécurité</i>	- Identification taxonomique précise. -Origine humaine pour utilisation chez l'humain. -Souche caractérisée par des techniques phénotypiques et génotypiques. -Historique de non pathogénicité et non-invasion d'épithélium intestinal. -Pas de transmission possible de gènes de résistance aux Antibiotiques
<i>Critères fonctionnels</i>	Tolérance à l'acidité, la bile et aux enzymes digestives. -Adhésion aux cellules intestinales et persistance dans le tractus intestinal. -Production de substances antimicrobiennes (bactériocines, acides organiques, peroxyde d'hydrogène ou autres composés inhibiteurs) et antagonisme envers les pathogènes. -Immunomodulation. Aptitude à produire des effets bénéfiques sur la santé.
<i>Critères technologiques</i>	Stabilité au cours des procédés de production et dans le produit fini. -Conservation des propriétés probiotiques après production -Non modification des propriétés organoleptiques du produit fini

II-4- Applications des probiotiques

Divers produits commercialisés comme probiotiques pour l'homme ou l'animal sont constitués d'un seul microorganisme (produits dits monosouches) ou d'une combinaison de plusieurs espèces (produits dits multisouches). Aujourd'hui, les produits probiotiques sont commercialisés sous trois formats (**Patterson, 2008**) :

- Concentrés de culture ajoutés aux aliments et boissons à base de produits laitiers, de fruits et de céréales.
- Ingrédients ajoutés au lait ou aux aliments à base de soja qui peuvent être fermentés à des concentrations élevées.
- Cellules séchées, concentrées, en poudre, en capsules ou en feuilles.

Les probiotiques sont souvent associés aux produits laitiers de culture. La gamme de produits probiotiques comprend maintenant du fromage, de la crème glacée et du yogourt glacé ainsi que des produits non laitiers et des boissons (**Patterson, 2008**). La survie des probiotiques dans les produits est affectée par divers facteurs lors de la transformation et du stockage. De nouvelles technologies telles que la micro encapsulation et la technologie des cellules immobilisées offrent une protection supplémentaire aux probiotiques et offrent de nouvelles façons d'ajouter des probiotiques aux aliments. Les fabricants commercialisent de nouveaux véhicules d'administration de probiotiques, tels que des pailles et des bouchons de bouteilles, qui peuvent administrer des doses thérapeutiques de probiotiques dans les aliments lorsqu'ils sont perforés ou brisés (**Kailasapathy, 2002 ; Patterson, 2008**).

II-5- Utilisation des Probiotiques chez les Animaux d'Élevage

L'introduction des probiotiques dans l'alimentation animale a démontré son efficacité dans le maintien et le rééquilibrage de la flore intestinale (Mermouri, 2018). Ces microorganismes sont utilisés pour limiter l'emploi d'antibiotiques, favoriser le bien-être des animaux et améliorer leur croissance ainsi que leur prise de poids (Alard, 2017).

Les animaux de ferme sont souvent exposés à des stress environnementaux, tels que des régimes alimentaires inadaptés et des méthodes de gestion d'élevage, qui peuvent perturber l'équilibre microbien intestinal. Cela crée un risque d'infection par des agents pathogènes zoonotiques, responsables de morbidité, de mortalité et de pertes économiques dans le secteur de l'élevage. Des pathogènes comme *Campylobacter spp.* et *Salmonella spp.* peuvent contaminer la chaîne alimentaire et poser un risque pour la santé humaine (Scallan *et al.*, 2011). L'Autorité Européenne de Sécurité des Aliments (EFSA, 2004) souligne que la réduction de la contamination des aliments et des intoxications alimentaires peut être réalisée efficacement en diminuant la charge pathogène chez les animaux vivants.

L'utilisation de probiotiques vise principalement à soutenir la croissance et la productivité des animaux tout en prévenant et en contrôlant les agents pathogènes intestinaux. Cela s'effectue par le biais d'une microbiote gastro-intestinale saine, favorisant la population de microbes bénéfiques qui inhibent la colonisation des agents

II -6- Effets bénéfiques des bactéries lactiques sur le lapin

II-6-1- Effets sur l'état de santé et le microbiote gastro-intestinal

Les bactéries lactiques telles que *Lactobacillus acidophilus* et *Lactobacillus plantarum* jouent un rôle crucial dans la santé intestinale des lapins. Leur administration est associée à une réduction des infections gastro-intestinales et à une amélioration de la santé globale. Par exemple, *L. acidophilus* a montré des capacités à augmenter la population de globules blancs, ce qui renforce la réponse immunitaire (Cunha *et al.*, 2020 ; Dimova *et al.*, 2018). De plus, des recherches indiquent que ces probiotiques modifient la morphologie de l'intestin, comme l'allongement des villosités intestinales, favorisant ainsi une meilleure absorption des nutriments (El-Shafei *et al.*, 2021 ; Shen *et al.*, 2019).

II-6-2- Effets sur la performance de croissance

L'utilisation de bactéries lactiques chez les lapins est liée à des améliorations significatives de la performance de croissance. Des études montrent que des probiotiques comme *Lactobacillus plantarum* augmentent l'efficacité alimentaire et le taux de survie des jeunes lapins (**Mohamed et al., 2021**). Par exemple, **Liu et al. (2020)** ont observé que l'ajout de *L. plantarum* dans l'alimentation des lapins favorisait une meilleure digestibilité des nutriments, entraînant une augmentation du poids corporel. Cela s'explique par une modulation favorable du microbiote intestinal, favorisant les bactéries bénéfiques et inhibant les agents pathogènes.

II-6-3- Effets sur la qualité de la carcasse et de la viande

Les bactéries lactiques influencent également la qualité de la carcasse et de la viande chez les lapins. Des études ont révélé que l'administration de *Lactobacillus acidophilus* améliore les traits de carcasse, tels que le poids et le pourcentage de dépouillement. Par exemple, **Fathi et al. (2020)** ont rapporté que l'utilisation de ces probiotiques a conduit à une augmentation significative des parties comestibles chez les lapins. Cependant, certaines recherches n'ont pas observé d'effets notables sur les caractéristiques de la carcasse, soulignant la variabilité des résultats selon les conditions expérimentales (**Beshara et al., 2021 ; El-Badawi et al., 2021**)

,

Partie II :

Etude expérimentale

Chapitre III :

Problématique et Objectifs

Problématique

L'élevage cunicole local est confronté à des défis croissants en matière de productivité, de qualité des produits et de santé animale. Le développement des populations locales de lapins est crucial, car ces animaux présentent une meilleure adaptation aux conditions environnementales spécifiques de la région. Toutefois, pour améliorer la production, il est nécessaire d'introduire des solutions innovantes qui respectent les ressources locales. L'utilisation de souches de bactéries lactiques autochtones telles que *Lactobacillus plantarum*, pourrait répondre à ce besoin en améliorant la santé intestinale des lapins et en favorisant leur croissance, la digestibilité des nutriments, ainsi que la qualité de leur viande.

Objectifs

L'objectif principal de cette étude est d'évaluer l'effet et l'efficacité des probiotiques sur plusieurs aspects des lapins, notamment :

1. **Les paramètres zootechniques et les performances de rendement** (GMQ, IC, RCC, RCF, proportion du tube digestif, proportion de la peau)
2. **Les paramètres hématologiques et biochimiques** : Analyse des impacts sur la santé et le métabolisme des animaux (glucose, cholestérol, créatinine, plaquette, érythrocyte, leucocytes).
3. **La qualité nutritionnelle et gustative de la viande** : Analyse de l'impact des probiotiques sur la composition et la qualité de la viande des lapins (Teneur en Protéine, lipide, Matière sèche, Matière minérale, eau)

L'objectif final est de développer un complément alimentaire à base de probiotiques destiné aux lapins, qui pourrait non seulement améliorer leur santé et leurs performances de production, mais également servir de fondement à un projet de startup innovant dans le secteur des petits élevages.

Chapitre IV :

Matériel et Méthodes

IV-1- Cadre de l'étude

La partie « élevage » de notre étude a été réalisée entre Mars et Mai 2024, dans des conditions contrôlées pour garantir la validité des résultats au niveau de la ferme expérimentale de l'Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem, située au sud de la commune de Mazagran, à environ 5 km de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie.

Les analyses physico-chimiques et microbiologiques ont été réalisées au Laboratoire de Recherche en Sciences et Techniques pour les Productions Animales (**LSTPA**), situé à la Ferme Expérimentale de Hassi-Mamèche, affiliée à la même université (figure 03).



Figure 4 Plan de la zone de l'expérience (Google earth)

IV-2- Matériel

IV-2-1- Le bâtiment

Il présente une superficie d'environ 16 m². Sa charpente est de type métallique. L'aération et l'éclairage sont naturels assurée par quatre fenêtres, deux grandes et deux petites.

IV-2-2- Les cages

Les lapins ont été élevés dans des cages d'engraissement individuelles métalliques grillagées et disposées en un seul étage un totale de 21 cages. Ces dernières mesurent 60cm de longueur sur 45cm de largeur et 30cm de hauteur et sont munies d'une mangeoire placée sur la face avant, qui aide à faciliter la distribution de l'aliment granulé. Le système d'abreuvement est automatique « tétine d'abreuvement » (figure 4).



Figure 5 : Les cages d'engraissement avec abreuvoir et mangeoire (photo originale)

IV-2-3- Le matériel biologique

IV-2-3-1- La souche probiotique

Afin de réaliser ce travail, une souche de bactérie lactique autochtone appartenant à l'espèce *Lactobacillus plantarum* a été utilisée. Cette bactérie a été isolée à partir de blé de H'MOUM dans le cadre d'un travail de thèse effectuée au niveau du Laboratoire des sciences et technologies de la transformation laitière (LSTPA).

IV-2-3-2- Les animaux

Au total 21 lapereaux de la population locale, âgés de 42 jours et sevrés à 35 jours, ont été utilisés dans notre expérimentation. Les lapereaux, issus d'un même élevage de 3 portées différentes, nous ont été fournis par l'Institut technologique d'élevage « ITELV ». Ils présentent une diversité dans la forme et le pelage (marron, noire, gris tacheté, blanc)

IV-2-3-3- L'alimentation

Les lapins ont été nourris avec un aliment standard commercialisé sous forme de granulés, fabriqué au niveau de la zone industrielle de SIG « Mascara ». Il est constitué de soja, vitamine, son de blé (figure 5).



Figure 6 Etiquette aliment (photo originale)

IV-2-4- Autre matériel

L'ensemble des équipements, produits chimiques et réactifs utilisés lors de nos travaux sont mentionnés en **annexe 1**.

IV-3- Méthodes

IV-3-1- Analyse chimique de l'aliment

La composition chimique des aliments a été déterminée à l'aide du spectromètre FT-NIR Thermo Scientific Antaris Feed II, conformément aux procédures européennes harmonisées (**Egran, 2001**).

Les paramètres analysés comprennent : l'humidité, les cendres, les matières azotées totales (calculées selon la méthode de Dumas avec un facteur de conversion de N x 6,25, utilisant l'appareil Leco), l'énergie (mesurée avec un calorimètre adiabatique Parr) et les fibres.

IV-3-2- Préparation de la souche probiotique

La souche probiotique de *Lactobacillus plantarum* est administrée sous forme liquide dilué dans de l'eau physiologique. Après revivification et purification de la souche lactique par repiquage successif sur milieu MRS agar, une colonie bien isolée est mise en suspension dans un tube contenant le bouillon MRS. Après incubation à 37°C pendant 24 heures l'absorbance de la culture bactérienne est mesurée à 500 nm à l'aide d'un spectrophotomètre est ajustée à une densité optique de 1,6 suivi d'une centrifugation à 4000 tours/minutes pendant 10 min. le surnageant est ensuite jeté. Le culot est lavé avec l'eau physiologique. Par la suite 0,1 ml de la solution obtenu est incorporé dans 100ml d'eau physiologique. Cette opération est répétée quotidiennement.

IV-3-3- Préparation du bâtiment d'élevage

Avant le lancement de l'essai, le bâtiment a été soigneusement nettoyé et désinfecté à l'aide d'eau de Javel et de chaux. L'entretien quotidien de l'hygiène se fait manuellement, avec des cages équipées

d'un système de collecte des crottes. Pour prévenir les contaminations extérieures, un pédiluve est installé à l'entrée du clapier (figure 7).

Les conditions environnementales, telles que la température et l'hygrométrie, sont mesurées avec un thermo-hygromètre placé au même niveau que les cages. Une table dédiée est également disponible pour faciliter les pesées des aliments et des animaux.



Figure 7 : le bâtiment d'élevage à l'intérieur et l'extérieur (photo originale)

IV-3-4- Répartition des lots et protocole expérimentale

Avant le début de l'expérimentation, un examen clinique général a été effectué par un vétérinaire afin de s'assurer que tous les lapereaux étaient en bonne santé. Les animaux, âgés de 42 jours et sevrés à 35 jours, ont subi une période d'engraissement de 49 jours (soit 7 semaines) à partir de leur réception dans le bâtiment d'élevage. Après avoir effectué une caractérisation phénotypique, les animaux ont été identifiés puis placés dans des cages d'engraissement et répartis comme suit :

- **Groupe 1 (T)** (n=7) : groupe témoin, recevant 1 ml d'eau physiologique de boisson sans administration de probiotiques.
- **Groupe 2 (A)** (n=7) : groupe expérimental recevant 1×10^6 UFC/ml de *Lactobacillus plantarum*.
- **Groupe 3 (B)** (n=7) : groupe expérimental recevant 2×10^6 UFC/ml de *Lactobacillus plantarum*.

Les probiotiques ont été administrés par gavage (figure 8) durant les 5 dernières semaines avant l'abattage, avec un volume de 1 ml pour le groupe 2 et de 2 ml pour le groupe 3. Les animaux ont été pesés individuellement à heure fixe chaque semaine, à compter du jour de leur arrivée jusqu'à la fin de l'expérience, afin de suivre leur développement.

Les lapins ont été abattus à 83 jours par saignée, à partir de 9h00 du matin, sans période de jeûne préalable, dans des conditions contrôlées. Par ailleurs, les quantités d'aliments servies, consommées et rejetées ont été enregistrées quotidiennement. Tout animal décédé a été noté et retiré des cages.



Figure 8 : administration des probiotique par gavage (photo originale)

IV-3-5- Mortalité et morbidité

La mortalité et la morbidité ont été enregistrées quotidiennement selon les recommandations de Fernandez-Carmona *et al.* (2005).

Le taux de mortalité exprimé en pourcentage (%), a été calculé à partir des données recueillies sur la fiche de mortalité suivant la formule :

$$TM (\%) = \left(\frac{\text{Nombre de sujets morts pendant l'enfermement}}{\text{Nombre total de sujet mise en engraissements}} \right) \times 100$$

Le taux moyen de mortalité et de morbidité entre les lots est également comparé.

IV-3-6- Evaluation des paramètres Zootechniques

IV-3-6-1- Consommation quotidienne (C.M.Q) en g/j

Elle représente la quantité d'aliment ingérée par lapin et par jour, durant toute la période de l'essai. Elle est donnée par la relation suivante :

$$CMQ (g) = Distribue (g) - Refus (g)$$

IV-3-6-2- Vitesse de croissance (G.M.Q) en g/j

Elle représente le gain de poids moyen quotidien et se définit comme étant l'augmentation du poids par unité de temps couramment exprimé en gramme par jour.

$$GMQ (g/j) = \frac{Poids\ semaine\ (i) - Poids\ semaine\ (i - 1)}{7}$$

IV-3-6-3- Indice de consommation (I.C)

C'est l'aptitude de l'animal à transformer l'aliment en viande. :il représente la quantité d'aliment (g) nécessaire pour obtenir un gramme de poids vif ; c'est le rapport entre la consommation et le gain de poids ; Il est calculé comme suit :

$$IC = \frac{Quantité\ d'aliment\ consommée\ pendant\ une\ période\ (g)}{Gain\ de\ poids\ durant\ la\ même\ période\ (g)}$$

IV-3-7- Evaluation des paramètres sanguins

Un prélèvement sanguin a été réalisé sur 12 lapins lors de la saignée dans le but d'évaluer divers paramètres hématologiques et biochimiques. Les échantillons ont été collectés dans deux types de tubes : des tubes héparinés pour les analyses biochimiques et des tubes EDTA pour les analyses hématologiques (figure 9). Immédiatement après le prélèvement, les échantillons sanguins ont été placés dans une glacière isotherme afin de préserver leur intégrité. Ils ont ensuite été transférés au laboratoire médical dans un délai maximal de deux heures pour garantir la fiabilité des analyses.



Figure 9 : les tubes Héparinés et EDTA (photo originale)

Les paramètres mesurés comprenaient le glucose, le cholestérol, l'urée et la créatinine pour l'analyse biochimique, ainsi que la numération des globules rouges, des globules blancs et des plaquettes pour l'analyse hématologique. Ces analyses ont été effectuées selon des protocoles standardisés (Al-Eissa 2011). Les valeurs obtenues ont été comparées aux références spécifiques à l'espèce afin d'évaluer l'état de santé des animaux au moment de la saignée.

IV-3-8- Evaluation du rendement à l'Abattage

IV-3-8-1- Préparation de la Carcasse

Après l'abattage, plusieurs étapes cruciales sont réalisées pour préparer la carcasse. La première est la dépouille, qui consiste à retirer la peau de l'animal. Cela est suivi de l'éviscération, où les organes internes, tels que le tube digestif et le foie, sont enlevés conformément aux protocoles sanitaires (figure 10).



Figure 10 : photo de l'abattage (photo originale)

IV-3-9-2- Mesures des Caractéristiques de la Carcasse

Les caractéristiques de la carcasse ont été mesurées conformément aux recommandations de **Blasco et al., (1993)**. Les paramètres évalués incluent :

- Poids de la peau (PP)
- Poids de la carcasse chaude (PCC) : mesuré 15 minutes après l'abattage.
- Poids du tube digestif plein (PTDP) :
- Poids du foie (PF)

Les carcasses chaudes ont ensuite été conservées à une température de 4°C pendant 24 heures pour déterminer le **poids de la carcasse froide (PCF)**.

IV-3-9-3- Calcul des Performances à l'Abattage

Les formules appliquées pour le calcul des performances à l'abattage ont été les suivantes :

- $\text{Rendement de la carcasse chaude (\%)} = \left(\frac{\text{Poids de la carcasse chaude}}{\text{Poids vif avant abattage}} \right) \times 100$
- $\text{Rendement de la carcasse froide (\%)} = \left(\frac{\text{Poids de la carcasse froide}}{\text{Poids vif avant abattage}} \right) \times 100$
- $\text{Proportion du tube digestif plein (\%)} = \left(\frac{\text{Poids du tube digestif}}{\text{Poids vif avant abattage}} \right) \times 100$
- $\text{Proportion de la peau (\%)} = \left(\frac{\text{Poids de la peau}}{\text{Poids vif avant abattage}} \right) \times 100$

IV-3-10- Dénombrement de la flore lactique dans le contenu intestinal

Après le sacrifice des lapins, environ 4 g de contenu intestinal ont été prélevés dans chacun des trois lots, en utilisant quatre lapins choisis au hasard par lot pour garantir la fiabilité des résultats. Chaque échantillon a été mélangé avec 40 ml d'eau physiologique stérile pour préparer une solution mère. Des dilutions décimales de cette solution ont ensuite été effectuées (figure 11), allant de 10⁻¹ à 10⁻⁵ dans de l'eau peptonnée stérile. Les échantillons ont étéensemencés en surface sur des milieux MRS à pH 5,5 et incubés à 37 °C pendant 48 heures. Après incubation, le dénombrement des colonies de bactéries lactiques a été réalisé.



Figure 11 : Préparation d'une dilution décimale (photo originale)

IV-3-11- Evaluation de la qualité de la viande

IV-3-11-1- Qualité nutritionnelle et propriétés physicochimiques

IV-3-11-1-1- Détermination du potentiel d'hydrogène (pH)

Le pH a été mesuré dans le muscle *Longissimus lumborum* directement, à l'aide d'un pH-mètre préalablement étalonné. Introduit l'électrode (la sonde) dans une incision qui se fait à l'aide d'une lame de bistouris sur chaque échantillon. On rince l'électrode (la sonde) avant et après chaque mesure. La lecture du pH est faite directement sur l'appareil (figure 12).



Figure 12 : Mesure du potentiel d'hydrogène (pH) (photo originale)

IV-3-11-1-2- Détermination de la teneur en matière sèche (AFNOR ; 1985)

Des échantillons de 5 g sont placés dans des creusets en porcelaine puis laissés déshydrater pendant 24 heures dans une étuve réglée à une température de 105°C (figure 13). Après le refroidissement des creusets dans le dessiccateur pendant 45 minutes, la matière sèche restante est alors pesée par différence avec la masse initiale, la quantité d'eau évaporée est ainsi déduite.

La teneur en eau ou en matière sèche des échantillons sont exprimées en pourcentage.

La teneur en matière sèche (M.S.) de l'échantillon est calculée par l'expression suivante :

$$MS (\%) = (Masse MS (g) / Masse \text{ échantillon } (g)) \times 100$$

La teneur en eau de l'échantillon est calculée par l'expression suivante :

$$Teneur \text{ en eau } (\%) = 100 - MS (\%)$$



Figure 13 Détermination de la teneur en matière sèche (**photo originale**)

IV-3-11-1-3- Détermination de la teneur en matière minérale (AFNOR ; 1985)

La teneur en cendres est conventionnellement le résidu de la substance après destruction de la matière organique par incinération à 550°C dans un four à moufle pendant 3 heures. La teneur en matières minérales de l'échantillon est calculée par la relation suivante :

$$\% \text{ Matière minérale} = (Poids \text{ des cendres} / Poids \text{ de l'échantillon}) \times 100$$

IV-3-11-1-4- Dosage des protéines par la méthode de KJELDAHL

Principe

La méthode de KJELDAHL détermine la teneur en protéines d'un aliment en mesurant l'azote total. Cela implique d'abord la minéralisation de l'échantillon avec de l'acide sulfurique concentré, qui convertit l'azote organique en sulfate d'ammonium. Ensuite, la distillation permet de libérer l'ammoniac (NH₃) qui est titré avec une solution acide. La quantité d'azote est ensuite utilisée pour calculer la teneur en protéines.

Mode Opérateur

Pour la minéralisation, un poids de 5 g de l'échantillon est placé dans un ballon piciforme avec 0,5 g de sulfate de cuivre (CuSO₄), 5 g de sulfate de potassium (K₂SO₄) ou de pentoxyde de phosphore

(P₂O₅), et 20 ml d'H₂SO₄ à 98 %. Le mélange est chauffé jusqu'à ébullition, jusqu'à ce qu'il devienne limpide. Après refroidissement, on ajoute de l'eau distillée et on transfère le tout dans un ballon jaugé de 100 ml, complétant avec de l'eau distillée.

Pour la distillation, 10 ml de cette solution sont prélevés et alcalinisés avec NaOH à 30 %. L'ammoniac (NH₃) libéré est entraîné par un courant d'eau et recueilli dans un bécher contenant 20 ml de H₂SO₄ (ou HCl) à 0,1 N. Après environ 10 minutes, l'excès d'acide est titré avec NaOH à 1 N, et le volume de base consommé est enregistré.

Calcul des Résultats

La teneur en azote est déterminée à partir du volume d'acide titré. Pour convertir l'azote en protéines, on utilise un facteur de conversion : généralement, 1 g d'azote équivaut à 6,25 g de protéines pour les aliments d'origine animale.

Le pourcentage de protéines est calculé comme suit :

$$\% \text{ protéines} = \% N \times F = (VE - VB) \times CN \times 14,01 \times F / M$$

- **VE** : Volume d'acide utilisé pour titrer l'échantillon (en mL).
- **VB** : Volume d'acide utilisé pour titrer le blanc (en mL).
- **CN** : Concentration de l'acide utilisé pour la titration (en mol/L).
- **14,01** : Poids moléculaire de l'azote (g/mol).
- **F** : Facteur de conversion pour passer de l'azote aux protéines (6,25 pour protéines animales).
- **M** : Masse de l'échantillon analysé (en g).

IV-3-11-1-1- Dosage de lipides totaux (Soxhlet, 1879)

Principe

L'extraction par Soxhlet est une technique simple et adaptée qui permet de répéter en permanence le processus d'extraction avec du solvant frais jusqu'à ce que le soluté dans la matière première soit complètement épuisé. L'appareil Soxhlet est constitué d'un corps en verre dans lequel est placée une cartouche en papier filtre épais (une matière pénétrable pour le solvant) (figure14), d'un tube siphon et d'un tube de distillation. Le montage consiste à positionner l'extracteur sur un ballon contenant le solvant d'extraction. Le ballon est mis à chauffer afin de faire bouillir sa consistance. L'extracteur contient une cartouche contenant la viande à extraire, au-dessus de laquelle se trouve un réfrigérant qui liquéfie les vapeurs du solvant. L'extraction se poursuit jusqu'à ce que la viande chargée dans la cartouche soit épuisée. On procède à la séparation du solvant de l'extrait et l'aide du dispositif nommé rota vapeur. Dans ce dispositif, une évaporation sous vide est effectuée à l'aide d'une pompe à vide

équipée d'une vanne de contrôle. Au cours de l'évaporation, le ballon est tourné et immergé dans un bain liquide chauffé. Le réfrigérant est équipé d'un ballon collecteur de condensat dans l'appareil. La rotation du ballon génère une surface d'échange plus vaste et renouvelée, ce qui permet d'accomplir une rotation rapide évaporation. Ou encore en utilisant d'autres méthodes, qui impliquent la collecte du solvant éther de pétrole et l'élimination des ballons.

Mode opératoire

On a placé un échantillon de 5g dans une cartouche après avoir pesé les ballons vides, puis on a mis 400 ml d'hexane dans chaque ballon avec la vésciation d'installation d'eau et ensuite on a lancé l'opération, le temps d'extraction est environ de 4 heures. À la fin de l'extraction, on enlève les cartouches et on récupère le solvant brut, puis on pèse à nouveau les ballons.

Enfin, le pourcentage de lipides totaux est calculé selon la formule suivante :

$$\text{Pourcentage de Lipides} = \left(\frac{P2-P1}{PE} \right) \times 100 \quad \text{Où :}$$

- P2 : poids du ballon contenant la matière grasse,
- P1 : poids du ballon vide,
- PE : prise d'essai (poids de l'échantillon initial).

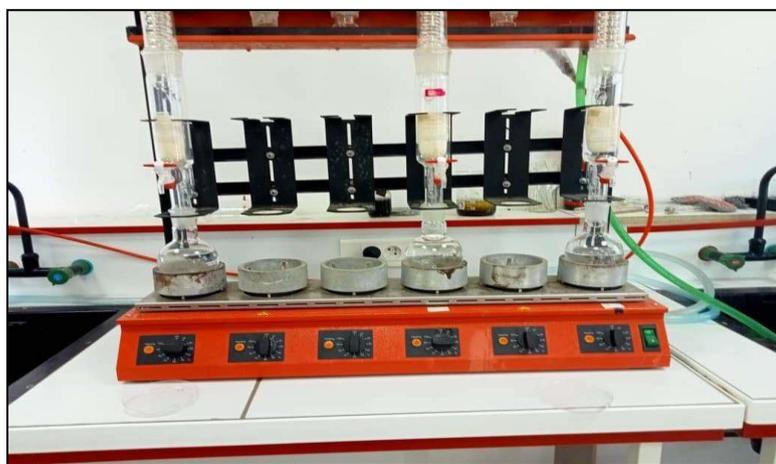


Figure 14 : Dosage de lipides totaux (Soxhlet, 1879) (photo originale)

IV-3-11-2- Qualité organoleptique

Les tests de qualité organoleptique ont été réalisés sur de la viande préalablement congelée, cuite à 80 °C, par un jury de 10 membres âgés de 23 à 70 ans. L'évaluation a porté sur quatre critères principaux : la couleur, la flaveur, la tendreté et la jutosité. Les analyses ont été effectuées en trois

étapes : d'abord, identification des différences entre les échantillons ; ensuite, description de chaque critère ; enfin, détermination des préférences des consommateurs.

IV-4 Le recyclage de la peau de lapin

Après l'abattage des lapins, les peaux sont soigneusement récupérées afin de garantir leur fraîcheur et leur qualité pour le recyclage. Elles sont nettoyées à la main pour retirer les résidus de chair et de graisse, puis lavées avec une solution saline afin d'assurer leur conservation. Les peaux sont ensuite laissées à sécher naturellement dans un environnement propre et aéré. Une fois sèches, elles sont assouplies manuellement pour garantir leur flexibilité. Enfin, les peaux préparées sont découpées selon les dimensions souhaitées et transformées en porte-monnaies et porte-clés. Les morceaux découpés sont assemblés et finis avec soin, pour obtenir des articles durables et de qualité (figure 15).



Figure 15 préparation d'accessoire

IV-4-Analyses statistiques

Les données recueillies seront soumises à une analyse statistique appropriée pour identifier les différences significatives et les corrélations entre les groupes d'animaux par l'utilisation du logiciel **Spss**. Les résultats seront présentés sous forme de tableaux et de graphiques pour faciliter l'interprétation par le logiciel **R**.

Conclusion

Conclusion

Cette étude s'inscrit dans l'objectif d'explorer les bienfaits d'une souche *Lactobacillus plantarum*, autochtones, isolée de blé de h'moum pour améliorer la productivité et la santé des lapins locaux. L'utilisation de probiotiques autochtones dans l'alimentation animale représente une voie prometteuse pour optimiser les performances zootechniques tout en favorisant des pratiques d'élevage durables.

Les résultats montrent une amélioration significative des performances de croissance, avec un gain moyen quotidien et un indice de consommation améliorés pour le groupe ayant reçu la plus faible dose (1×10^6 UFC/ml). Le groupe ayant reçu la plus forte concentration (2×10^6 UFC/ml) a, quant à lui, montré un rendement de carcasse supérieur et une amélioration des paramètres immunitaires, notamment l'augmentation des leucocytes et des plaquettes. Les effets positifs sur les paramètres biochimiques, tels qu'une baisse du cholestérol sanguin et une augmentation des protéines de la viande, renforcent l'intérêt de cette approche. Les tests sensoriels ont également validé une amélioration de la qualité organoleptique de la viande, en termes de tendreté et de goût. Ces résultats démontrent l'efficacité de *Lactobacillus plantarum* en tant que complément probiotique.

Ces résultats valident l'utilisation de *Lactobacillus plantarum* comme complément probiotique.

Les perspectives de ce travail incluent plusieurs pistes de développement pour l'avenir, notamment dans le cadre de projets de startup et d'innovations en élevage cynicole :

- **Probiotiques locaux pour le marché** : Le projet pourrait inspirer la création de startups locales visant à produire et commercialiser des probiotiques à base de souches autochtones comme *Lactobacillus plantarum*, réduisant les coûts d'importation tout en valorisant les ressources locales et en favorisant un modèle économique durable.
- **Aliments enrichis en probiotiques** : Enrichir les aliments pour lapins avec des probiotiques pourrait optimiser leur santé digestive et leur productivité.
- **Exploration de nouvelles souches** : Tester d'autres souches probiotiques autochtones permettrait de maximiser les bénéfices pour la santé et la productivité des lapins.
- **Réduction des antibiotiques** : L'utilisation de probiotiques pourrait réduire la dépendance aux antibiotiques, favorisant des pratiques écologiques et durables.
- **Soutien aux petits élevages locaux** : Cette approche pourrait également bénéficier aux petits producteurs locaux, en offrant des solutions accessibles pour améliorer la rentabilité de leurs exploitations.
- **Utilisation de combinaisons de souches probiotiques** : Une autre avenue intéressante serait de tester des combinaisons de souches de *Lactobacillus* ou d'autres bactéries probiotiques, afin de maximiser les bénéfices synergétiques pour la santé des animaux et la productivité.

Références bibliographiques

Références

- Adli, D. N., Sjojfan, O., Sholikin, M. M., Hidayat, C., Utama, D. T., Jayanegara, A., & Puspita, P. S.** (2023). The effects of lactic acid bacteria and yeast as probiotics on the performance, blood parameters, nutrient digestibility, and carcass quality of rabbits: A meta-analysis.
- :
- Ahmed, K. D., Omar, A. A., Saad, T. J. A., Abdul, R. Y. A., Mahmud, D. A., Naif, N. L., & Odeh, A. A.** (2019). Effect of using *Saccharomyces cerevisiae* on some production traits and carcass characters of the local rabbits. *Plant Archives*, 19(2), 895–897.
- Ait-Belgnaoui, A., Lamine, F., Han, W., Eutamene, H., Fioramonti, J., Bueno, L., & Theodorou, V.** (2005). A probiotic strain (*Lactobacillus farciminis*) prevents stress-induced increase of colonic permeability and visceral sensitivity to distension in rats. *Nutr. Ali. Fonct.*, 3, 59–63.
- Alard, J.** (2017). *Sélection in vitro et in vivo de souches probiotiques ayant des propriétés bénéfiques contre l'inflammation, les infections et l'obésité* (Doctoral dissertation). Université de Lille, France.
- Ammor, M. S., & Mayo, B.** (2007). Selection criteria for lactic acid bacteria to be used as functional starter cultures in dry sausage production. *Meat Science*, 76, 138–146.
- Axelsson, L.** (2004). Classification and physiology. In *Lactic acid bacteria: Microbiological and functional aspects* (3rd ed., pp. 1–66). Macel Dekker, Inc.
- Babhare, S. V., Suryawanshi, A. P., Bobade, S. S., & Zatale, N. D.** (2023). Biogenic nano seed treatment studies in pigeon pea under pot culture. *The Pharma Innovation Journal*, 12(1), 1–5. <https://doi.org/10.22271/tpi.2023.v12.i1a.17891>.
- Belhassen, T., Bonai, A., Gerencsér, Z., Matics, Z. S., Tuboly, T., Bergaoui, R., & Kovács, M.** (2016). Effect of diet supplementation with live yeast *Saccharomyces cerevisiae* on growth performance, caecal ecosystem, and health of growing rabbits. *World Rabbit Science*, 24(3), 191–200.
- Ben Rayana, A., Lengliz, S., Hmida, M., & Bergaoui, R.** (2009). Effets de la restriction hydrique et de la restriction alimentaire sur les performances zootechniques des lapereaux en croissance. In *13èmes Journées de la Recherche Cunicole*, 17–18 novembre 2009, Le Mans, France.
- Berchiche, M., & Lebas, F.** (1994). Rabbit rearing in Algeria: Family farms in the Tizi-Ouzou area. In *First International Conference on Rabbit Production in Hot Climate* (pp. 409–414). Cahiers Options Méditerranéennes.
- Berchiche, M.** (1992). Systèmes de production de viande de lapin au Maghreb. *Séminaire approfondi*. Institut agronomique méditerranéen de Saragosse.
- Berchiche, M., & Kadi, S. A.** (2002). The Kabyle rabbits (Algeria). *Rabbit Genetic Resources in Mediterranean Countries*. Options méditerranéennes, Série B: Études et recherches, N° 38, 11–20. <http://ressources.ciheam.org/om/pdf/b38/02600006.pdf>.
- Bezkorovany, A.** (2001). Probiotics determinants of survival and growth in the gut. *American Journal of Clinical Nutrition*, 73(2), 399–405.
- Bhatt, R. S., Agrawal, A. R., & Sahoo, A.** (2017). Effect of probiotic supplementation on growth performance, nutrient utilization and carcass characteristics of growing Chinchilla rabbits. *J Appl Anim Res*, 45(1), 304–309.
- Birolo, M.; Xiccato, G.; Bordignon, F.; Dabbou, S.; Zuffellato, A.; Trocino, A., 2022.** *Growth Performance, Digestive Efficiency, and Meat Quality of Two Commercial Crossbred Rabbits Fed Diets Differing in Energy and Protein Levels. Animals* 2022, 12, 2427. <https://doi.org/10.3390/ani12182427>.
- Blasco, A.** (1992). Croissance, carcasse et viande du lapin. Séminaire sur “les systèmes de production de viande de lapin”. Valencia, 14-25 Septembre.

Références

- Blasco, A., & Ouhayoun, J.** (2019). Rabbit meat science: Growth, carcass and meat body weight in the rabbit: response on growth, carcass and muscle traits. *Genetics Selection Evolution*, 37(1), 1-18. <https://link.springer.com/article/10.1186/1297-9686-37-1-105>
- Blum, J. C.** (1984). L'alimentation des animaux monogastriques, porc, lapin, volaille. Paris: INRA.
- Blum, J. C.** (1989). L'alimentation des animaux monogastriques, porc, lapin, volaille (2nd ed.). Paris: INRA.
- Bolet, G., Zerrouki, N., Gacem, M., Brun, J.M., Lebas, F.** (2012). Genetic parameters and trends for litter and growth traits in a synthetic line of rabbits created in Algeria. 10th World Rabbit Congress – September 3-6, 2012– Sharm El-Sheikh – Egypt, 195-199.
- Bouhali, A., Homrani, A., Ferrand, N., Lopes, S., Emam, A. M.** (2023). Assessment of genetic diversity among native Algerian rabbit populations using microsatellite markers. *Arch Anim Breed*, 66(3), 207-215. <https://doi.org/10.5194/aab-66-207-2023>
- Cardinali, R., Cullere, M., Dal Bosco, A., Mugnai, C., Ruggeri, S., Mattioli, S., Castellini, C., Trabalza Marinucci, M., & Dalle Zotte, A.** (2015). Oregano, rosemary, and vitamin E dietary supplementation in growing rabbits: Effect on growth performance, carcass traits, bone development, and meat chemical composition. *Livestock Science*, 175, 83–89. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2015.02.011>
- Cherfaoui-Yami, D. J.** (2015). Évaluation des performances de production de lapins d'élevage rationnel en Algérie. Thèse de doctorat en production animale, Université Mouloud Mammeri, Tizi Ouzou.
- Colombino, E., Biasato, I., Michetti, A., Rubino, M. G., Franciosa, I., Giribaldi, M., Antoniazzi, S., Bergagna, S., Paliasso, G., & Ferrocino, I.** (2022). Effects of Dietary Supplementation of *Lactobacillus acidophilus* on Blood Parameters and Gut Health of Rabbits. *Animals*, 12, 3543. <https://doi.org/10.3390/ani12243543>
- Dimova, N., Laleva, S., Slavova, P., Popova, Y., Mihaylova, M., & Pacinovski, N.** (2017). Effect of probiotic "Zoovit" on productivity of rabbits. *Macedonian Journal of Animal Science*, 7, 123–127.
- Dalle Zotte, A.** (2004). Le lapin doit apprivoiser le consommateur: Avantages diététiques. *Viandes Produits Carnés*, 23, 161-167.
- De Blas, C., & Wiseman, J.** (Eds.). (2020). *Nutrition of the rabbit* (3rd ed.). CABI Publishing. ISBN: 978-1-78924-127-3.
- Fathi, M., Abdelsalam, M., Al-Homidan, I., Ebeid, T., El-Zarei, M., & Abou-Emera, O.** (2017). Effect of probiotic supplementation and genotype on growth performance, carcass traits, hematological parameters, and immunity of growing rabbits under hot environmental conditions. *Animal Science Journal*, 88, 1644–1650. <https://doi.org/10.1111/asj.12807>
- Fomunyan, R. T., & Ndoping, B. N.** (2000). Utilization of pelleted and non-pelleted feed by growing rabbits in tropical conditions. *World Rabbit Science*, 8(2), 119–124. <https://doi.org/10.4995/wrs.2000.419>
- Fortun-Lamothe L., Gidenne T., Chalaye F., Debray L., 2001.** Stratégie d'alimentation autour du sevrage : effet duratio amidon/fibres. 9èmes Journ. Rech. Cunicoles France, G.Bolet (ed), ITAVI éditions, Paris
- Fortun-Lamothe, L., Thomas, M., Tichit, M., Jouven, M., Gonzalez-Garcia, E., Dourmad J.-Y., Dumont, B., 2013.** Agro-écologie et écologie industrielle : deux voies complémentaires pour les systèmes d'élevage de demain. Applications potentielles aux systèmes cunicoles (Synthèse). 15èmes Journées de la Recherche Cunicole, Le Mans, 19- 20 Nov. 2013, 121-131.

Références

Gacem, M., Bolet, G., 2005. Création d'une lignée issue du croisement entre une population locale et une souche européenne pour améliorer la production cunicole en Algérie. 11èmes Journées de la Recherche Cunicole, 29-30 novembre, Paris, 15-18.

Gidenne T., fortun-Lamothe L. 2002. Feeding strategy for young rabbits around weaning: a review of digestive capacity and nutritional needs. *Animal Science* 2002,75:169-184

Gondret, F., Larzul, C., & Combes, S. (2016). Effects of heat stress on feed intake and carcass traits in rabbits. *Animal Production Science*, 56(8), 1291-1300. Aborde les impacts des facteurs environnementaux, comme la température, sur la croissance des lapins.

Graham, P., Larkin, C., & Lee, J. (2019). The Role of Animal By-products in Sustainable Fashion. *International Journal of Sustainable Fashion*, 7(2), 56-72.

Helal, F., El-Badawi, A., El-Naggar, S., Shourrap, M., Aboelazab, O., & Hafsa, S. A. (2021). Probiotics role of *Saccharomyces cerevisiae* and *Bacillus subtilis* in improving the health status of rabbits' gastrointestinal tract. *Bull Nat Res Centr*, 45(66), 1–9.

Henaff R. ; Jouve D., 1988 Memento de l'éleveur de lapin 7^{ème} ed Paris : l'AFC et l'ITAVI, 1988-449p.

Hernández. (2008). Enhancement of nutritional quality and safety in rabbit meat. In Proc: 9th World Rabbit Congress (pp. 10-13).

Kailasapathy K., 2002. Microencapsulation of probiotic bacteria: technology and potential applications. *Curr. Issues. Intest. Microbiol.* 3 : 39-48.

Kourichi, A. (2020). Caractérisation morphométrique de quelques populations de lapin domestique dans la wilaya de Tlemcen [Mémoire de master, Université de Tlemcen]. Université Abou Bekr Belkaid, Tlemcen. Disponible à : <http://dSPACE1.univ-tlemcen.dz/handle/112/17592>.

Labioui H., Elmoualdi L., El Yachioui M. et Ouhsine M., 2005. Sélection de souches de bactéries lactiques antibactériennes. *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux.* 144 : 237-250

Lam, Phuoc, T., & Jamikorn, U. (2016). Effects of Probiotic Supplement (*Bacillus Subtilis* and *Lactobacillus Acidophilus*) on Feed Efficiency, Growth Performance, and Microbial Population of Weaning Rabbits. *Asian-Australas. J. Anim. Sci*, 30, 198–205. <https://doi.org/10.5713/ajas.15.0456>

Larbi Abdelli Ouiza., 2016 : croissance et mortalité des lapereaux de population locale algérienne. Thèse de doctorat en Biologie Animale. Faculté des sciences

Larguèche, N. (2012). Identification de nouvelles souches probiotiques

Larzul C., Gondret F., 2005. Aspects génétiques de la croissance et de la qualité de la viande chez le lapin. *INRA, Prod. Anim*, 18(2), 119-129

Larzul C., Gondret F., Combes S., Rochambeau H., 2005. Divergent selection on 63day

Lebas F. 2010. Situation cunicole en France en 2009. Performances moyennes des élevages selon les résultats de RENACEB pour l'année 2009, situation du Marché cunicole français et premières évaluations pour l'année 2010. *Cuniculture Magazine*, 37, 74-82

Lebas F., 2000. Granulométrie des aliments composés et fonctionnement digestif du Lapin. *INRA Production Animale.* 13(2) : 109-116. <https://hal.inrae.fr/hal-02686150>

Références

- Lebas F., 2002.** Reproduction. Le jeune, de la conception au sevrage. *cuniculture* n° 165- 29(3)- mai, juin. Lebas F., Colin M., 1992. World rabbit production and research, situation in 1992. Proceeding 5th world rabbit congress, Corvallis (Usa) Vol. A, 29-54.
- Lebas F., Coudert P., Rouvier R., de Rochambeau H. 1984.** Le lapin : Elevage et pathologie .F.A.O. Ed. Rome, 298 p.
- Lebas F., Coudert P., Rouvier R., de Rochambeau H. 1984.** Le lapin : Elevage et pathologie .F.A.O. Ed. Rome, 298 p.
- Lebas F., Marrionet D., Hennaf R., 1991.** Laproduction du lapin. AFC editions, Paris, 206p.
- Lebas, F.** (1989). Besoins nutritionnels des lapins: Revue bibliographique et perspectives. *Cuni-Sciences*, 5, 1–28.
- Lebas, F.** (2006). Alimentation et santé digestive chez le lapin. Une journée organisée en juin 2006 par l'ASFC et l'AFTAA. *Cuniculture Magazine*, 33, 63–70.
- Lebas, F., Coudert, P., De Rochambeau, H., & Thebaut, R. G.** (1996). *Le lapin : Élevage et pathologie* (Nouvelle édition révisée). Rome : FAO.
- Lebas, F.; Coudert, P.; de Rochambeau, H.; Thébault, R.; Rouvier, R.; Rochambeau, H.** de The Rabbit: Husbandry, Health, and Production; Food and Agriculture Organization of the United Nations: Rome, Italy, 1997; ISBN 92-5-103441-9. Cullere, M.; Dalle Zotte, A. Rabbit Meat Production and Consumption: State of Knowledge and Future Perspectives. *Meat Sci.* 2018, 143, 137–146. [CrossRef]
- Lebas., 2009.** Gestion technico-economique des elevages de lapin
- Lebas., 1991.** Alimentation pratique du lapin en engraissement (1er parti)
- Licois D, Coudert P, Ceré N, Vautherot JF. Epizootic 2000.** enterocolitis of the rabbit: review of current research. In : Proceedings of the 7th World Rabbit Congress; Valencia, Spain.; p. 187–194.
- Licois, D., Gidenne, T., 1999.** Growing rabbit fed a fibre deficient diet showed a higher susceptibility to an experimental infection with an enteropathogenic strain of Escherichia coli. 8ème J. Rech. Cunicoles Fr., 9-10 juin Paris, ITAVI publ. Paris. p.101-104.
- Maertens, L.** (1994). Influence du diamètre du granulé sur les performances des lapereaux avant sevrage. Dans **P. Coudert** (Ed.), *6èmes Journées de Recherche Cunicole* (pp. 325–332). La Rochelle, France : ITAVI publication.
- Maertens, L., Falcão-e-Cunha, L., & Marounek, M.** (2006). Feed additives to reduce the use of antibiotics. Dans **L. Maertens & P. Coudert** (Eds.), *Recent Advances in Rabbit Science* (pp. 259–265). ILVO, Melle, Belgium.
- Maj, D., Bieniek, J., Łapa, P., & Sternstein, I.** (2009). The effect of crossing New Zealand White with Californian rabbits on growth and slaughter traits. *Archiv Tierzucht*, 52(2), 205-211.
- Mancini, S., & Paci, G.** (2021). Probiotics in rabbit farming: Growth performance, health status, and meat quality. *Animals*, 11(3388). <https://doi.org/10.3390/ani11123388>
- Marai I.F.M., Habeeb A.A.M., Gad A.E., 2002.** Rabbits' productive, reproductive and
- Marco Cullere, Antonella Dalle Zotte, 2018.** Rabbit meat production and consumption: State of knowledge and future perspectives, *Meat Science*, Volume 143, 2018, Pages 137-146, ISSN 0309-1740,

Références

- Marguerite Et Cie. 2010.** La reproduction du lapin. <http://www.margueritecie.com/reproduction.php>. [Consulté le 22/11/2024]
- Matheron, G., & Rouvier, R. (1978).** Étude de la variation génétique dans le croisement à double étage chez le lapin : Performances de reproduction des lapines croisées et pures accouplées en croisement. Dans *2ème Journée de Recherche Cunicole*, 4–5 avril, Toulouse, France.
- McClure, D. (2020).** Disorders and diseases of rabbits. Reviewed/Revised August 2020.
- Mermouri, L. (2018).** Étude de l'effet de souches probiotiques de bactéries Lactiques (*Lactobacillus* spp.), isolées de produits fermentés, sur la valeur nutritive de fourrages conservés par ensilage (Doctoral dissertation, Université Mohamed Boudiaf des Sciences et de la Technologie-Mohamed Boudiaf d'Oran, Biotechnologie).
- Mohamed, A. F., El-Sayiad, G. A., Reda, F. M., & Ashour, E. A. (2017).** Effects of breed, probiotic, and their interaction on growth performance, carcass traits, and blood profile of growing rabbits. *Zagazig Journal of Agricultural Research*, 44, 215–227. <https://doi.org/10.21608/zjar.2017.5683>
- Nezar, N., 2007.** Caractéristiques morphologiques de lapin local. Thèse magister : sciences vétérinaires. Batna : Université El-Hadj Lakhdar , 86p.
- obin J.M. et Rouchy A., 2001.** Les probiotiques. CEDN. Nutrithérapie. Info
- Oso, A. O., Idowu, O. M. O., Haastrup, A. S., Ajibade, A. J., Olowonefa, K. O., Aluko, A. O., Ogunade, I. M., Osho, S. O., & Bamgbose, A. M. (2013).** Growth performance, apparent nutrient digestibility, caecal fermentation, ileal morphology and caecal microflora of growing rabbits fed diets containing probiotics and prebiotics. *Livest Sci*, 157(1), 184–190.
- Ouhayoun J., 1983.** La croissance et le développement du lapin de chair. Cuni-Sciences Vol 1, Fasc. 1, 1-14.
- Ouhayoun J., 1989.** La composition corporelle du lapin : facteurs de variation, INRA Prod Anim. 2(1989)215-226.
- Ouhayoun J., 1990.** Abattage et qualité de la viande de lapin. 5ème Journ. Rech. Cunicole, Paris, France, Communication 40.
- Ouwehand A.C., Salminen S., Isolauri E (2002).** Probiotics: an overview of beneficial effects. In *Lactic Acid Bacteria: Genetics, Metabolism and Applications* (pp. 279-289). Springer, Dordrecht
- Ouyed, A. (2009).** Évaluation du rendement en carcasse, en muscle et du poids des différentes parties des lapins de lignées pures et hybrides. *Rapport final, AgriReseau*, Côte d'Ivoire.
- Palomares . I.C., Pérez-Morales R. et Acedo-Félix. E. 2007.** Evaluation of probiotic probiotics in *Lactobacillus* isolated from small intestine of piglets. *Rev. Latinoam. Microbiol.* 49(3-4): 46-54.
- Parigi-Bini, R., Xiccato G., & Cinetto M. 1990.** Energy and protein retention and partition in rabbit does during the first pregnancy. *Cuni-Sci.* 6:19–29 Paris : Librairie Maloine. 408p.
- Patterson C.A., 2008.** Probiotiques : bienfaits au-delà des fonctions nutritionnelles de base. AAFC. 1-4. physiological performance traits as affected by heat stress: a review. *Livestock production science.* 78(2): 71-90.
- Petracci, M., & Cavani, C. (2013).** Rabbit meat quality. *Meat Science*, 95(2), 228-236.
- Reyes-Gavilan C.G., Suarez A., Fernandez-Garcia M., Margolles A., Gueimonde M. et Ruas Madiedo P., 2011 -** Adhesion of bile-adapted *Bifidobacterium* strains to the HT29-MTX cell line is modified after sequential

Références

gastrointestinal challenge simulated in vitro using human gastric and duodenal juices. *Res.Microbiol*, 162: 514-519

Rossilet A. (2004). Réussir un élevage de lapins de chair. Des conseils pour éliminer les freins techniques. *Afrique Agriculture /Agri-economics*, N° 28, Octobre 2004, 18-19.

Rotolo, L., Gai, F., Peiretti, P. G., Ortoffi, M., Zoccarato, I., & Gasco, L. (2014). Live yeast (*Saccharomyces cerevisiae* var. *bouardii*) supplementation in fattening rabbit diet: Effect on productive performance and meat quality. *Livestock Science*, 162, 178–184. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2014.01.013>

Safwat, A. M. ; Sarmiento-Franco, L. ; Santos-Ricalde, R. H. ; Nieves, D. ; Sandoval-Castro, C. A., 2015. Estimating apparent nutrient digestibility of diets containing *Leucaena leucocephala* or *Moringa oleifera* leaf meals for growing rabbits by two methods. *Asian-Australas. J. Anim. Sci.*, 28 (8): 1155

Simonová MP, Chrastinová E, Lauková A. 2020. Effect of beneficial strain *Enterococcus faecium* EF9a isolated from Pannon White rabbit on growth performance and meat quality of rabbits. *Ital J Anim Sci*, 9:650–655. doi: 10.1080/1828051X.2020.1781553. [DOI] [Google Scholar]

Smith, D., Rodriguez, L., & Patel, R. (2020). Recycled Leather and Its Environmental Impact. *Leather Science Review*, 12(3), 45-58.

Stiles M.E., Holzapfel W.H.1997. Lactic acid bacteria of foods and their current taxonomy. *Int. J. Food Microbiol.* 36: 1-29.

Surdeau et Henaf.,1981. La production du lapin. Edition J.B.Bailliere.

Szendró, K.; Szabó-Szentgróti, E.; Szigeti, O., 2020. Consumers' Attitude to Consumption of Rabbit Meat in Eight Countries Depending on the Production Method and Its Purchase Form. *Foods* 2020, 9, 654. <https://doi.org/10.3390/foods9050654>

Trocino A and Xiccato G 2006. Animal welfare in reared rabbits: a review with emphasis on housing system. *World Rabbit Science* 14, 77–93

Trocino, A., Cotozzolo, E., Zomeño, C., Petracci, M., Xiccato, G., & Castellini, C. (2019). Rabbit production and science: the world and Italian scenarios from 1998 to 2018. *Italian Journal of Animal Science*, 18(1), 1361–1371. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2019>

Trocino, A., García Alonso, J., Carabaño, R., & Xiccato, G. (2013). A meta-analysis on the role of soluble fibre in diets for growing rabbits. *World Rabbit Science*, 21(1), 1–15. <https://doi.org/10.4995/wrs.2013.1285>

Wang, C., Zhu, Y., Li, F., & Huang, L. (2017). The effect of *Lactobacillus* isolates on growth performance, immune response, intestinal bacterial community composition of growing Rex rabbits. *J Anim Physiol Anim Nutr*, 101(5), e1–e13.

Xie K, Ning C, Yang A, Zhang Q, Wang D, Fan X. Resequencing Analyses Revealed Genetic Diversity and Selection Signatures during Rabbit Breeding and Improvement. *Genes (Basel)*. 2024 Mar 29;15(4):433. doi: 10.3390/genes15040433. PMID: 38674368; PMCID: PMC11049387.

Yu Dy, Oh Sh, Kim Is, Kim Gi, Kim Ja, Moon Ys, Jang Jc, Lee Ss, Jung Jh, Park Hc, Cho Kk. Effects of lactic acid bacteria fermented feed and three types of lactic acid bacteria (*L. plantarum*, *L. acidophilus*, *B. animalis*) on intestinal microbiota and T cell polarization (Th1, Th2, Th17, Treg) in the intestinal lymph nodes and spleens of rats. *Anim Biosci*. 2023 Jan;36(1):156-166. doi: 10.5713/ab.22.0301. Epub 2022 Nov 14. PMID: 36397706; PMCID: PMC9834648.

Références

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

Zerrouki, N., Lebas, F., Davoust, C., & Corrent, E. (2008). Effect of mineral blocks addition on fattening rabbit performance. *9th World Rabbit Congress*, June 10–13, Verona, Italy, 853–857.

Produits chimiques et réactifs utilisés

1. Eau physiologique
2. MRS agar
3. MRS Liquide
4. Les géloses : MRS (Man Rogosa et Scharpe ,1960) pour la culture des lactobacilles
5. Les colorants : Violet de gentiane, fuschin

Appareillage

L'appareillage utilisé est le suivant :

1. Spectrophotomètre (Jenway7305)
2. Etuve (Memmert)
3. Four à moufle
4. Microscope optique (DM Series)
5. pH-mètre
6. Autoclave (Witeg Wisd)
7. Bain-marie (Timo)
8. Balance de précision (Isolab)
9. Anse de Platine
10. Boite de pétri
11. Tube à essai
12. Centrifugeuse (IECCentra-4B)
13. Agitateur vortex (VELP SCIENTIFICA)

Les étapes de coloration de Gram

La coloration de Gram a été réalisée selon la technique suivante : Sur une lame, fixer à la chaleur une culture bactérienne Recouvrir la lame avec la solution de violet de gentiane pendant une minute Ajouter du lugol pendant 30 secondes ; Décolorer avec de l'alcool 95°, puis rincer à l'eau Faire une contre coloration en utilisant la fuschine et laisser agir 20 à 30secondes Laver à l'eau Après séchage, soumettre la lame à une observation microscopique avec huile d'immersion (×100)

❖ Les bactéries à Gram positif apparaissent en violet et les bactéries à Gram négatif en rose.



Figure 1 Centrifugeuse (IECCentra-4B)



Figure 2 Etuve (Mettler)



Figure 3 Four à moufle (EliMANFRED)



Figure 4 Agitateur vortex (VELP SCIENTIFICA)

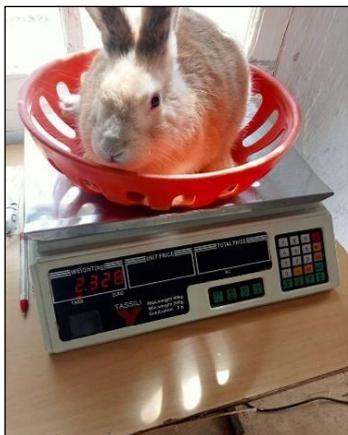


Figure 5 : pesse lapin chaque semaine



Figure. Aspect morphologique qualitative des lapins

1. Unicolore noire
2. Panaché plaqué noir et blanc
3. Agouti gris bleuté
4. Panache plaqué gris bleuté et blanc
5. Agouti fauve
6. Panaché plaqué agouti et blanc
7. Panache tacheté gris bleuté et blanc

Tableau. Evaluation de l'effet des probiotiques sur l'indice de consommation et le gain moyen quotidien.

Age lapin (jours)	Lots	IC (g/j)						GMQ (g/j)					
		Moyenne	Ecart type	Minimum	Maximum	Sig.	F	Moyenne	Ecart type	Minimum	Maximum	Sig.	F
41j-48j	Lot temoin	2,43	0,30	2,00	2,96	0,376	1,043	34,86	7,22	26,00	45,00	0,473	0,791
	Lot A	2,10	0,46	1,56	2,69			37,60	3,51	32,00	41,00		
	Lot B	3,36	2,59	1,61	8,59			32,60	6,95	21,00	39,00		
48j-55j	Lot temoin	2,54	0,48	1,70	3,27	0,224	1,671	37,10	5,16	29,14	43,14	0,073	3,436
	Lot A	2,85	1,13	1,63	4,34			35,43	5,51	29,14	39,43		
	Lot B	3,24	0,54	2,53	3,73			28,50	4,99	23,14	35,14		
55j-62j	Lot temoin	4,45	1,25	3,27	7,02	0,156	2,154	26,00	4,66	18,29	32,29	0,503	0,722
	Lot A	3,47	0,05	3,41	3,51			25,71	4,77	19,71	30,57		
	Lot B	3,50	0,54	2,93	4,31			29,24	6,69	21,14	38,57		
62j-69j	Lot temoin	6,00	2,69	4,09	7,90	0,048*	5,937	20,17	8,41	12,00	32,57	0,023*	5,236
	Lot A	2,39	0,23	2,22	2,65			35,93	9,00	25,43	46,86		
	Lot B	2,77	0,22	2,56	3,00			25,76	4,79	20,57	33,71		
69j-76j	Lot temoin	3,43	0,37	3,08	3,81	0,108	3,103	35,71	5,86	30,00	41,71	0,687	0,391
	Lot A	1,96	1,03	0,42	2,65			39,71	9,57	28,57	51,43		
	Lot B	2,91	0,70	2,12	3,45			35,03	8,20	21,43	43,43		
76j-83j	Lot temoin	5,88	0,62	5,17	6,24	0,003**	22,610	23,14	5,75	18,14	29,43	0,427	0,964
	Lot A	4,89	0,27	4,70	5,08			38,43	22,38	21,71	63,86		
	Lot B	2,93	0,57	2,41	3,54			36,04	12,17	23,14	51,71		