

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou
Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques
Département de Biologie



Mémoire de fin d'études

En vue de l'Obtention du Diplôme de Master en sciences Biologiques

Spécialité : Biologie des Populations et des Organismes

Thème

**Etude du microbiote intestinal chez le lapin de la souche synthétique
(*Oryctolagus cuniculus*).**

Réalisé par :

Melle SADI Lydia

Melle SAHNOUNE Lysa

Devant le jury :

Présidente :	<i>Mme Bouaziz.</i>	MCA	UMMTO
Promotrice :	<i>Mme Amroun LAGA.</i>	MCA	UMMTO
Co- promotrice :	<i>Melle Ben Idir.</i>	Doctorante	UMMTO
Examineur :	<i>Mr Nait Mouloud.</i>	MCA	UMMTO

Année universitaire : 2024/2025

Remerciement

En premier lieu, nous remercions ALLAH le tout puissant de nous avoir donné la santé, et la volonté de réalisé et de terminer ce travail.

Nous tenons à exprimer notre gratitude et nos sincères remerciements à notre promotrice

« Mme AMROUN-LAGA THILALI » maître de conférences à l'université Mouloud

Mammeri, pour avoir assuré notre encadrement, merci pour la confiance et les conseils que vous nous avez accordés. Merci également pour votre disponibilité et votre gentillesse.

Nous adressons nos sincères remerciement aux membres du jury nous nous remercions

Vivement « Mme BOUAZIZ » de nous avoir fait l'honneur de présider le jury de ce mémoire.

Nous remercions également « Mlle BEN IDIR AZIZA » pour son aide précieux dans la réalisation des manipulations ainsi que ces conseils précieux.

Nous tenons à exprimer notre sincère gratitude à notre examinateur « Mr NAIT MOULOUD » pour le temps précieux consacré à l'évaluation de notre mémoire, ainsi que pour ses remarques pertinentes et constructives. Sa rigueur et son regard critique ont grandement contribué à l'amélioration de notre travail et à notre enrichissement personnel et académique.

Enfin, nous tenons à remercier chaleureusement toutes les personnes qui nous ont soutenus, de près ou de loin, dans la réalisation de ce mémoire. Nos familles et amis, pour leur encouragement constant, leur compréhension et leur patience durant cette période exigeante, leur amour et leur soutien ont été des piliers sur lesquelles nous nous sommes appuyés

Ce mémoire est le fruit de nombreux efforts collectifs, et nous sommes profondément reconnaissants à tous ceux qui ont contribué, de manière directe ou indirecte, à sa réalisation.

Merci à tous du fond cœur

Dédicaces

Je tiens tout d'abord à remercier ALLAH le tout puissant de m'avoir donné la santé, La force et le courage afin d'achever ce travail

Plus grande merci à la lumière de mes yeux, mes très chers parents « Taibe et Fatma » qui ont beaucoup sacrifié pour m'aider avec leurs précieux conseils et leur soutien tout au long de mes années d'étude en leurs souhaitant une longue vie pleine de joie et de santé

Je dédie aussi ce travail :

A mes Belles sœurs « Wassila, Fethia, Dihia, Hanane et Melissa »

A mes beaux frères « Tarik et Sofiane »

A ma chère nièce « Aréna »

A mes chers neveux « Fayçal, Salas, Mayas, Ayeman, Yahia, Anis, Ilyan »

A mon binôme « Lysa » pour tous les moments de joie et de peine que nous avons

Passés ensembles

A mes beaux cousins et cousines et mes amis

A tous les étudiantes de ma promotion BPO Master 2 (2025)

« Lydia »

Dédicace

Je tiens à dédier ce modeste travail à :

Ceux qui m'ont apporté la vie sont à la fois la source de mon courage et mon inspiration. Je tiens à remercier sincèrement mes Parents pour tous les sacrifices qu'ils ont faits pour mes études. J'espère constamment rester fidèle aux principes moraux que vous m'avez transmis je vous aime.

Mon très cher frère TOUFIK que dieu le protège.

Mes Chers Grands Parents que je souhaite une longue vie.

Mes Chers Oncle et Tantes et leurs Familles.

À mes chers cousins et cousines, Et tout particulièrement à LILA, ANISSA, SARAH, NESRINE et FERIEL, qui occupent dans mon cœur la place de véritables sœurs. Vous avez toujours été là pour moi, dans chaque étape, chaque moment, et surtout durant la réalisation de ce travail. Votre présence, votre soutien et votre amour ont été précieux et inestimables

Ma cher Binôme LYDIA pour son sérieux et tous les moments que nous avons passé ensemble sont tellement agréables et inoubliables.

Mes chers ami(e)s LISA, SARA et HANANE. Nous avons partagé bien plus que des cours : des fous rires, des galères, des réussites et tant de souvenirs inoubliables. Merci pour votre présence, votre soutien, et cette belle aventure qu'on a vécue ensemble. Que notre amitié continue de grandir, peu importe où la vie nous mènera

À mon très cher ami FAYCEL, Merci d'avoir toujours été là, dans les bons comme dans les moments difficiles. Ton soutien, ta présence et ta bienveillance ont énormément compté pour moi. Je suis reconnaissant(e) d'avoir un ami comme toi à mes côtés.

À ma très chère amie d'enfance TINHINANE, Depuis toutes ces années, tu as toujours occupé une place spéciale dans ma vie. Je te souhaite du fond du cœur une réussite éclatante dans tout ce que tu entreprendras. Que la vie t'apporte bonheur, sérénité et accomplissement.

Tous mes enseignants qui m'ont suivi de mes premières années de scolarisation à ce jour-là

Tous mes camarades de la promotion BPO 2024/2025.

« LYSA »

Sommaire

Introduction	1
---------------------------	----------

Partie Bibliographique

Chapitre I : Généralités sur le lapin et souche synthétique.

1. Origine et domestication.....	3
2. Systématique.....	3
3. Habitat et répartition géographique.....	3
3.1. Habitat.....	3
3.2 Répartition géographique.....	4
4. Anatomie et morphologie générale.....	5
5. Anatomie et physiologie de système digestive.....	6
5.1 Anatomie de l'appareil digestive.....	6
5.1.1 La bouche.....	6
5.1.2 L'œsophage.....	7
5.1.4 L'intestin grêle.....	7
6.1.5 Le cæcum.....	7
5.1.6 Le côlon.....	8
5.2 Le régime alimentaire.....	8
5.2.1 Comportement alimentaire du lapin et la cæcotrophie.....	9
6. Cycle de vie et reproduction.....	10
7. Élevage et production.....	11
7.1 Mondiale.....	11
7.2 En Algérie.....	12
8. Populations cunicoles en Algérie.....	13
8.1. Lapin Kabyle.....	13
8.2. Population Blanche.....	13
8.3. Souche synthétique.....	13
9. Origine de la souche synthétique.....	14
10. Performances de reproduction de la souche synthétique.....	15
10.1 Réceptivité.....	15

10.2 Fertilité.....	15
10.3 Fécondité	15
10. 4 Prolificité	16
10.5 Mortalité	16
11. Performance de croissance	16
11.1 Croissance in utéro	16
11.2 Croissance entre la naissance et le sevrage	17
11.3 Croissance post servage.....	18
11.4 Vitesse de croissance	18
12. Comparaison entre les trios génotypes	19
Chapitre II : Microbiote intestinal.	
1. Définitions	21
1.1. Microbiote	21
1.1. Microbiote intestinal.....	21
2. Mise en place et structuration	21
3. Dynamique temporelle du microbiote intestinal	22
4. Rôles du microbiote intestinal.....	22
4.1. Rôle dans la digestion et l'efficacité alimentaire	22
4.2 Pouvoir immunorégulateur, et défense contre les agents infectieux	23
4.2.1 Rôle barrière.....	23
4.2.2 Rôle dans la stimulation de l'immunité intestinale	23
4.3 Rôle du microbiote dans la maturation des muqueuses et la vascularisation intestinale	24
5. Composition du microbiote intestinal chez le lapin	24
6. Description des principaux phylums	25
6.1 Phylum Actinobactérie	25
6.2 Phylum firmicute	25
6.3 Phylum protéobactéries	25
6.4 Phylum bactéroïdes.....	26
7. Quelques bactéries dominantes dans le microbiote intestinal de lapin	26
7.1 Les Entérobactéries.....	26
□ Genre : Escherichia coli	26
7.2 Clostridiales	27

□ Genre : Clostridium.....	27
7.3 Bacteroidales	28
□ Genre : Prevotella	28
7.4 Les bactéries lactiques	28
□ Genre : Bifidobacterium	28
8. Exemples de quelques champignons et levures dominantes dans le microbiote intestinal du lapin	29
8.1 Saccharomycetales	29
□ Genre : <i>Candida</i>	29
8.2 Eurotiales	30
□ Genre : <i>Penicillium</i>	30
8.3 Eurotiales	30
□ Genre : <i>Aspergillus</i>	30

Partie expérimentale

Matériels et Méthodes

1. Cadre d'étude	32
2. Situation géographique	32
3. Matériels.....	33
3.1 Matériels biologique	33
3.2 Matériels non biologiques	33
4. Méthode.....	33
4.1 Abattage et dissection des lapins	33
4.2 Collecte des échantillons	34
4.3 Préparation de milieu de culture PDA (Potato dextrose agar).....	36
4.4 Techniques d'ensemencement	36
4.5 Isolement des colonies fongiques	37
4.6 Purification des colonies fongique	38
4.7 Prélèvement des souches et coloration	38
5. Identification des souches fongique	39
5.1 Identification macroscopique	39
5.2 Identification microscopique	40
6. Analyse statistique.....	40

5. Abondance des genres fongiques dans tous les échantillons	52
Discussion.....	53
Conclusion.....	56
Références bibliographie.....	57
Annexe.	
Résumé.	

Listes des figures

Figure 1: Lapin (<i>Oryctolagus cuniculus</i>)	3
Figure 2: Répartition géographique du lapin de garenne dans le monde	4
Figure 3 : Répartition géographique du lapin (Ahmim, 2019).....	5
Figure 4 : Morphologie externe du lapin (Djago A et Kpodekon, 2007).....	6
Figure 5 : Implantation des dents chez le lapin (Barone et al., 1973).....	6
Figure 6 : Anatomie d'appareil digestive du lapin (Clark et al., 2018 ; Paës et al., 2023).	8
Figure 7 : Types de fèces chez le lapin : (A) caecotrophes, (B) fèces dures (Laftas, 2024).	9
Figure 8 : Schéma des différentes étapes de la digestion chez le lapin (Colin, 2022).	10
Figure 9 : (A) : Famille de l' <i>Oryctolagus cuniculus</i> , (B) : Lapereaux	11
Figure 10 : Production mondiale de la viande du lapin de 2000 à 2012.....	12
Figure 11 : Évolution de la production de viande de lapin en Algérie (FAOSTAT, 2013).	13
Figure 12 : Lapin synthétique souche ITELV (Boudhene, 2016).	14
Figure 13 : Evolution du poids d'un fœtus au cours de la gestation (Lebas, 2002).	17
Figure 14 : Évolution du poids d'un lapereau entre la naissance et le sevrage.....	18
Figure 15 : Courbe de l'évolution de la vitesse de croissance en fonction de l'âge (Lafolay, 1985).....	19
Figure 16 : Les grandes familles de bactéries (phylums).....	26
Figure 17: Structure et principale caractéristique des <i>Escherichia coli</i> (Licois, 1992).....	27
Figure 18: <i>Clostridium</i> spp sous le microscope optique (Dr.Dovinová P).	27
Figure 19: Colonies pigmentées en noir de <i>Prevotella disiens</i> sur gélose au sang anaérobie avec colonies d' <i>E. coli</i> (Nema, 2020).	28
Figure 20: Bactéries de l'espèce <i>Bifidobacterium</i> sous un microscope optique (X 100) utilisant la coloration de Gram (Almjalawi, 2023).	29
Figure 21: <i>Candida albicans</i> sous microscope optique grossissement x 100.....	29
Figure 22: <i>Penicillium</i> spp sous microscope optique grossissement x 100.	30
Figure 23: <i>Aspergillus</i> sous microscope optique grossissement (x 100).	31
Figure 24: Localisation géographique de la région de Tizirt (Google map).	32
Figure 25: Lapin de la souche synthétique <i>Oryctolagus cuniculus</i> (photo personnel).	33
Figure 26: Appareil digestif du lapin (photo personnelle).	34
Figure 27: Échantillons prélevés (photo personnelle).....	35
Figure 28: schéma récapitulatif du protocole de préparation du milieu PDA.....	36
Figure 29: Ensemencement chez animal 1.	37

Figure 30 : Isolement des colonies fongique.....	37
Figure 31: Prélèvement d'un fragment de champignon contaminé et l'étalement sur un milieu PDA stérile (photo personnelle).....	38
Figure 32: Prélèvement des structures fongiques (Photo personnelle).	39
Figure 33:Aspects macroscopique des champignons recensés.	43
Figure 34:Abondance des genres fongique recenser dans l'intestine grêle.	50
Figure 35:Abondance des genres fongique dans le caecum.....	51
Figure 36:Abondance des genres fongiques dans le côlon.	52
Figure 37: Abondance des genres fongique dans tous les échantillons.	52

Liste des tableaux

Tableau 1 : Classification taxonomique du	3
Tableau 2 : Performances moyennes de reproduction Résultats obtenus à Baba Ali Avec les 3 génotypes (Lebas et al., 2010).....	19
Tableau 3 : Performances moyennes de croissance (Résultats obtenus à Baba Ali avec les 3 génotypes (Lebas et al., 2010).....	20
Tableau 4:le poids, âge et phénotypes des lapins utilise dans l'étude.....	33
Tableau 5:Classification des genres recensés.....	41
Tableau 6:Caractéristiques macroscopique des genres recenser.....	41
Tableau 7:Caractéristiques microscopique des genres recenser	44
Tableau 8:Abondance des genres fongiques chez l'animal 1.....	46
Tableau 9: Abondance des genres fongiques chez l'animal 2.....	47
Tableau 10:Abondance des genres fongiques chez l'animal 3.....	48
Tableau 11:Abondance des genres fongiques chez l'animal 4.....	49
Tableau 12: Abondance des genres fongiques chez l'animal 5.	50

Liste des abréviations

- **SS** : Souche synthétique
- **PB** : Population blanche
- **PL** : Population locale
- **AGV** : Acide gras volatile
- **GMQ** : Gain moyen quotidien
- **LPSN** : Classification hiérarchique des procaryotes
- **CMCase** : Carboxymethyl cellulase
- **GALT** : Gut Associated Lymphoïde Tissue (Le système immunitaire intestinale du lapin)
- **E coli**: Escherichia coli
- **Sp**: Espènnnnnnnnces
- **An**: Année
- **C**: Caecum
- **I**: Intestin grêle
- **CO**: Colon
- **FAOSTAT**: La Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database

Liste des annexes

Annexe 1 : matériels non biologique .

Introduction

Le lapin est un mammifère lagomorphe, herbivore par excellence et la cuniculture ou cuniculiculture est l'ensemble des sciences, techniques et pratiques permettant l'élevage de lapins domestiques. Cette filière s'intéresse à l'élevage du lapin dans le but de bénéficier de différents types de production de cette espèce : la viande et ses sous-produits (peau et excrément), la fourrure ou le poil (angora). Parfois, il est aussi élevé comme animal de laboratoire (utilisation du lapin dans la recherche scientifique), ou comme animal de compagnie. L'élevage du lapin, pratiqué à petite échelle, peut permettre à chaque famille de produire de la viande pour ses besoins, c'est-à-dire pour l'autoconsommation. Mais sa production en grande quantité peut générer des revenus et des profits pour l'ensemble de la famille, ou peut aussi avoir une renommée industrielle et contribuer à l'économie d'un pays. (Selles, 2024).

La viande de lapin, peu consommée au monde est pourtant elle possède des avantages nutritionnels indiscutables par rapport aux viandes de bœuf ou de porc. Elle se caractérise en effet par un rapport protéines/énergie élevé (Combes et Dalle Zotte, 2005).

D'après Dalle Zotte, (2014) le lapin est un bon transformateur de protéines végétales en protéines animales de haute valeur biologique, il peut fixer 20% de protéines alimentaires qu'il absorbe, sous forme de viande riche en protéines à haut rendement, assez pauvre en lipides et d'une valeur diététique intéressante.

Le microbiote intestinal correspond à une communauté de micro-organismes (bactéries mais aussi des virus, des champignons et des levures dans l'intestin qui exerce une interaction symbiotique ou commensal entre-elle. Ils sont responsables de trois fonctions principales et essentielles : métaboliques, trophiques et de défense (Maresch *et al.*, 2018).

Dans ce contexte, et bien que la majorité des travaux se soient concentrés sur la composition bactérienne du microbiote, notre étude porte spécifiquement sur l'analyse du microbiote fongique intestinal chez le lapin de souche synthétique, une thématique encore peu explorée comparée aux recherches existantes. Pourtant, les champignons jouent un rôle essentiel dans le maintien de l'homéostasie intestinale, notamment par leurs interactions avec les autres micro-organismes et l'hôte. Comprendre la composition et la dynamique de ce microbiote fongique pourrait permettre de développer des stratégies de modulation ciblées, susceptibles d'améliorer la santé digestive des lapins et de réduire leur taux de mortalité chez la souche synthétique en raison de son intérêt économique.

Notre étude se compose de deux parties :

La première partie : une étude bibliographique subdivisée en deux chapitres, la première porte des généralités sur le lapin *Oryctolagus cuniculus* et des illustrations sur les caractéristiques spécifiques de la souche synthétique, le deuxième se concentre sur la composition du microbiote intestinal.

La deuxième partie d'ordre expérimentale réalisée au sein du laboratoire physiologie animale de l'université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. Elle se divise en trois sections la première présente matériels et méthodes employés pour la réalisation de l'étude, la deuxième expose les résultats obtenus la troisième une discussion critique de ses résultats et enfin une conclusion générale vient résumer les principaux apports de cette étude expérimentale.

Partie Bibliographique

1. Origine et domestication

La nomination du genre *Oryctolagus* vient de grec oruktes = fouisseur et lagos = lièvre. Par contre le nom d'espèce *cuniculus* est le nom latin du lapin. *Oryctolagus cuniculus* est le seul mammifère domestique dont l'origine paléontologique se situe en Europe de l'Ouest avec des fossiles datant d'environ 6 millions d'années retrouvés en Andalousie (Lebas, 2015) La domestication du lapin conduit à l'émergence de nombreuses races de lapin. Par exemple au XVIème siècle, le lapin domestique est quatre fois plus gros que le lapin sauvage (Martrenchard, 2021). C'est au cours du Moyen Âge que s'effectue la domestication du lapin : élevage à proximité de l'homme, avec contrôle au moins partiel de la reproduction, suivi de la conservation des sujets les plus intéressants (Lebas et al., 2010) (Figure 1).

2. Systématique

Le lapin domestique porte la classification taxonomique suivant (Tableau 1) :

Tableau 1 : Classification taxonomique du Lapin (Follet, 2003).



Règne	Animal
Embranchement	Vertèbres
Classe	Mammifère
Ordre	Lagomorphes
Famille	Léporides
Genre	<i>Oryctolagus</i>
Espèce	<i>Oryctolagus cuniculus</i>

Figure 1: Lapin (*Oryctolagus cuniculus*) (Benkaci et Kherchaoui, 2023).

3. Habitat et répartition géographique

3.1. Habitat

Le Lapin de garenne fréquente tous les types de milieux : bois, lisières, bosquets, bocages, remblais, talus et coteaux, garrigues, dunes à l'exception des grands massifs forestiers, des zones d'agriculture intensive et au-delà de 1200-1400 m d'altitude. Il a des préférences pour des sols légers, secs et filtrants (sablonneux) qui lui facilitent le creusement de son terrier. Il lui faut aussi une végétation épaisse ou des buissons pour se réfugier en cas de danger.

D'origine méditerranéenne, le Lapin a été introduit depuis l'époque romaine jusqu'au Moyen âge dans la plupart des régions ; il est présent sur l'ensemble de la France (Boussta et Boussaou, 2022).

3.2 Répartition géographique

Les lapins sont actuellement présents en Europe, Afrique (surtout du Nord) Australie et Amérique du Sud (Chili). Leur répartition en Europe et au Maghreb se fait de façon discontinue et en populations fragmentées (Palacios et *al.*, 2008) (Figure 2).

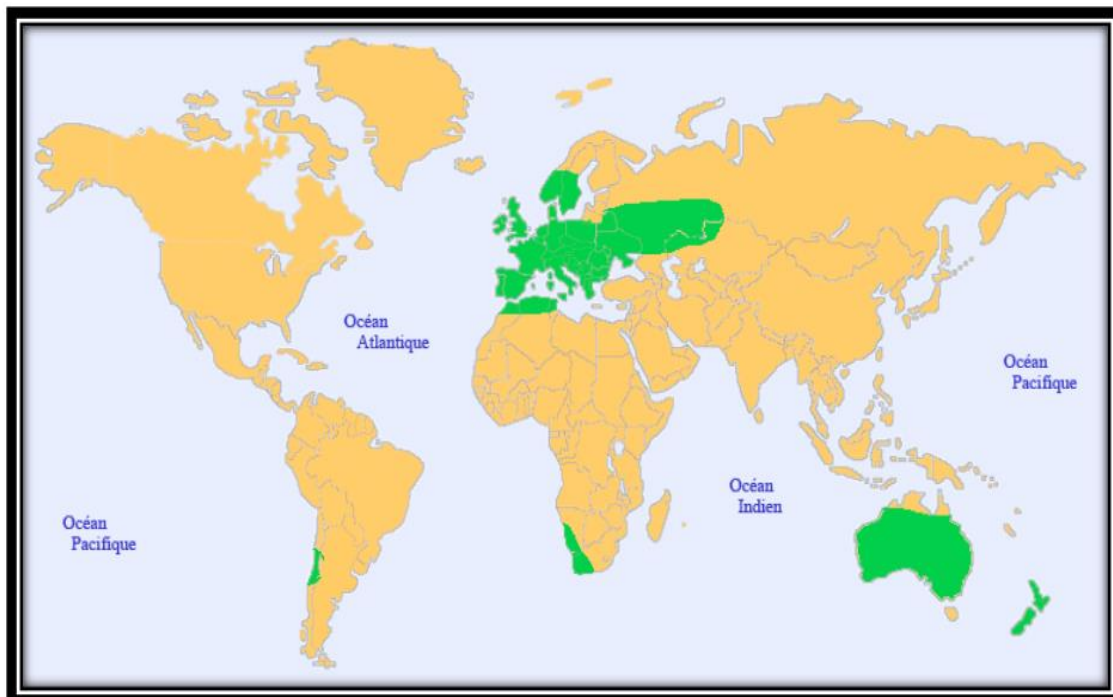


Figure 2: Répartition géographique du lapin de garenne dans le monde (Rezgui, 2021).

En Algérie, l'espèce *Oryctolagus cuniculus* existe depuis longtemps, cette espèce présente une répartition géographique étendue. Elle est présente au Nord et au Sud dans les côtés l'est et l'Ouest (Loche, 1858 ; Ahmim, 2019) (Figure 3).

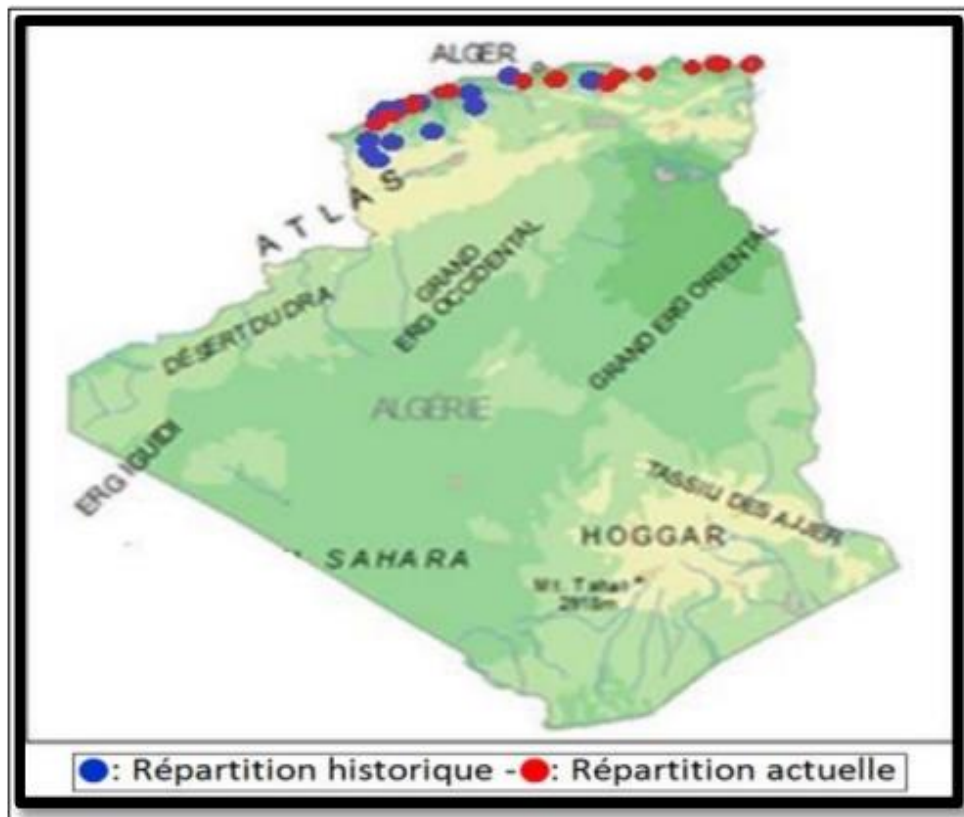


Figure 3 : Répartition géographique du lapin (Ahmim, 2019).

4. Anatomie et morphologie générale

La tête de l'animal est constituée d'os plats qui n'ont aucune mobilité, à l'exception de ceux situés dans la mâchoire inférieure. Au niveau de la tête du lapin la bouche est relativement petite et est située ventralement. Elle est munie de deux lèvres. La lèvre supérieure est fendue au centre de sa moitié ventrale et le nez possède deux narines obliques. Les yeux placés de chaque côté de la tête sont entourés de vibrisses. Les oreilles légèrement en arrière, sont couvertes de poiles courtes.

Le lapin a une fourrure dense avec des poiles de couverture longs et raides, et des sous poils fins pour l'isolation. Ses membres antérieurs sont courts avec cinq doigts, tandis que les membres postérieurs plus longs, ont quatre doigts. Sa structure osseuse légère représente 7 à 8% de sa masse corporelle. Les mâles ont une tête large et un thorax développé, les femelles sont plus fines avec un corps allongé et un bassin large (Martrenchard, 2021) (Figure 4).

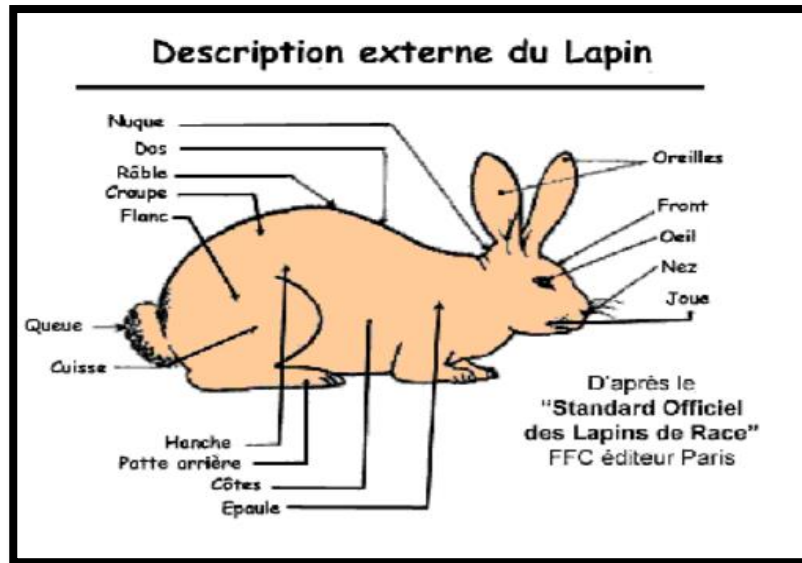


Figure 4 : Morphologie externe du lapin (Djago A et Kpodekon, 2007).

5. Anatomie et physiologie de système digestive

5.1 Anatomie de l'appareil digestif

L'appareil digestif du lapin est composé d'une succession de compartiments :

5.1.1 Bouche

Présente des dents profondément insérées dans la mâchoire (sans racines). Elles ont une croissance continue. Les 28 dents se développent sans interruption durant toute la vie (1 à 2,4 millimètres/semaine), et ont un rôle masticateur réduit. (Ait Ali et Tine, 2019) (Figure 5).

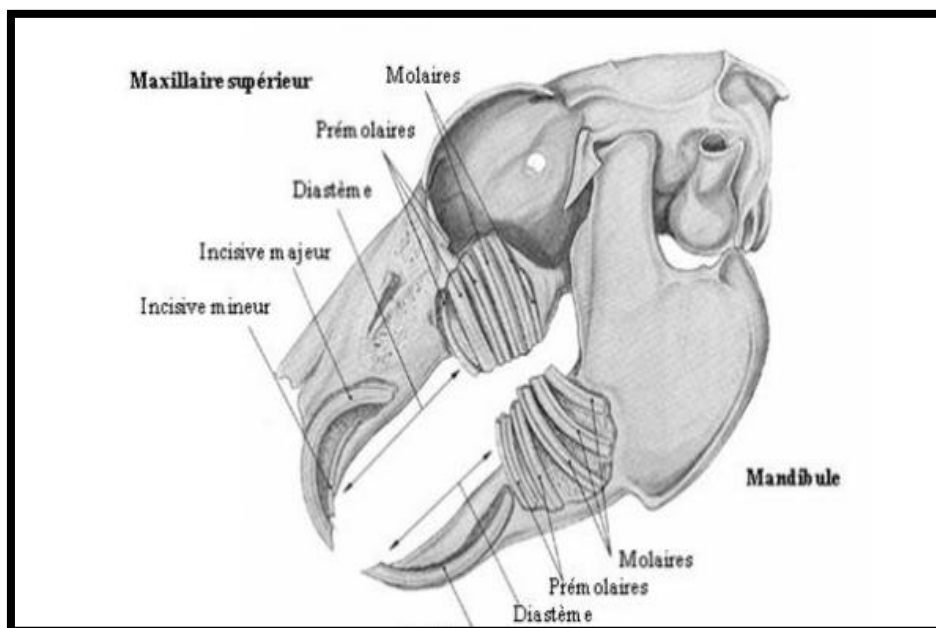


Figure 5 : Implantation des dents chez le lapin (Barone et al., 1973).

5.1.2 Œsophage

Contient des glandes salivaires bien développées (Snipes et Snipes, 1997). L'œsophage est court et sert exclusivement au transfert des aliments vers l'estomac, sachant que régurgitation est impossible (Gidenne, 2015).

5.1.3 Estomac

L'estomac est constitué de trois parties : La partie supérieure est le fundus, la partie « moyenne » est le cardia par lequel arrive l'œsophage, et la partie inférieure est l'antrum. L'estomac se termine par le pylore qui est responsable de la régulation du flux des aliments vers l'intestin grêle grâce à son sphincter (Moussa, 2009). L'estomac stocke environ 90 à 120 g d'un mélange pâteux d'aliments principalement dans l'antrum, tandis que le fundus stocke les caecotrophes. Les glandes muqueuses secrètent de l'acide chlorhydrique, de la pepsine et des minéraux. Le pH de l'estomac est très acide variant de 1,2 à 3,2 selon les parties, et le pylore possède un sphincter qui contrôle l'entrée des digesta dans le duodénum (Gidenne et Lebas, 2005).

5.1.4 Intestin grêle

Représente plus de la moitié de la longueur du tube digestif (3 m environ chez l'adulte). La partie supérieure rattachée au pylore est le duodénum. Le jéjunum constitue la partie intermédiaire et l'iléon la partie inférieure dont l'extrémité est rattachée au cæcum. Divers organes de sécrétions communiquent avec l'intestin grêle. Le foie sécrète de façon continue la bile qui est stockée dans la vésicule biliaire et les enzymes digestives du pancréas qui se déversent dans le duodénum.

Ces enzymes permettant la dégradation des protéines, de l'amidon et des graisses. La paroi de l'intestin renferme également des glandes digestives et des plaques de Peyer, des tissus lymphoïdes. Le pH intestinal est légèrement alcalin 7,2 à 7,5 et devient plus acide 6,2 à 6,5 à la fin de l'iléon. Le chyme reste dans l'intestin grêle pendant 1 à 3 heures permettant l'absorption des nutriments dans le sang (Moussa, 2009).

6.1.5 Cæcum

Le cæcum mesurant 40 à 45 cm, contient environ 40% du contenu digestif total, soit 100 à 120g d'un mélange pâteux avec un taux de matière sèche de 20 à 24%. Son pH varie de 6 le jour à 5,6 la nuit (Gidenne et Lebas, 2005). Le cæcum est le lieu d'une intense activité bactérienne à l'origine de l'hydrolyse et de la fermentation des fibres alimentaires. À son

extrémité, l'appendice cæcal (10-12 cm) a un diamètre nettement plus faible. Sa paroi épaisse est constituée de tissu lymphoïde (Gidenne et *al.*, 2015).

5.1.6 Côlon

La longueur totale du côlon est d'environ 1,5 m et se divise en deux parties le colon proximal, et le colon distal où la paroi devient lisse. Le colon se termine par le rectum, qui débouche sur l'anus (Gidenne et *al.*, 2015) (Figure 6).

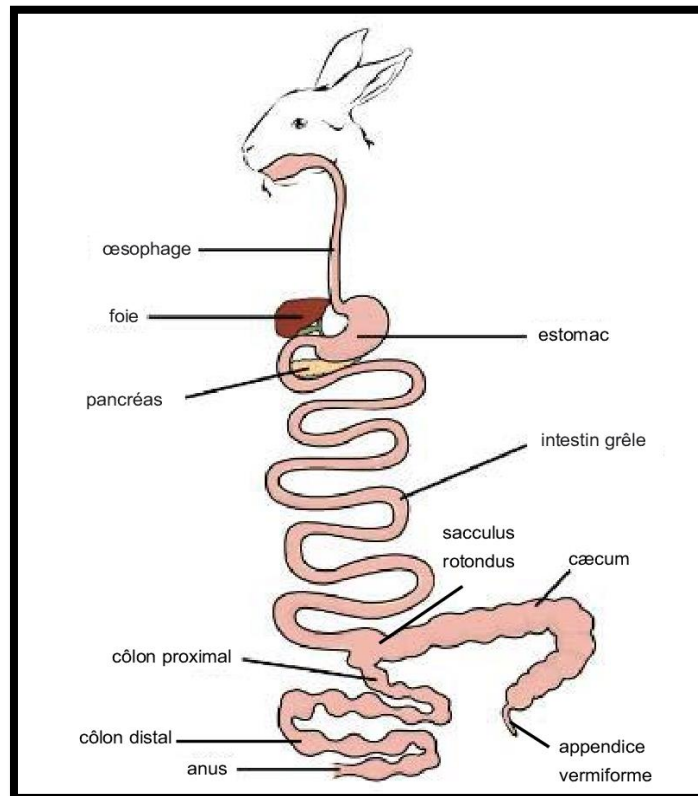


Figure 6 : Anatomie d'appareil digestif du lapin (Clark et *al.*, 2018 ; Paës et *al.*, 2023).

5.2 Le régime alimentaire

Le lapin est un petit mammifère herbivore ce qui signifie qu'ils mangent principalement des plantes. Son régime alimentaire naturel se compose de foin, d'herbe, de feuilles, de tiges, de fleurs, de légumes verts et de racines. Les lapins ont des besoins nutritionnels spécifiques pour rester en bonne santé, notamment :

- **Foin** : Les lapins doivent avoir accès à une quantité illimitée de foin de haute qualité. Le foin est important pour maintenir une bonne digestion, prévenir les problèmes dentaires et fournir des fibres essentielles à la santé intestinale.

- **Légumes verts** : Les légumes verts comme les épinards, le brocoli, la laitue romaine, le persil et le chou frisé sont riches en nutriments essentiels pour la santé des lapins.
- **Aliments frais** : Les lapins doivent avoir une petite quantité d'aliments frais tels que des carottes, des pommes ou des poires chaque jour.
- **Granulés** : Les granulés pour lapins sont un aliment complet et équilibré qui fournit une grande partie des vitamines et minéraux nécessaires à leur santé (Loïc, 2023).

5.2.1 Comportement alimentaire du lapin et la cæcotrophie

Le comportement alimentaire du lapin est marqué par deux caractéristiques importante. D'une part, il présente une forte aptitude et un goût pour grignoter et ronger des aliments (Savietto et Gidenne, 2015). D'autre part, comme tous les lagomorphes, le lapin pratique la cæcotrophie : consiste à la production de 2 types de fèces (Figures 7 et 8) : les crottes rondes, dures et sèches que nous connaissons tous et des cæcotrophes, qui sont des crottes molles, humides, brillantes, collées en grappe et très odorantes (Colin, 2022) qui vont être ingérées (en totalité). Les crottes dures sont rejetées dans les litières (Savietto et Gidenne, 2015).



Figure 7 : Types de fèces chez le lapin : (A) cæcotrophes, (B) fèces dures (Laftas, 2024).

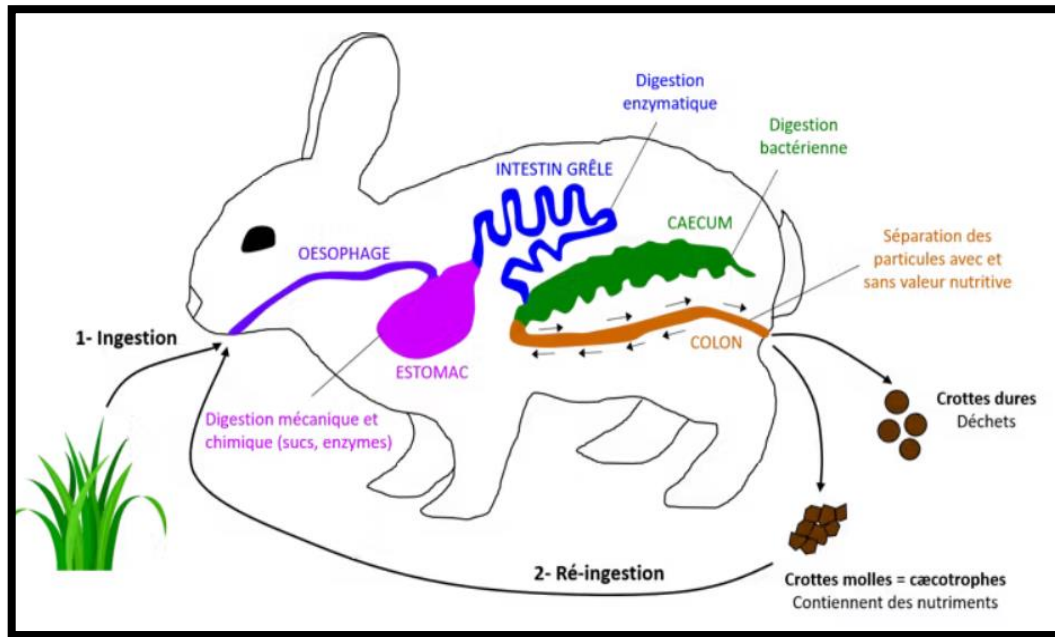


Figure 8 : Schéma des différentes étapes de la digestion chez le lapin (Colin, 2022).

6. Cycle de vie et reproduction

Le cycle de vie des lapins peut varier selon l'espèce, mais en général, la durée de vie des lapins domestiques est d'environ 8 à 12 ans (Loïc, 2023).

Chez les lapins, le mâle atteint sa maturité sexuelle à 6 mois et la femelle à 4 ou 5 mois. Il est toutefois recommandé d'attendre quelques semaines encore avant de les faire se reproduire afin qu'ils soient au moins âgés de 7 ou 8 mois. Les mâles sont féconds jusqu'à environ 6 ans et les femelles jusqu'à 4 ans. Il n'y a pas de saisonnalité définie en termes de reproduction chez les lapins puisqu'ils peuvent se reproduire à tout moment de l'année sachant que c'est l'accouplement qui déclenche la libération des ovules chez la lapine. C'est pourquoi on parle d'ovulation induite. L'accouplement chez les lapins est rapide puisqu'il ne dure que quelques secondes.

La gestation elle dure au moins 28 jours mais peut se prolonger jusqu'à 33 ou 34 jours. En fonction des races, une femelle peut avoir par portée entre 2 et 10 lapereaux (Figure 9).

La mise basse est très fréquemment au lever du jour. Elle dure entre 60 et 90 minutes. Les lapereaux naissent sourds, aveugles et sans poils. La mère prend soin de couper le cordon ombilical des lapereaux et les recouvre par poils (Corinne Goëffon, 2024).



Figure 9 : (A) : Famille de l'*Oryctolagus cuniculus*, (B) : Lapereaux (Fournier, 2005).

7. Élevage et production

7.1 Mondiale

Selon la FAO (2012) le lapin est élevé systématiquement à grande échelle, la production mondiale de viande de lapin atteignant 1,8 million de tonnes métriques par an. Cette production est par ordre décroissant, concentrée en Asie (48,8 %), en Europe (28,4 %), en Amérique (18,1 %) et en Afrique (4,7 %). La Chine est le principal producteur de viande de lapin (735 021 tonnes/an) principalement à des fins d'exportation, suivie de l'Italie, de l'Espagne, de l'Égypte et de la France 262 436 ; 67 775 ; 56 338 ; et 52 955 tonnes/an, respectivement.

En Italie, l'élevage de lapins est le quatrième secteur zootechnique, représentant 9 % du produit intérieur brut. Environ 100 millions d'animaux sont abattus chaque année et la consommation annuelle est de 2,3 kg par habitant (estimations commerciales et rurales en moyenne). Jusqu'aux années 1970, le lapin était un animal auquel peu d'importance était accordée dans les comptes de profits des fermes et était souvent décimé par des maladies ou des prédateurs tels que les rats, les chats et les chiens (Dalle Zotte, 2014) (Figure 10).

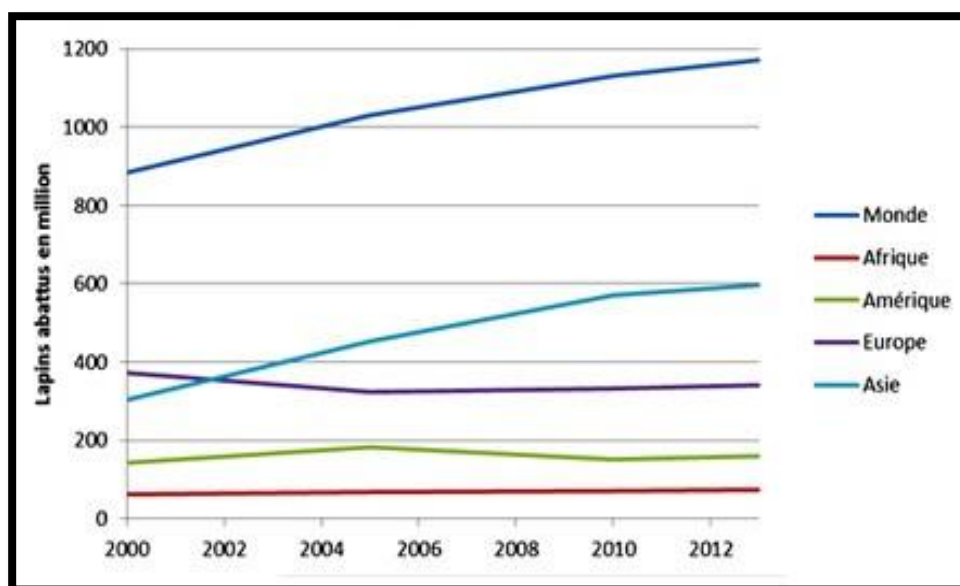


Figure 10 : Production mondiale de la viande de lapin de 2000 à 2012 (Colin et Lenoir, 2017).

7.2 En Algérie

Selon Lebas et Colin (2000), la production de viande de lapin en Algérie est estimée à 27 000 tonnes par ans. L'Algérie est classée en dixième position à l'échelle mondiale, avec une production estimée de 8250 tonnes en 2013, ce qui représente 0,7 % de la production mondiale globale (FAOSTAT, 2013).

Cette production est particulièrement concentrée au centre du pays notamment dans la région de Tizi-Ouzou et de Blida. La figure ci-dessous montre que la production nationale a connu une évolution remarquable durant les cinq dernières années suite aux différents programmes et projets de développement et de rationalisation de cet élevage (Figure 11).

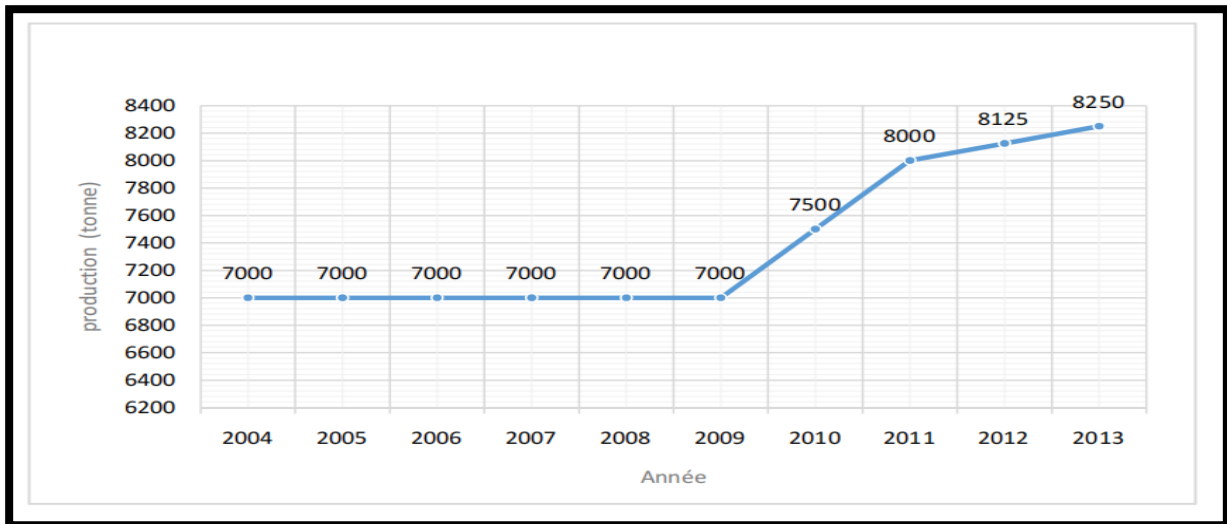


Figure 11 : Évolution de la production de viande de lapin en Algérie (FAOSTAT, 2013).

8. Populations cunicoles en Algérie

Trois types génétiques caractérisent le cheptel cunicole en Algérie.

8.1. Lapin Kabyle

Appartenant à la population locale de la Kabylie (région de Tizi Ouzou), il est caractérisé par un poids adulte moyen de 2.8Kg. Cette valeur le classe dans le groupe des races légères (Zerrouki et *al.*, 2001 : 2004). La population Kabyle présente une diversité du point de vue phénotype de couleurs, conséquence de croisements anarchiques avec des souches importées (Lounaonci, 2001 ; Berchiche et Kadi, 2002 ; Ferrah et *al.*, 2003 ; Zerrouki et *al.*, 2005).

Cette population a présenté une bonne adaptation aux conditions locales. Elle est utilisée principalement dans la production de viande, mais sa prolificité et son poids adulte sont trop faibles pour être utilisable telle quels dans des élevages producteurs de viande. La productivité numérique enregistrée chez les femelles de cette population est de l'ordre de 25 à 30 lapins sevrés par femelle et par an (Berchiche et Kadi, 2002 ; Gacem et Bolet, 2005 ; Zerrouki et *al.*, 2005).

8.2. Population Blanche

De phénotype albinos dominant, produite par une coopérative d'état. Elle a été décrite par Zerrouki et *al.* (2007). Souche plus lourde et plus prolifique que la population locale.

8.3. Souche synthétique

Une souche est une population d'effectif limite, fermé ou presque fermé, sélectionné pour un objectif plus précis qu'un standard. Pour créer une souche on peut partir d'une ou plusieurs

populations et/ou races (Figure 12). Ces souches sont souvent génétiquement plus homogènes que les races (De Rochambeau, 1990). Les souches peuvent se trouver dans des laboratoires de recherche qui les entretiennent pour étudier leurs caractéristiques biologiques et zootechniques en vue d'obtenir leur meilleure utilisation en sélection (Lebas, 2002).

La souche synthétique c'est une souche créée à partir d'un croisement entre une population local bien adapté et une souche française plus productive (Gacem et *al.*, 2009). Elle est nommée également souche ITELV2006, elle a été créé en 2003 pour améliorer le potentiel génétique des lapins destinés à la production de viande en Algérie (Boled et *al.*, 2012).



Figure 12 : Lapin synthétique souche ITELV (Boudhene, 2016).

9. Origine de la souche synthétique

La souche ITELV ainsi obtenue en décembre 2003 a été sélectionnée sur plusieurs générations. Par la suite, cette souche a fait l'objet de diffusion chez des éleveurs (Benyoucef et *al.*, 2018).

D'après Amroun (2018), une collaboration entre l'INRA, l'ITELV et l'université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, ayant pour finalité l'amélioration de la cuniculture en Algérie, a produit une souche synthétique de lapins. Ces animaux sont le résultat de l'insémination de 81 femelles appartenant à la population locale avec de la semence provenant de mâles de la souche INRA 2666 en France (Gacem et Bolet, 2005).

La souche 2666, sélectionnée à l'INRA de Toulouse, se distingue par sa haute prolificité (9 lapereaux vivants par portée et 7,52 sevrés) ainsi que son poids adulte supérieur et sa meilleure

croissance par rapport à la population locale algérienne (4,2 kg à l'âge adulte et une vitesse de croissance de 35-37 g/jour dans les conditions françaises) (Lebas et Zerrouki, 2010).

10. Performances de reproduction de la souche synthétique

10.1 Réceptivité

Une lapine est réceptive ou en œstrus lorsqu'elle accepte de s'accoupler. Elle est par contre, non réceptive ou en diœstrus quand elle refuse l'accouplement (Lebas *et al.*, 1996 ; Theau-Clément, 2005). La réceptivité de la femelle est le principal facteur reflétant l'efficacité de la reproduction.

En effet, les lapines réceptives ont une productivité beaucoup plus élevée que les non réceptives, notamment en insémination artificielle (Theau-Clément, 2007 et 2008 et Theau Clément *et al.*, 2011b et 2012b). Theau-Clément et Poujardieu (1994) ; Boudoure, (2020) enregistrent un taux d'ovulation de 85,6% pour des lapines réceptives contre seulement 58,1% pour celles qui ne le sont pas.

Selon Kermabon *et al.*, (1994) ; Boumahdi *et al.*, (2013), les femelles en œstrus, présentent des follicules plus gros et de corps jaunes. Elles produisent, en outre, trois fois plus d'embryons que les non réceptives (6, 2 *vs* 2, 6) (Fortun-Lamothe et Bolet, 1995).

10.2 Fertilité

La fertilité est un caractère commun à la fois à la femelle et au mâle. Elle est pour la lapine sa capacité à ovuler et à être fécondée (Boudoure, 2020) et à mener une gestation à terme (Theau-Clément, 2007 ; Theau-Clément, 2008). Elle représente, pour Hulot et Matheron (1979), l'aptitude des femelles d'une souche donnée à faire le plus grand nombre possible de portées. Elle est estimée soit par le taux de palpation soit elle est rapportée au taux de mise bas. La fertilité de la lapine varie selon le mode de reproduction (Boudoure, 2020).

10.3 Fécondité

Les paramètres biologiques de la fécondité d'une lapine dépendent d'une part de la fertilité qui représente l'aptitude des femelles à faire le plus grand nombre possible de portée ou taux de mise bas (nombre de mise bas/nombre de saillies). D'autre part, de la prolificité qui est conditionnée par le nombre d'ovules pondus de sites d'implantation et du nombre d'embryons (Hulot et Matheron, 1979).

10. 4 Prolificité

La prolificité est définie comme étant le nombre de lapereaux nés par mise-bas (Blocher et Franchet, 1990) ou sevrés par sevrage. Elle conditionne la productivité numérique des reproductrices et elle représente le paramètre capital de rentabilité d'un élevage (Fortun-Lamothe et Bolet, 1995). La taille de la portée est estimée en moyenne à 3 - 12 avec des extrêmes entre 1 et 20 lapereaux (Lebas, 2008). Elle dépend du taux d'ovulation (nombre d'ovules pondus) et de la viabilité des embryons Jusqu'à la naissance. Comme pour la fertilité, la prolificité est un caractère lié à la fois au mâle et à la femelle, quel que soit le mode de reproduction adopté (Brun et *al.*, 2013).

10.5 Mortalité

Selon Ragab et *al.* (2012), la prolificité de la lapine à la naissance est limitée par une Mortalité prénatale ou embryonnaire précoce. Cette mortalité peut être due à un défaut de fécondation ou à une faible activité lutéale expliquée par de faibles taux de progestérone (Fortun et *al.*, 1993). Elle est fortement influencée par la situation dans les cornes utérines ; les embryons situés près des ovaires ont une meilleure viabilité à cause d'une vascularisation plus importante (Argente et *al.*, 2008).

Une disparition des portées à la naissance peut résulter d'une mise basse sur grillage où cannibalisme (Szendro et *al.*, 2012). Après la naissance, la mortalité des lapereaux peut être due aux qualités maternelles des reproductrices (Boudoure, 2020). Dans les élevages cunicoles Algériens, Gacem et *al.* (2009) rapportent des taux de mortinatalité de 11 à 15 %.

11. Performance de croissance

La croissance c'est l'ensemble des modifications de poids, de forme, de la composition anatomique et biochimique d'un animal depuis sa conception jusqu'à l'abattage (Ouhayoun., 1978). Selon Prud'hon et *al.* (1970), elle est le résultat d'un ensemble de mécanismes complexes mettant en jeu des phénomènes de multiplication, de grandissement et de différenciation cellulaire, tissulaire et organique. C'est un phénomène physiologique essentiel qui est souvent apprécié par l'évolution du poids de l'individu en fonction du temps jusqu'au format adulte.

11.1 Croissance in utéro

Au début de la gestation, l'activité mitotique est intense mais la taille et le poids des fœtus restent les mêmes. Selon Lebas et *al.*, (2014), la croissance est de type exponentiel à partir du 12ème jour de la gestation. En effet, au 15ème jour de la gestation, le fœtus pèse environ 1g

mais à la fin de celle-ci, il croît rapidement et son poids atteint 55g (Fortun-Lamothe, 1994). Durant cette période, le développement foetal est influencé par plusieurs facteurs : la taille de portée (Bolet et *al* 1994), la saison (Zerrouki et *al* 2007), le numéro de la parité de la femelle (Argente et *al* 1996), son état physiologique (Fortun et *al* 2006), son alimentation (Fortun et *al* 1994) et le nombre de fœtus et leurs positions dans les cornes utérines (Belabbas et *al* 2013) (Figure 13).

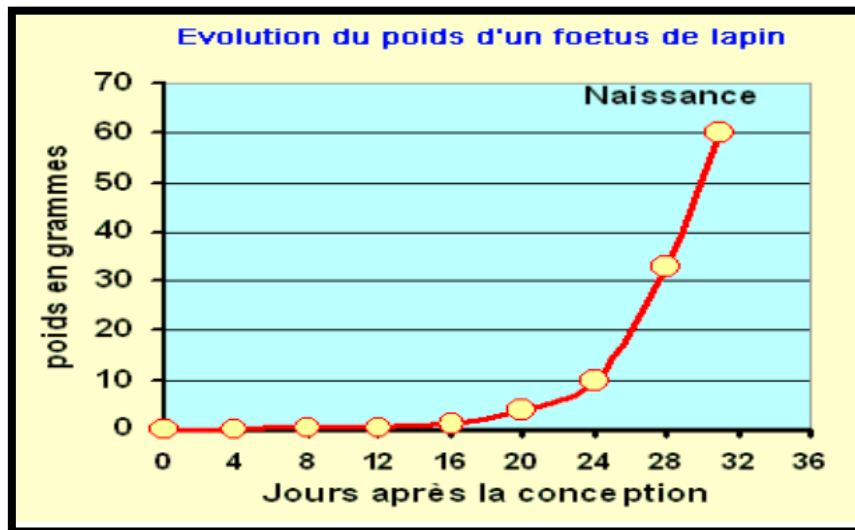


Figure 13 : Evolution du poids d'un fœtus au cours de la gestation (Lebas, 2002).

11.2 Croissance entre la naissance et le sevrage

Cette phase de croissance dépend de l'âge au sevrage (4 ou 6 semaines). La vitesse de croissance connaît une accélération très forte (Figure 14). Au cours de cette période, le poids du lapereau est multiplié par 10 (Ouhayoun, 1983). Entre la naissance et le sevrage, la croissance des lapereaux est linéaire durant les trois premières semaines.

La consommation d'aliment solide ne devient importante qu'à cet âge, au moment où la lactation de la lapine amorce sa chute. Il en résulte une nouvelle accélération de la croissance (35 à 38g par jour) et qui se poursuit au-delà du sevrage lorsque celui-ci a lieu à 4 semaines (Lebas et *al.*, 2014).

La croissance du lapereau durant la période pré sevrage dépend essentiellement du format de la mère, de son aptitude laitière et de la taille de portée.

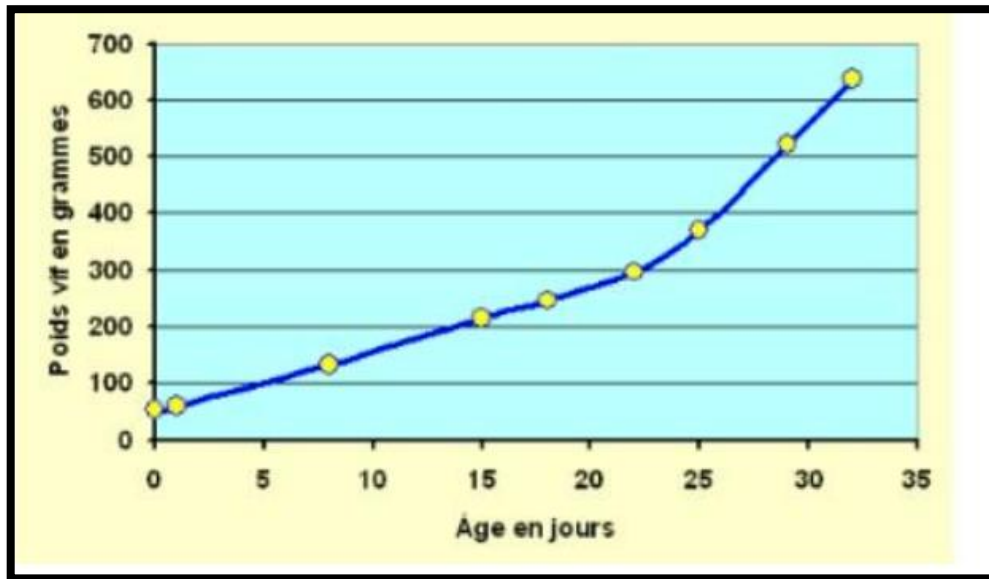


Figure 14 : Évolution du poids d'un lapereau entre la naissance et le sevrage (Lebas, 2002).

11.3 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.

11.4 Vitesse de croissance

La vitesse de croissance est maximale entre 5-6 semaines jusqu'à l'âge de 11 semaines (Gidenne et Lebas, 2005). Elle atteint son maximum à la 8ème semaine d'âge puis décroît progressivement, notamment après 77 jours d'âge (Figure 15). La vitesse de croissance tend vers zéro à partir de 6 mois d'âge (Blasco, 1992). La dépression de la vitesse de croissance observée souvent entre la 5ème et la 6ème semaine est liée à des modifications de l'alimentation et de l'environnement inhérentes au sevrage (Ouhayoun, 1983).

Dans la pratique, la vitesse de croissance s'exprime par le gain moyen quotidien (GMQ) de poids réalise au cours d'une période référencée. La vitesse de croissance instantanée exprimée par le gain moyen quotidien (GMQ), présente une courbe avec un maximum correspondant au point d'inflexion de la courbe de croissance (Ouhayoun, 1983).

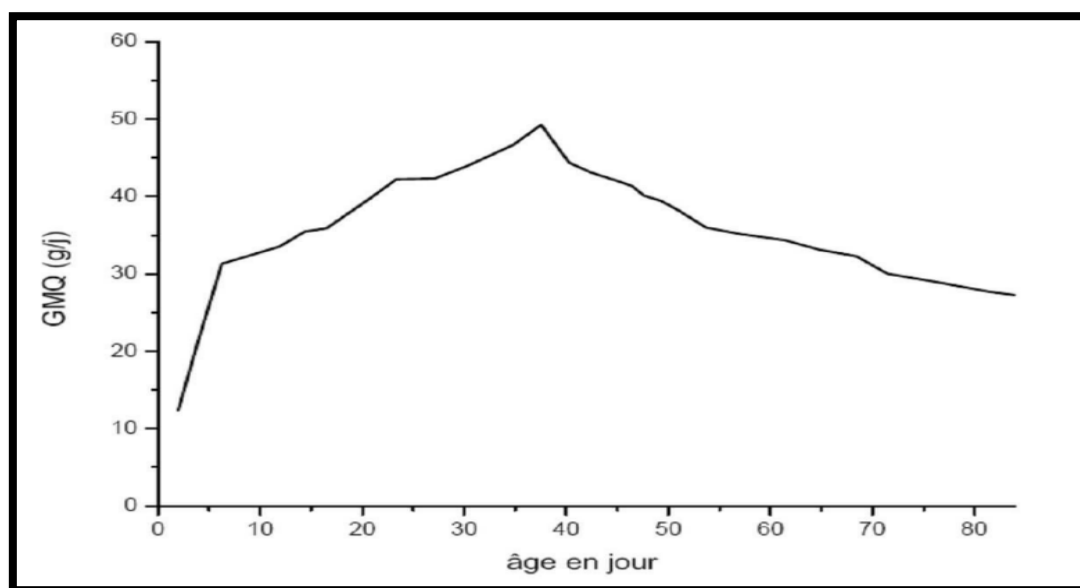


Figure 15 : Courbe de l'évolution de la vitesse de croissance en fonction de l'âge (Lafolay, 1985).

12. Comparaison entre les trios génotypes

Plusieurs études comparatives sont effectuées sur les performances de reproduction et de croissance de ces trois types génétiques (Souche synthétique, population blanche, population locale) dont certains résultats obtenus sont les suivants (Tableaux 2 et 3) :

Tableau 2 : Performances moyennes de reproduction Résultats obtenus à Baba Ali Avec les 3 génotypes (Lebas et al., 2010).

Génotype	Souche synthétique	Population blanche	Population locale
Poids des lapines (g)	3633a	3434b	3278c
Réceptivité (%)	65,5b	69,2a	64,0b
Fertilité (%)	51,0	52,0	51,0
Nés totaux /Mise bas	9,50a	7,42b	6,75c
Nés vivants/Mise bas	8,74a	6,84b	6,23c
Sevrés /Sevrage	7,08a	6,09b	5,45c
Poids individuel naissance (g)	54b	62a	61a
Poids individuel sevrage (g)	553b	554b	565a

a,b,c : signification

Tableau 3 : Performances moyennes de croissance (Résultats obtenus à Baba Ali avec les 3 géotypes (Lebas et *al.*, 2010).

Géotype	Souche synthétique	Population blanche	Population locale
poids initial g (35j)	553a	554a	585b
Poids final g (77j)	1506	1562	1534
GMQ (g/j) 35-77j	24a	24a	23b
% mortalité 35-77j	25%	26%	23%

Nombre total de lapins étudié : 5818 lapereaux sevrés.

1. Définitions

1.1. Microbiote

Le microbiote aussi appelé flore commensale, est l'ensemble des micro-organismes qui vivent dans un environnement donné. Ce groupe est principalement constitué de bactéries, d'organismes eucaryotes, de virus, et de champignons il peut atteindre jusqu'à 10^4 à 10^5 milliards d'organismes (Eckburg et *al.*, 2005).

Certaines bactéries vivent en étroite association avec le revêtement cutané-muqueux d'un hôte sans provoquer de déséquilibre. Elles dépendent exclusivement de la présence de cellules humaines ou animales, dont elles utilisent les produits du métabolisme pour se développer. Ce mode de vie est appelé commensalisme (Makki, 2014). Les bactéries commensales colonisent naturellement l'ensemble des muqueuses de l'organisme, mais leur répartition et leur abondance varient selon les muqueuses et les individus, formant ainsi un microbiote unique à chacun.

Le microbiote commensal se compose de quatre grandes flores : cutanée, respiratoire haute, génitale et digestive. Toutefois, certaines parties de l'organisme demeurent stériles, chez une personne en bonne santé, comme le sang, les voies respiratoires basses, les sinus, l'oreille moyenne, la plèvre, le péritoine, le foie, la vésicule biliaire, les os, les muscles, l'utérus, les voies génitales hautes et le tractus urinaire (Rofes, 2014).

1.1. Microbiote intestinal

Le microbiote intestinal est un écosystème complexe qui comprend tous les organismes unicellulaires présents dans le tractus digestif, notamment des bactéries, des virus, des champignons et des archées (Landman et Quévrain, 2016). La communauté microbienne digestive chez lapin abrite jusqu'à 100 à 1000 milliards de micro-organismes par grammes de digesta (Combes et *al.*, 2011).

Cet écosystème complexe de communautés microbiennes est impliqué dans des processus physiologiques importants chez l'hôte, tels que digestion et l'absorption des nutriments, le développement du système immunitaire, la perméabilité intestinale et la protection directe et indirecte contre le développement de bactéries dangereuses ou pathogènes (Abdel-Kafy, 2023).

2. Mise en place et structuration

Le tractus digestif des mammifères est considéré comme étant stérile in-utero. Une colonisation se met en place dès la naissance suivie d'un développement progressif du microbiote intestinal. Les bactéries maternelles et environnementales colonisent en premier le

tractus digestif du nouveau-né, grâce à une contamination par une collection hétérogène de micro-organismes qui peuvent être favorisées par différents processus tels que les soins de la mère lors de la délivrance (léchages) ou l'allaitement. Il a également été suggéré que les premières bactéries implantées dans le tractus digestif créent un environnement favorable pour l'établissement de phylum tels que Bacteroidetes, Actinobacteria et Firmicutes (Conway, 1995 ; Stewart, 1997).

Chez le lapin, les phylum Bacteroidetes et Firmicutes sont retrouvés abondamment dans le caecum dès 2 jours d'âge (Combes et *al.*, 2011). L'estomac et l'intestin grêle du lapereau sont pratiquement stériles jusqu'à la fin de la première semaine de vie. A cette même période, la population bactérienne du caecum présente une forte variabilité inter-individus et oscille entre 10^7 et 10^9 bact. /g de contenu caecal frais. Au cours de la deuxième semaine de vie le nombre de bactéries augmente, atteignant entre 10^9 et 10^{10} bact. /g mais avec une faible variation inter-individus. Les bactéries anaérobies facultatives et strictes sont présentes en proportion équilibrées. La microflore du côlon suit une évolution identique à celle du caecum mais le nombre de bactéries dénombrées y est légèrement plus faible (Gouet et Fonty, 1973).

3. Dynamique temporelle du microbiote intestinal

En l'absence de perturbations induites, la communauté bactérienne du caecum de lapin adulte (diversité, structure, densité des populations de bactéries totales, de Firmicutes et de Bacteroides Prevotella) reste stable dans le temps (Michelland et *al.*, 2010a ; Michelland et *al.*, 2011). En accord avec les observations réalisées notamment chez l'homme adulte (Zoetendal et *al.*, 1998 ; Vanhoutte et *al.*, 2004), l'absence de variations temporelles du microbiote caecal du lapin adulte illustre une remarquable stabilité de la composition microbienne dominante et indique que l'écosystème a atteint un équilibre.

4. Rôles du microbiote intestinal

Le microbiote digestif joue de multiples rôles physiologiques : capacité fermentaire, effet barrière contre les agents infectieux, pouvoir immunorégulateur, effets sur la motricité la vascularisation et la trophicité intestinales.

4.1. Rôle dans la digestion et l'efficacité alimentaire

L'une des fonctions les plus évidentes de l'écosystème digestif est sa capacité d'hydrolyse et de fermentation des nutriments. Chez le lapin, espèce herbivore et monogastrique, la digestion des nutriments a majoritairement lieu dans l'intestin grêle grâce aux enzymes

digestives de l'hôte. Ces enzymes hydrolysent la plupart des composants alimentaires à l'exception des constituants des parois végétales ou fibres (lignines, celluloses, hémicelluloses, pectines etc.... (Fonty et Gouet, 1989) qui sont hydrolysés par les enzymes bactériennes. Les activités métaboliques du microbiote sont fonction de la nature des substrats entrants et sont organisées en chaîne trophique. La première étape de la chaîne trophique assurée par les espèces hydrolytiques, correspond à l'hydrolyse des polymères complexes en composés plus petits (oses, acides aminés etc..). Ces composés solubles sont utilisés par les espèces hydrolytiques et fermentatives comme sources d'énergie. Les processus fermentaires conduisent à la production d'acides gras volatils (AGV).

L'ensemble de ces réactions de fermentation permet aux bactéries d'obtenir l'énergie nécessaire à leur croissance et à leur multiplication et au maintien de leurs fonctions cellulaires. Les produits fermentaires sont importants pour le lapin puisque les AGV et le NH₃ sont absorbés au travers des parois du caecum et du côlon et constituent une source énergétique pour l'hôte. La production d'AGV peut couvrir 30% à 50% des besoins énergétiques d'entretien du lapin adulte (Gidenne, 1992 ; Gidenne, 1994 ; Gidenne et *al.*, 2008).

4.2 Pouvoir immunorégulateur, et défense contre les agents infectieux

4.2.1 Rôle barrière

Le concept d'effet barrière (ou résistance à la colonisation) repose sur le fait que le microbiote implanté durablement dans le tube digestif s'oppose ou rend plus difficile l'implantation des bactéries exogènes (Berg, 1996). En effet, chez les animaux axéniques, une augmentation du transport d'antigène à travers la muqueuse intestinale est observée. Différents mécanismes ont été proposés pour expliquer cet effet barrière. Ainsi l'adhésion à la muqueuse des bactéries commensale peut prévenir l'attachement et l'entrée de bactéries pathogènes. Chez le lapin, les bactéries filamenteuses qui colonisent l'iléon permettent de réduire l'attachement d'*Escherichia coli* entéropathogènes (Heczko et *al.*, 2000).

4.2.2 Rôle dans la stimulation de l'immunité intestinale

Le système immunitaire intestinal du lapin (GALT pour Gut Associated Lymphoïde Tissue) est essentiellement situé dans l'intestin grêle et le côlon comme chez la plupart des mammifères, Le GALT contient plus de cellules immunitaires que l'ensemble de l'organisme (près de 70% chez l'homme Corthier, 2011). Dans l'intestin grêle le GALT est composé d'agrégats lymphoïdes organisés : les plaques de Peyer et de cellules isolées disséminées dans la lamina propria et l'épithélium des villosités (pour revue Fortun-Lamothe et Boullier, 2007).

Chez le lapin, la diversification du répertoire primaire des anticorps se poursuit après la naissance et est sous la dépendance des stimulations bactériennes. Cette diversification commence avant la naissance et s'achève vers l'âge de 10-12 semaines. Ainsi jusqu'à 2-3 semaines d'âge les lapereaux ne disposent que d'un répertoire peu diversifié, ce processus de diversification se produit entre 4 et 8 semaines d'âge par plusieurs processus. Le microbiote est indispensable à la production et à la diversification de ce premier répertoire d'anticorps (Lanning et *al.*, 2000) nécessaire à l'animal pour lutter efficacement contre les divers pathogènes auxquels il est soumis.

4.3 Rôle du microbiote dans la maturation des muqueuses et la vascularisation intestinale

Le rôle du microbiote sur le développement de la muqueuse intestinale a été démontré en comparant l'épithélium intestinal d'animaux axéniques et d'animaux conventionnels. Chez les animaux axéniques le taux de renouvellement et le nombre des cellules des cryptes sont réduits comparativement à des animaux conventionnels, suggérant que le microbiote réduit la prolifération cellulaire dans le côlon. (Guarner et Malagelada, 2003). Chez le lapin axénique le caecum est hypertrophié, le volume atteint par cet organe est tel (multiplié par 6 à 10 fois) qu'il entraîne la mort des animaux (Fonty et *al.*, 1979, Coudert et *al.*, 1988 ; Combes, 2011).

5. Composition du microbiote intestinal chez le lapin

Chez les mammifères herbivores, le microbiote est constitué : de bactéries appartenant à quelques centaines d'espèces, d'archées, affiliées majoritairement à un seul genre de protozoaires (40 à 50% de la biomasse chez le ruminant) et de virus bacteriophages (Fonty et Chaucheyras-Durand, 2007).

Chez le lapin, un microbiote abondant (10^{11} à 10^{12} bactérie/g) est présent dans l'ensemble caecum-côlon, les caecotrophes et les fèces ; il a également été étudié au niveau de l'iléon où son abondance est moindre (10^6 à 10^8 bactéries/g).

La population bactérienne est largement majoritaire et estimée à 10^{10} - 10^{12} bactéries par g de contenu (Gouet et Fonty, 1973 ; Forsythe et Parker, 1985 ; Combes et *al.*, 2011) tandis que la population archée est estimée à 10^7 par g de contenu (Combes et *al.*, 2011).

En ce qui concerne le domaine des eucaryotes, l'écosystème digestif caecal du lapin semble dépourvu de champignon anaérobie (Bennegadi et *al.*, 2003) et de levure (Kimse et *al.*, 2008)

quoique la présence de levures "commensales" ait été observée dans le caecum ($10^6/g$ Forsythe et Parker, 1985).

Les protozoaires sont absents de l'écosystème caecal (Bennegadi et *al.*, 2003) exceptés chez l'animal atteint de coccidiose (Lelkes et Chang, 1987).

6. Description des principaux phylums

6.1 Phylum Actinobactérie

Le phylum Actinobacteria c'est l'un des plus anciens phylums du domaine des bactéries qui jouent un rôle important en médecine et en biotechnologie. (Fatahi-Bafghi M 2019) Ce sont composés d'une classe, 10 ordres, 56 familles et 330 genres (Baeet *al.*, 2016 ; Seong et *al.*, 2018).

Dans ce phylum, l'ADN contient environ 50 à 70 % de G + non mobile, ne formant pas des spores et des capsules. Chez les Actinobactéries, il existe différents types de parois cellulaires avec divers sucres (arabinose, xylose, galactose, 3-O-méthyl-D-galactose) et acides aminés (acide diaminopimélique, glycine, lysine, ornithine) dans leur structure de paroi cellulaire. Parfois, dans la littérature, le phylum des Actinobactéries est divisé en deux groupes différents avec des acides mycoliques et sans composés d'acide mycolique dans leur structure de paroi cellulaire (Fatahi-Bafghi M 2019).

6.2 Phylum firmicute

Le phylum Firmicutes est l'un des plus grands groupes du domaine Bactéries, ce sont des micro-organismes gramme positifs. Une histoire systématique du phylum Firmicutes a été signalé pour la première fois en 1872 par Cohn, F. Ce phylum composait de sept classes englobant 12 ordres, 42 familles et 479 genres. Dans cette composition taxonomique, les cinq familles Christensenellaceae (Morotomiet *al.*, 2012), Oscillospiracées (Skermanet *al.*, 1980), Symbiobactériacées (Shiratori-Takanoet *al.*, 2014), et Peptoniphilacées (Johnsonet *al.*, 2014) ont été incluses, car ces familles ont été valablement publiées même si leurs noms ne figuraient pas dans la « Classification hiérarchique des procaryotes (LPSN) ».

Par conséquent, le phylum Firmicutes était plus diversifié que les phylums Actinobactéries et Bactéroïdes mais moins diversifié que le phylum Protéobactéries (LPSN) (Seong et *al.*, 2018).

6.3 Phylum protéobactéries

Toutes les protéobactéries sont des bactéries Gram-négatives, avec une membrane externe principalement composée de lipopolysaccharides. Beaucoup se déplacent à l'aide de flagelles, mais certaines sont immobiles ou dépendent du glissement bactérien. Parmi ces dernières, on

trouve les myxobactéries, un groupe unique de bactéries qui peuvent s'agréger pour former des fructifications multicellulaires. Il existe également une grande variété de types de métabolisme. La plupart des membres sont anaérobies facultatifs ou obligatoires, chimio autotrophes et hétérotrophes (Biology LibreTexts, 2017).

6.4 Phylum bactéroïdes

Les bactéroïdes comprennent un genre spécifique de bactéries bacilles à Gram négatif. Ce genre de bactéries se caractérise par ses membranes à base de sphingolipides et est généralement anaérobie et non endosporee, ce sont composés de quatre classes, quatre ordres, 21 familles et 324 Genres (LPSN) (Seong et al., 2018).

Les bactéroïdes sont en outre caractérisés comme mutualistes et ont été identifiés dans le système gastro-intestinal des mammifères. La capacité des bactéroïdes à fonctionner dans un environnement anaérobie leur permet de résider dans la cavité abdominale dans des conditions aérotolérantes (Biology LibreTexts, 2017) (Figure 16).

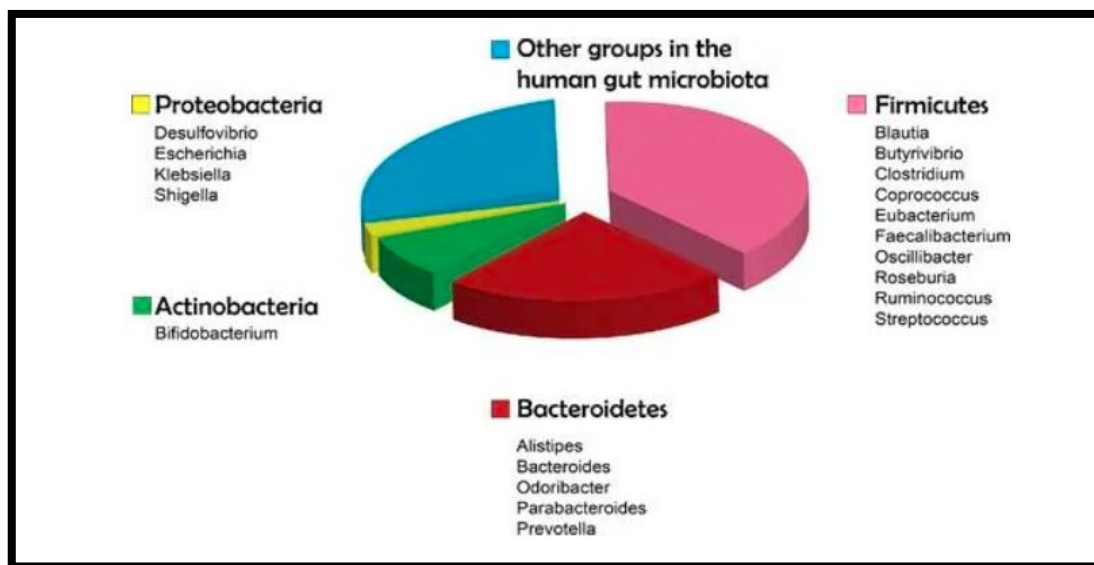


Figure 16 : Les grandes familles de bactéries (phylums).

7. Quelques bactéries dominantes dans le microbiote intestinal de lapin

7.1 Les Entérobactéries

➤ Genre : *Escherichia coli*

Escherichia coli est une bactérie reconnue comme pouvant être à l'origine de nombreuses infections telles qu'infections urinaires, septicémies, méningites, péritonites, et pneumonies à Gram-négatif (Levine, 1985). Les *E coli* appartiennent à la famille des Enterobacteriaceae ; c'est un bacille Gram-négatif mobile ou immobile, aéro-anaérobie facultatif. Les principales

caractéristiques de la structure d'*E coli* sont schématisées sur la figure Le pouvoir pathogène de ces *E coli* est lié à la présence de 2 types de facteurs de virulence codés par des plasmides (Elwell et Shipley, 1980 ; Echeverria et al, 1986) (Licois, 1992) (Figure 17).

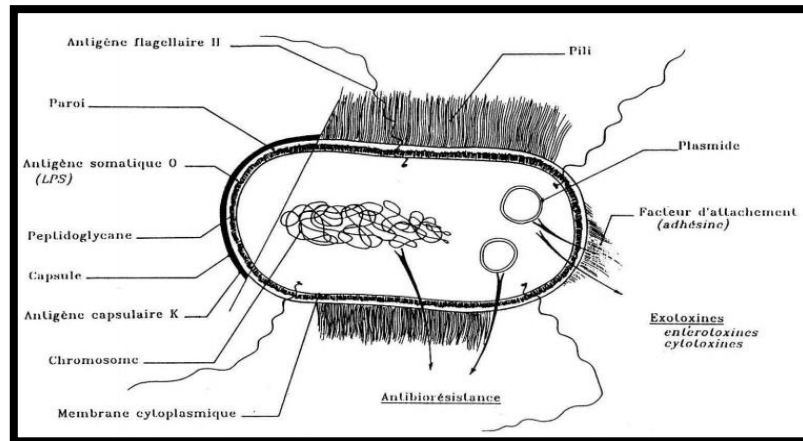


Figure 17: Structure et principale caractéristique des *Escherichia coli* (Licois, 1992).

7.2 Clostridiales

➤ Genre : *Clostridium*

Clostridium est une bactérie répandue dans le monde entier. Elle se trouve dans l'environnement et dans l'intestin de personnes et animaux en bonne santé. *Clostridium* est un genre de bactérie strictement anaérobie et sporulées à Gram positif qui appartiennent à la famille des Clostridiaceae dont la mobilité est généralement assurée par des flagelles périlleux (Hailegebreal,2017) (Figure 18).

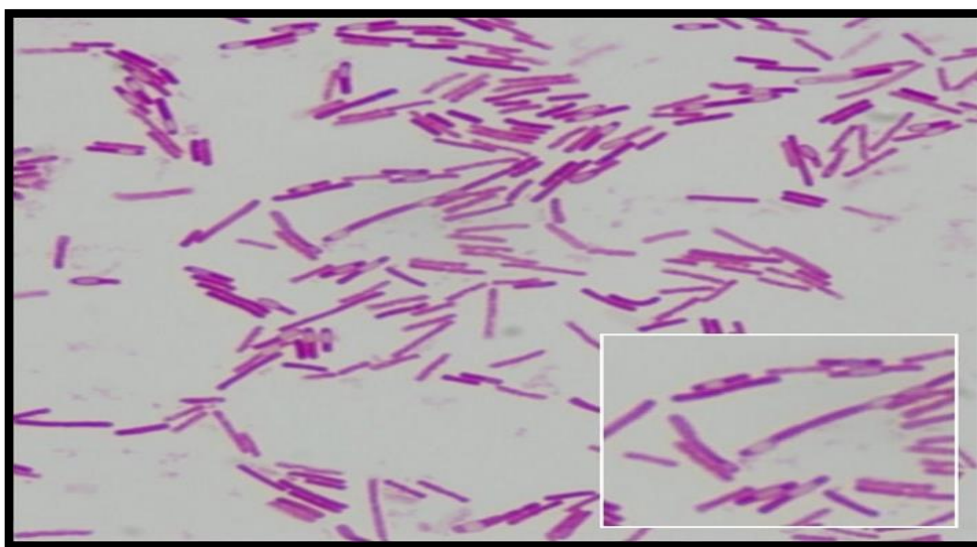


Figure 18: *Clostridium* spp sous le microscope optique (Dr.Dovinová P).

7.3 Bacteroidales

➤ **Genre : *Prevotella***

Le genre *Prevotella* a ainsi été créé en 1990. Ce sont des petits bacilles Gram négatif, anaérobique obligatoire. Leur caractéristique : exigence en hémine croissance lente (48 à 72 h) température optimale : (35-37°) pigmentation en noir des colonies sur gélose au sang : variable selon les souches. Font partie de la flore normale de la cavité buccale, du tractus intestinal, et du vagin (Allart, 1996) (Figure 19).

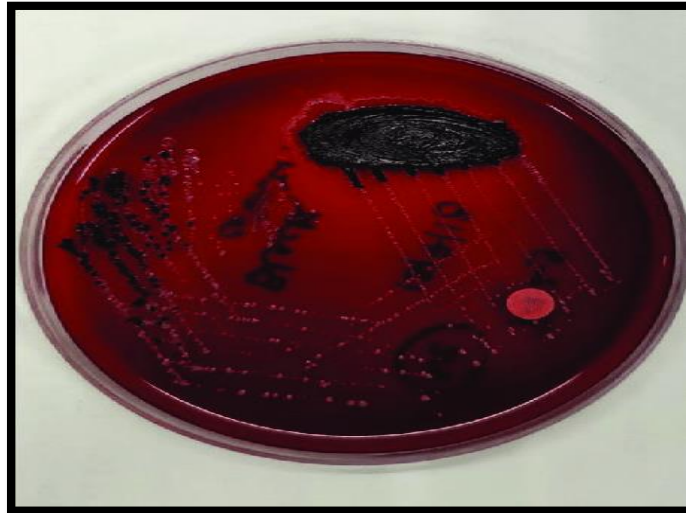


Figure 19: Colonies pigmentées en noir de *Prevotella disiens* sur gélose au sang anaérobie avec colonies d'*E. coli* (Nema, 2020).

7.4 Les bactéries lactiques

➤ **Genre : *Bifidobacterium***

Une bifidobactérie est une bactérie bacillaire à Gram positif, non-mobile, partie de la flore intestinale et souvent dans la branche des bactéries anaérobies. Certaines bifidobactéries sont utilisées comme probiotiques. Les bifidobactéries sont omniprésentes, en tant qu'habitants endosymbiotiques de la tractus gastro-intestinal, le vagin et la bouche des mammifères et autres animaux. Les bifidobactéries sont l'un des genres principaux de bactéries qui forment la flore du côlon chez les mammifères (AquaPortail, 2021) (Figure 20).

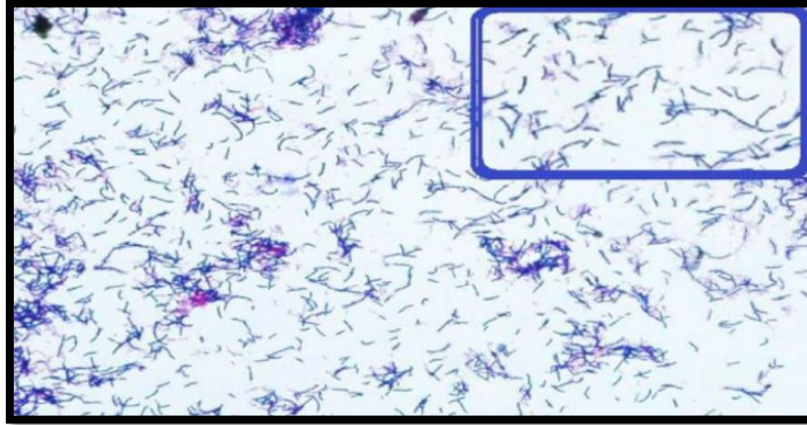


Figure 20: Bactéries de l'espèce *Bifidobacterium* sous un microscope optique (X 100) utilisant la coloration de Gram (Almjalawi, 2023).

8. Exemples de quelques champignons et levures dominantes dans le microbiote intestinal du lapin

8.1 Scharomycetales

➤ Genre : *Candida*

L'espèce la plus importante le *Candida albicans* est un champignon de type levure naturellement présent dans l'organisme et appartient aux micro-organismes qui peuplent la flore intestinale. En quantité équilibrée, il protège des infections et participe au nettoyage de l'intestin. Lorsque le microbiote intestinal est déséquilibré, le *Candida albicans* peut proliférer de façon excessive dans le tube digestif et libérer des toxines (Figure 21).



Figure 21: *Candida albicans* sous microscope optique grossissement x 10.

8.2 Eurotiales

➤ Genre : *Penicillium*

Ce genre réunit des champignons filamenteux, appartenant au phylum des Ascomycètes. Ce genre comprend environ 227 espèces définies essentiellement d'après les caractères du thalle, des pénicilles et des spores (Pitt, 1993) (Figure 22).

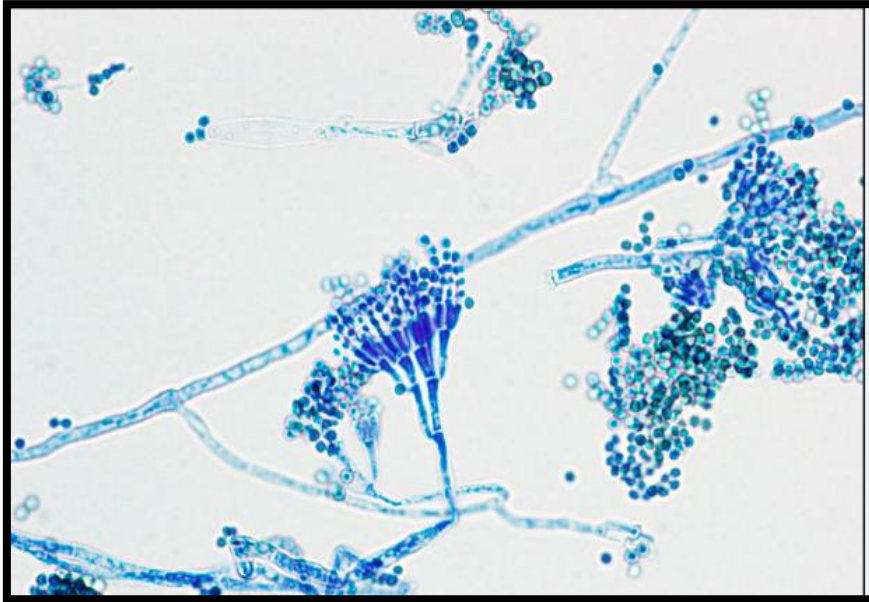


Figure 22: *Penicillium spp* sous microscope optique grossissement x 100.

8.3 Eurotiales

➤ Genre : *Aspergillus*

Le genre *Aspergillus* appartenant à la classe des ascomycètes. Représente un groupe diversifié de champignons parmi les plus abondants au monde. La germination d'une spore peut donner naissance à un mycélium végétatif qui colonise un substrat. Les hyphes du mycélium sont très hétérogènes en termes d'expression génétique, de croissance et de sécrétion. Les Aspergilli peuvent se reproduire de manière asexuée et sexuée (Krijgheld et al, 2013) (Figure 23).



Figure 23: *Aspergillus* sous microscope optique grossissement (x 100).

Matériel et Méthodes

1. Cadre d'étude

Notre étude expérimentale a été réalisée au sein du laboratoire de physiologie animale de l'Université de Mouloud Mammeri (Bastos) Tizi Ouzou, durant la période allant de 07/04/2025 au 28/05/2025.

L'objectif principal de ce travail est l'étude de la diversité fongique de l'intestine grêle, caecum et côlon du lapin de la souche synthétique *Oryctolagus cuniculus*.

2. Situation géographique

Tigzirt est une ville côtière située dans le nord de l'Algérie, au cœur de la région de Kabylie, dans la wilaya de Tizi Ouzou. Elle se trouve à environ 40 km au nord de Tizi Ouzou et à 120 km à l'est d'Alger. Son emplacement au bord de la mer, adjacent aux reliefs montagneux, lui confère une géographie variée, typique des côtes méditerranéennes.

Le climat de Tigzirt est méditerranéen, caractérisé par des étés chauds et secs, et des hivers doux et humides. En été, les températures moyennes oscillent entre 28 °C et 35 °C, tandis qu'en hiver, elles restent généralement supérieures à 10 °C. Les précipitations sont concentrées entre novembre et mars, avec des niveaux annuels variant de 600 à 1 000 mm. Ce climat clémente fait de Tigzirt une destination prisée, surtout pendant la saison estivale.



Figure 24: Localisation géographique de la région de Tigzirt (Google map).

3. Matériels

3.1 Matériels biologique

Cette étude est basée sur un groupe de lapins des souches synthétiques algériennes contentent 5 individus de sexe mâle (Figure 25).



Figure 25: Lapin du la souche synthétique *Oryctolagus cuniculus* (photo personnel).

L'âge de ces lapins est de 76 jours avec un poids corporel qui varia entre 1660 à 2230 gramme, ils ont des phénotypes différents (Tableau 4).

Tableau 4: Le poids, âge et phénotypes des lapins utilise dans l'étude.

Paramètre Individus	Age (jours)	Poids vif (g)	Phénotypes
1	76	2230	Blanche avec des oreilles noires
2	76	2110	Blanche
3	76	1660	Blanche avec des oreilles noires
4	76	2050	Blanche avec des oreilles noires
5	76	1900	Blanche avec des oreilles noires

3.2 Matériels non biologiques

L'ensemble des appareillages, verrerie, réactifs chimiques utilisés dans cette étude sont cités dans (Annexe 1). La verrerie utilisée pour la microbiologie a été stérilisée à l'autoclave à 120°C pendant 20 minutes.

4. Méthode

4.1 Abattage et dissection des lapins

Cinq lapins issus de la souche synthétique ont été soumis à une pesée avant l'abattage.

À l'aide d'un scalpel, Une dissection a été réalisée par une incision médiane sur la peau du Ventre, allant du sternum à la région génitale (Figure 26).



Figure 26:Appareil digestif du lapin (photo personnelle).

4.2 Collecte des échantillons

Après la dissection des tubes digestifs des cinq lapins, des échantillons de matières fécales de différentes parties de ce dernier ont été prélevés directement de l'intestin grêle, ceacum et du côlon. Le contenu a été préservé dans des boîtes de Pétri stériles et congelés par la suite à -86 C° jusqu'à utilisation (Figure 27).

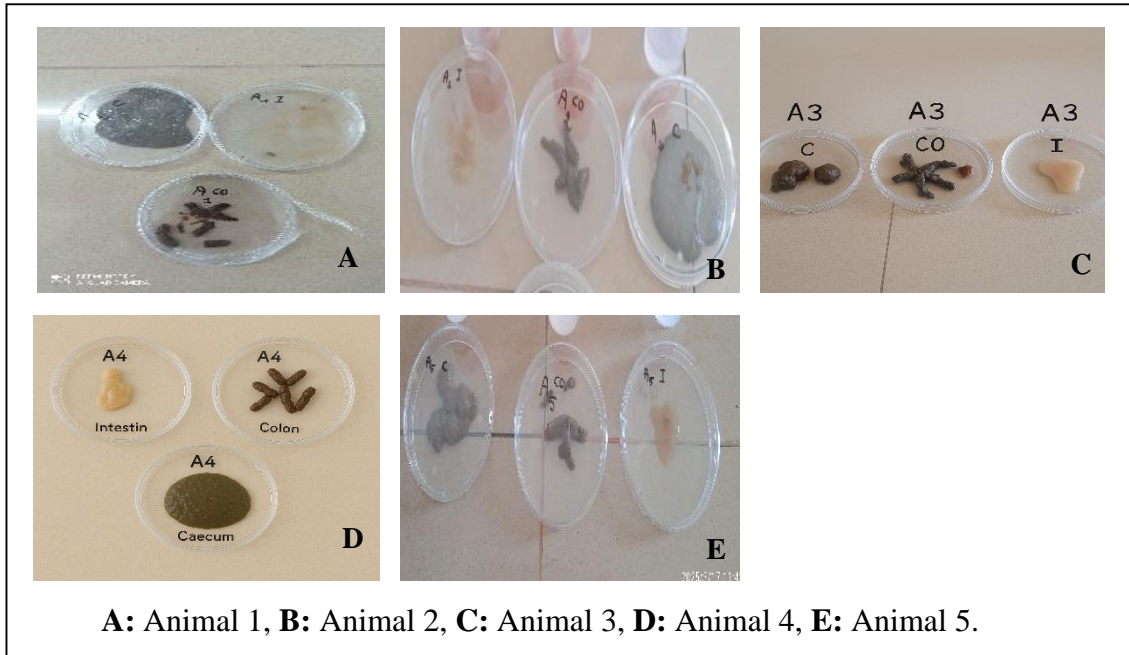


Figure 27:Échantillons prélevés (photo personnelle).

4.3 Préparation de milieu de culture PDA (Potato dextrose agar)

Le protocole complet adopté dans cette expérimentation est résumer dans la figure 28.

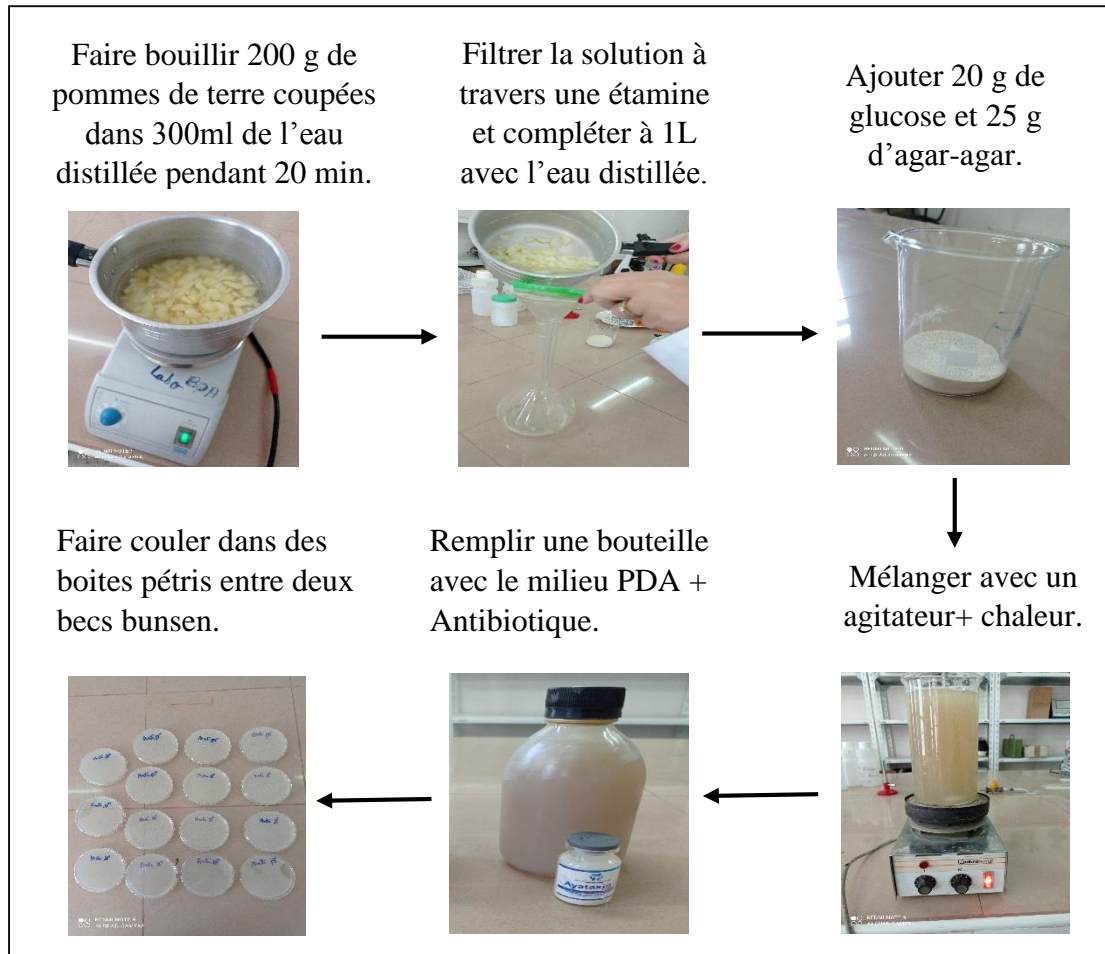


Figure 28: schéma récapitulatif du protocole de préparation du milieu PDA.

4.4 Techniques d'ensemencement

Après avoir récupéré les échantillons (continue de l'intestine grêle, caecum, côlon) dans une zone stérile entre deux becs bunsen. L'inoculum a été prélevé à l'aide d'une spatule en verre et déposé sur une zone puis étalé sur toute la surface du milieu, chaque échantillon pour chaque animal a été étalé dans trois boîtes pétris qui porte (milieu PDA + antibiotique), et nous avons obtenu un totale de boîtes pétri ensemencées qui égales à 45 boîtes. Cette technique d'ensemencement utilisé est appelé ensemencement par étalement elle permet une répartition uniforme des micro-organismes sur la surface du milieu. Enfin, les boîtes ensemencées ont été incubées à 37°C pendant 48h (Figure 29).

➤ Exemple : animal 1

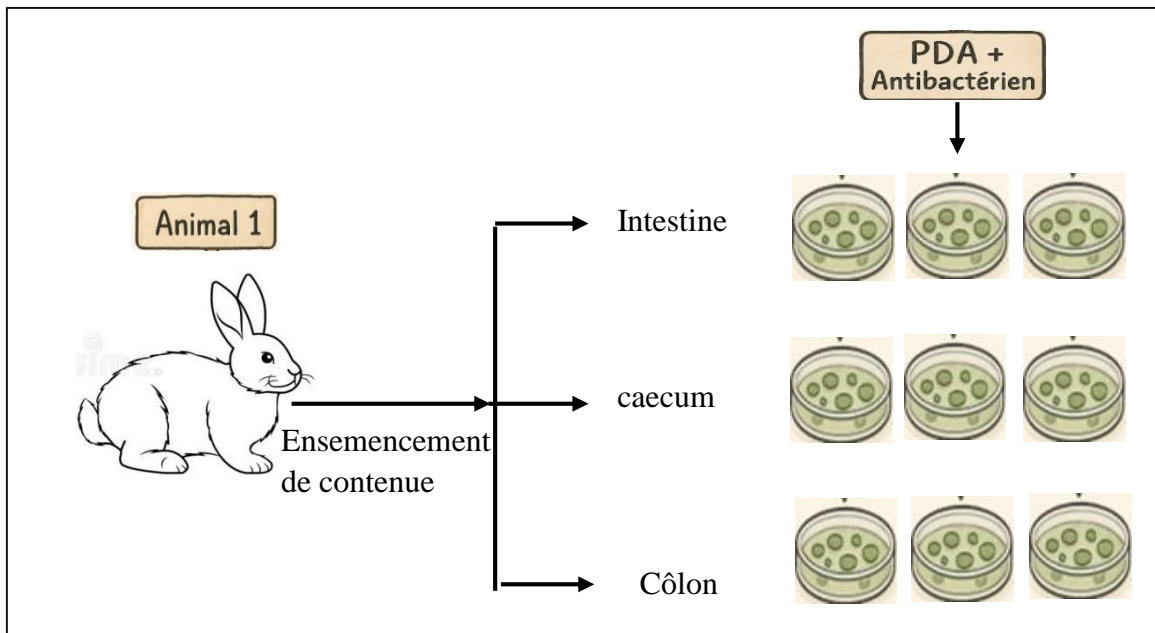


Figure 29: Ensemencement chez animal 1.

4.5 Isolement des colonies fongiques

Des fragments du champignon contaminé sont prélevés à l'aide d'un scalpel stérile, à partir des 45 boîtes de Pétri précédemment ensemencées. Ces fragments sont ensuite transférés dans des conditions stériles, sur de nouvelles boîtes de Pétri contenant du milieu PDA stérile, préalablement préparé et solidifié. Nous avons obtenu un totale de boîtes pétri ensemencé qui égales à 63 boîtes qui sont ensuite incubées à une température ambiante 37°C pendant 72 heures (Figure 30).

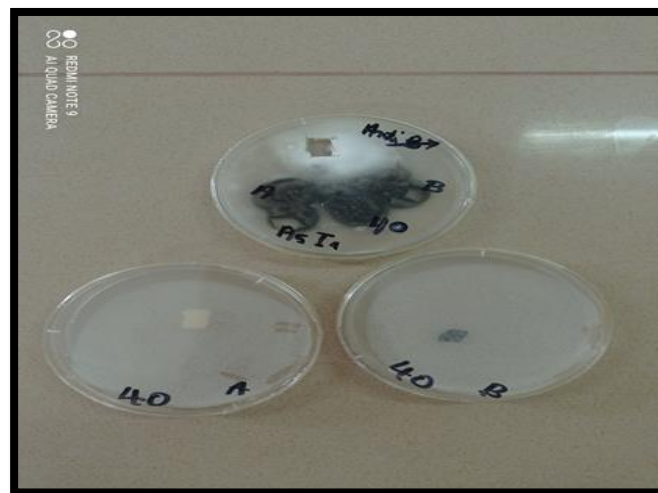


Figure 30 : Isolement des colonies fongique.

4.6 Purification des colonies fongique

Une fois la croissance mycélienne observée, 18 boîtes Pétri ont présenté des cultures pures, tandis que 42 boîtes ont montré des signes de contamination. Afin d'obtenir des isolats fongiques purs nous avons procédé à une purification. Des fragments de mycélium sain, prélevés à la périphérie des colonies, ont été transférés aseptiquement sur de nouveaux milieux PDA frais (Figure 5).



Figure 31: Prélèvement d'un fragment de champignon contaminé et l'étalement sur un milieu PDA stérile (photo personnelle).

4.7 Prélèvement des souches et coloration

Après 4 jours d'incubation, à l'apparition des colonies fongiques visibles. Le prélèvement a été effectué à l'aide d'un scotch, un petit morceau de scotch est délicatement appliqué sur la colonie fongique en appuyant légèrement pour prélever les structures superficielles. Ensuite, ce scotch est collé sur une lame sur laquelle une goutte de bleu de méthylène a été préalablement déposée. Ensuite examinée directement au microscope. Cette opération a été réalisée entre deux bacs bunsen pour maintenir un environnement stérile pendant toute la procédure (Figure 32).



Figure 32: Prélèvement des structures fongiques (Photo personnelle).

5. Identification des souches fongique

5.1 Identification macroscopique

L'aspect des colonies représente un critère d'identification. Les champignons filamenteux forment des colonies duveteuses, laineuses, cotonneuses, veloutées, poudreuses ou granuleuses, Parfois certaines colonies peuvent avoir une apparence glabre (l'absence ou pauvreté du mycélium aérien).

- **Le relief des colonies :** il peut être plat ou plissé, et la consistance des colonies peut être variable (molle, friable, élastique ou dure).
- **La taille des colonies :** Elle peut être très variable en fonction des genres fongique : petites colonies ou au contraire, colonies étendus, envahissantes (*Mucor*, *Rhizopus*).
- **La couleur des colonies :** est un élément très important d'identification ; Les couleurs les plus fréquents sont le blanc, le crème, le jaune, l'orange, le rouge allant jusqu'au violet ou le bleue, le vert, le brun allant jusqu'au noir. Les pigments peuvent être localisés au niveau du mycélium (*Aspergillus*, *penicillium*) ou diffuser dans le milieu de culture.
- **La forme des colonies :** Les formes les plus courantes sont : circulaire, irrégulière, filamenteuse, rhizoïde ou lobée, Cette diversité de formes est influencée par la nature du champignon, son mode de croissance, et les conditions du milieu de culture.

- **La surface des colonies** : correspond à l'aspect visible et au toucher de la partie supérieure de la colonie développée sur un milieu solide. Elle reflète la texture et la structure du mycélium en surface et constitue un critère important dans l'identification macroscopique des champignons. Peut-être lisse, rugueuse, plissée, granuleuse, poudreuse ou cotonneuse.

5.2 Identification microscopique

- **Le thalle** : Tous les champignons possèdent un appareil végétatif constitué de filaments (hyphes) qui forment le thalle filamenteux ou le mycélium ; le thalle peut être siphonné ou cloisonné.
- **Les spores** : Sont le produit de la reproduction asexuée peuvent être endogènes ou exogènes. Les spores endogènes (endospores) sont produites à l'intérieure d'un sac fermé porté par un filament spécialisé. Les spores exogènes (Conidies) sont formées par bourgeonnement à partir d'une cellule spécialisé (Cellule Conidiogène) (Moutassem, 2020).

6. Analyse statistique

- **Abondance des genres fongique**

Pour évaluer la diversité fongique présente dans les échantillons prélevés du tube digestive (intestine grêle, caecum, côlon) nous avons calcul l'abondance relative des différents genres identifiés dans les quinze prélèvements.

Les calculs ont été effectués à l'aide de Microsoft Excel 2016, en appliquant la formule suivante :

$$A (\%) = (N_g / N_t) \cdot 100$$

- A représente l'abondance relative d'un genre en pourcentage.
- N_g est le nombre de fois ou le genre est recensé dans un prélèvement donné.
- N_t est le nombre total de répétition ayant fructifié

Conclusion

Les champignons, en tant que lignée diversifiée des Eucaryotes, jouent des rôles écologiques et économiques essentiels. Leur présence dans divers substrats, y compris le microbiote intestinal, témoigne de leur remarquable capacité d'adaptation.

Cette étude s'est intéressée à la composition et à la dynamique du microbiote fongique intestinal chez le lapin, en ciblant trois segments du tube digestif : le cæcum, l'intestin grêle et le côlon. Les échantillons analysés proviennent de lapins élevés dans la région de Tizirt, wilaya de Tizi Ouzou.

L'ensemencement sur milieu P.D.A. (Potato Dextrose Agar) a permis d'isoler huit genres fongiques distincts : *Penicillium*, *Cladosporium*, *Neoscytalidium*, *Mucor*, *Aspergillus*, *Scopulariopsis*, *Muscodor* et *Trichophyton*. L'abondance relative de ces derniers varie selon la portion intestinale.

Parmi ces genres, *Aspergillus*, *Trichophyton* et *Muscodor* se révèlent être les plus abondants au niveau des différentes sections du tube digestif.

Le genre *Muscodor* est particulièrement dominant dans le cæcum et son abondance égale à 26%, une région riche en matière organique non digérée, favorisant sa croissance.

Les genres *Trichophyton* et *penicillium* sont fréquemment retrouvés dans le côlon avec une abondance relative qui égale à 22%, où ils pourraient jouer un rôle dans la dégradation de composés résistants.

Quant au genre *Aspergillus*, connu pour ses propriétés antimicrobiennes, il est abondamment présent au niveau de l'intestin grêle avec un pourcentage de 29%, où il pourrait contribuer à la protection contre les pathogènes.

Les perspectives d'étude du microbiote fongique intestinal chez le lapin de la souche synthétique visent à approfondir la connaissance de sa diversité, de son rôle fonctionnel et de ses interactions avec l'hôte. Il est essentiel de recourir à des techniques de séquençage avancées pour identifier précisément les espèces fongiques et suivre leur évolution au cours du développement. L'étude des interactions entre champignons et bactéries, ainsi que l'impact de facteurs environnementaux (alimentation, traitements, conditions d'élevage), permettra de mieux comprendre les équilibres microbiens. En parallèle, il serait pertinent d'explorer le lien entre certaines espèces fongiques et les pathologies intestinales. Enfin, le développement de probiotiques fongiques constitue une piste prometteuse pour améliorer la santé digestive et la performance des lapins en élevage.

Références Bibliographiques

A

1. **Aas, J. A., Paster, B. J., Stokes, L. N., Olsen, I., et Dewhirst, F. E. (2005).** Defining the normal bacterial flora of the oral cavity. *Journal of clinical microbiology*, 43(11), 5721-5732.
2. **Abdel-Kafy, E. S. M., Kamel, K. I., Severgnini, M., Morsy, S. H., Cremonesi, P., Ghoneim, S. S., ... et Shabaan, H. M. (2023).** Diversity and co-occurrence pattern analysis of cecal and jejunal microbiota in two rabbit breeds. *Animals*, 13(14), 2294.
3. **Ahmim M. (2019).** Les mammifères sauvages d'Algérie, répartition de biologie de la conservation. Les éditions sues net, Hal archives-ouvertes289p.
4. **Ait Ali, S. I., & Tine, I. (2019).** *Etude de l'effet de l'alimentation sur la croissance du lapin* (Doctoral dissertation, université ibn khaldoun-tiaret).
5. **Allart, N. (1996).** Bêta-lactamases des bactéries du genre Prevotella : étude du profil de substrat de l'enzyme. Mémoire du diplôme d'Etudes Spécialisées de Biologie Médicale, tenant lieu de thèse pour l'obtention du doctorat en pharmacie université. FOURIER-GRENOBLE 1 Faculté de pharmacie.
6. **Almjalawi, B. S. A., et Al Sa'ady, A. T. (2023).** In Vitro Cytotoxic Effect of Biosurfactants Extracted from Bifidobacterium Species on MCF-7 and WRL68 Cell Lines.
7. **Amroun Laga, T. T. (2018).** *Impact de la composition du lait sur la mortalité des lapereaux sous la mère dans deux types génétiques de lapines en algérie: la population blanche et la souche synthétique* (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).
8. **AquaPortail, Q. (2021).** bifidobacterie. AquaPortail. <https://www.aquaportail.com/dictionnaire/definition/12033/bifidobacterie> consulté le 3 mars 2025
9. **Argente, M. J., Sanchez, M. J., Santacreu, M. A., et Blasco, A. (1996).** Genetic parameters of birth weight and weaning weight in ovariectomised and intact rabbit does. In *6th World Rabbit Congress, Toulouse* (Vol. 2, pp. 237-240).
10. **Aspergillus - Identification des types courants ; Niger - Flavus et plus ».** MicroscopeMaster, <https://www.microscopemaster.com/aspergillus.html>. Consulté le 10 juin 2025.

B

- 11. Belabbas, R., Baziz, H. A., Theau-Clément, M., Berbar, A., Boumahdi, Z., Boulbina, I., et Temim, S. (2013).** Characterization of local Algerian population of rabbit: Factors influencing fetal and placental development. *Journal of Agricultural Science*, 5(3), 76.
- 12. Benkaci, L., & Kherchaoui, M. (2023).** *Etude préliminaire du microbiote intestinal chez le lapin de la souche synthétique* (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).
- 13. Blasco, A. (1992).** Croissance, carcasse et viande du lapin. *Séminaire sur les systèmes de production de viande du lapin. Valencia*, 14-25.
- 14. Bolet, G., Zerrouki, N., Gacem, M., Brun, J. M., et Lebas, F. (2012).** Genetic parameters and trends for litter and growth traits in a synthetic line of rabbits created in Algeria. In *Proceedings of the 10th World Rabbit Congress* (pp. 3-6).
- 15. Boudhene, M. A., et Agabou, A. (2016).** *Profil endocrinien de la lapine suivant la réceptivité sexuelle* (Doctoral dissertation, Université Frères Mentouri-Constantine 1).
- 16. Boudour, K., Lankri, E. H., Zerrouki, N. D., et Aichons, A. (2020).** Performances de lapines de souche synthétique algérienne conduites en insémination artificielle : effet de la saison. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, 73(2), 91-98.
- 17. Boumahdi-Merad, Z., Belabbas, R., et Kaidi, R. (2013).** Etude comparative des structures ovariennes des lapines en fonction de leur réceptivité au moment de l'accouplement et du stade Post Coitum.
- 18. Boussta, S., & Boussaou, Z. (2022).** Evaluation de la diète botanique d menu trophique d'un lagomorphe sauvage le lapin de garenne *Oryctolagus cuniculus* dans son biotope naturel (Tissemsilt) milieu agricole.
- 19. Boutouchent M. (2016).** La croissance chez le lapin (synthèse bibliographique). Diplôme de docteur vétérinaire, université saad-dahlab-blida-1.
- 20. Brun J.M., Ailloud E., Balmisse E., Sanchez A., Bolet G., Theau-Clement M. (2013).** Héritabilité de la fécondance de la semence de lapin utilisée en insémination artificielle. 15èmes Journées de la Recherche Cunicole, 19-20 novembre 2013, Le Mans, France.

C

- 21. Chekikene, Amina Hind. (2014).** *Etude rétrospective et cinétique du progrès génétique des performances de reproduction de la souche synthétique cunicole ITELV2006.* Thèse de doctorat, Alger, École Nationale Supérieure Vétérinaire.
- 22. Chiericato, G. M., Rizzi, C., et Rostellato, V. (1993).** Effect of genotype and environmental temperature on the performance of the young meat rabbit. *World Rabbit Science*, 1(3), 119-125.
- 23.** Clostridium difficile. Sporulating culture, Gram-stain and cell morphology. C.difficile micrograph, appearance under the microscope. Subterminal spores. C.difficile microscopic picture. <https://www.microbiologyinpictures.com/bacteria-micrographs/gram-stain/gram-positive/clostridium-difficile-sporulating.html> Consulté le 2 mars 2025.
- 24. Colin, M. (1985).** Les problèmes liés à l'été dans l'élevage du lapin. *Cuniculture*, 12(3), 177-180.
- 25. Colin, M. (1995).** Comment maîtriser les effets de la chaleur. *L'éleveur de lapins*, 56, 22-27.
- 26. Colin, V. N. (2022).** Rose : « Pourquoi le lapin mange-t-il ses crottes » The Conversation.
- 27. Combes, S., Fortun-Lamothe, L., Cauquil, L., & Gidenne, T. (2011).** Piloter l'écosystème digestif du lapin : pourquoi, quand et comment. *Proceedings of the Bolet G. 14ème Journées de la Recherche Cunicole, Le Mans, France*, 33-48.
- 28. Combes, S., Fortun-Lamothe, L., Cauquil, L., & Gidenne, T. (2013).** Engineering the rabbit digestive ecosystem to improve digestive health and efficacy. *Animal*, 7(9), 1429-1439.
- 29. Combes, S., Fortun-Lamothe, L., Cauquil, L., et Gidenne, T. (2011).** Piloter l'écosystème digestif du lapin : pourquoi, quand et comment. *Proceedings of the Bolet G. 14ème Journées de la Recherche Cunicole, Le Mans, France*, 33-48.
- 30. Coulmin, J. P., Franck, Y., Le Loup, P., et Martin, S. (1982).** Incidence du nombre de lapins par cage d'engraissement sur les performances zootechniques.
- 31.** Cuniculture : biologie du Lapin Chapitre 3 : Squelette et muscles (s. d.).

D

32. **Dalle Zotte, A. (2014).** Rabbit farming for meat purposes. *Animal Frontiers*, 4(4), 62-67.
33. **Deo, P. N., et Deshmukh, R. (2019).** Oral microbiome: Unveiling the fundamentals. *Journal of oral and maxillofacial pathology*, 23(1), 122-128.
34. **Djago, A. Y., Kpodekon, M., & Lebas, F. (2007).** Méthodes et techniques d'élevage du lapin: élevage en milieu tropical. <http://www.cuniculture.info/Docs/Elevage/Elevage-fichiers-pdf/Elevage-Tropic-pdf/Guide-complet.pdf>

E

35. **Eckburg, P. B., Bik, E. M., Bernstein, C. N., Purdom, E., Dethlefsen, L., Sargent, M., ... et Relman, D. A. (2005).** Diversity of the human intestinal microbial flora. *science*, 308(5728), 1635-1638

F

36. **FAO. (2012).** Données statistiques. Production et consommation de la viands dans le monde.
37. **FAO. (2013).** *Deuxième Rapport sur l'État des Ressources Zoogénétiques pour l'Alimentation et l'Agriculture dans le Monde*, incluant des données spécifiques au secteur servant pour *l'État de la Biodiversité pour l'Alimentation et l'Agriculture dans le Monde* <https://www.fao.org/4/i4787e/i4787f02.pdf>
38. **Fatahi-Bafghi M. (2019).** Antibiotic resistance genes in the Actinobacteria phylum. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis*. 2019 Sep ;38(9) :1599-1624. doi: 10.1007/s10096-019-03580-5. PMID : 31250336.
39. **Flenghi, L., Mazouffre, M., Le Loc'h, A., Le Loc'h, G., et Bulliot, C. (2023).** Normal bacterial flora of the oral cavity in healthy pet rabbits (*Oryctolagus cuniculus*). *Veterinary Medicine and Science*, 9(4), 1621-1626.
40. **Follet, S. (2003).** *Dermatologie du lapin de compagnie*. Thèse de doctorat vétérinaire. Ecole nationale vétérinaire d'Alfort.

- 41. Fortun L., Prunier A. et Lebas F. (1993).** Effects of lactation on foetal survival and development in rabbit does mated shortly after parturition. *Journal of Animal Science*, 71, 1982-1986.
- 42. Fortun, L., et Lebas, F. (1994).** Estimation of the energy balance in concurrently pregnant and lactating rabbit does during their second pregnancy. *Reproduction Nutrition Development*, 34(6), 632-633.
- 43. Fortun-Lamothe, L. (2006).** Energy balance and reproductive performance in rabbit does. *Animal reproduction science*, 93(1-2), 1-15.
- 44. Fortun-Lamothe, L., et Bolet, G. (1995).** Les effets de la lactation sur les performances de reproduction chez la lapine. *INRAE Productions Animales*, 8(1), 49-56.
- 45. Fournier, Alain.** *L'élevage des lapins*. Artémis éd, 2005. 8-82.

G

- 46. Gacem, M., Zerouki, N., Lebas, F., et Bolet, G. (2009).** Comparaison des performances de production d'une souche synthétique de lapins avec deux populations locales disponibles en Algérie. *Population*, 409, 7.
- 47. Garreau, H., Theau-Clement, M., & Gidenne, T. (2015).** Anatomie, taxonomie, origine, évolution et domestication. *Le lapin : de la biologie à l'élevage Quae*, 13-32.
- 48. Gidenne, T. (2015).** Chapitre 2 : Physiologie. *Le Lapin : de la biologie à l'élevage*, Editions Quae Versailles, France, 39-83.
- 49. Gidenne, T., Lebas F. (2005).** Le comportement alimentaire du lapin. 11^{ème} journées de la recherche cunicole, 29-30 Nov, Paris, France, 183-196p
- 50. Gidenne, T., Combes, S., Licois, D., Carabaño, R., Badiola, I., et Garcia, J. (2008).** Ecosystème caecal et nutrition du lapin : interactions avec la santé digestive. *INRAE Productions Animales*, 21(3), 239-250.
- 51. Gidenne, T., et Lebas, F. (2005).** Le comportement alimentaire du lapin. Proc. 11^{èmes} Journées de la Recherche cunicole, 29-30.
- 52. Gidenne, T., Lebas, F., Savietto, D., Dorchies, P., Duperray, J., Davoust, C., & Fortun-Lamothe, L. (2015).** Nutrition et alimentation. *Le lapin. De la biologie à l'élevage, Quae éditions*, 152-196.

53. Goëffon, C. (2024b). La reproduction du lapin : maturité sexuelle, cycle, gestation et mise bas. *Le Mag des Animaux*.

54. Gouet, P., et Fonty, G. (1973). Evolution de la microflore digestive du lapin holoxénique de la naissance au sevrage. In *Annales de biologie animale biochimie biophysique* (Vol. 13, No. 4, pp. 733-735). EDP Sciences.

H

55. Hailegebreal, G. (2017). A review on Clostridium perfringens food poisoning. *Global Research Journal of Public Health and Epidemiology*, 4(3), 104-109.

56. Haouili, S. (2018). *La productivité et la rentabilité de la cuniculture dans la région de Tizi-Ouzou* (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).

57. <https://agronomie.info/fr/parametres-zootecniques-chez-lapin-croissance/>

58. [https://bio.libretexts.org/Bookshelves/Microbiology/Microbiology_\(Boundless\)/08%3A_Microbial_Evolution_Phylogeny_and_Diversity/8.07%3A_Proteobacteria/8.7A%3A_Overview_of_Proteobacteria](https://bio.libretexts.org/Bookshelves/Microbiology/Microbiology_(Boundless)/08%3A_Microbial_Evolution_Phylogeny_and_Diversity/8.07%3A_Proteobacteria/8.7A%3A_Overview_of_Proteobacteria) Biology LibreTexts, 23 juin 2017, Consulté le 25 février 2025.

59. <https://www.lanutrition-sante.ch/lanalyse-du-microbiote-un-atout-pour-restaurer-son-ecosysteme-intestinal/> Consulté le 25 février 2025.

60. https://www.medirabbit.com/FR/GI_diseases/Parasites/Cocc/Cocc_fr.htm . Consulté le 19 février 2025.

61. https://www.woah.org/fileadmin/Home/fr/Media_Center/docs/pdf/Disease_cards/MYXO-FR.pdf

62. Hulot, F., et Matheron, G. (1979). Analyse des variations génétiques entre trois races de lapins de la taille de portée et de ses composantes biologiques en saillie post-partum. In *Annales de génétique et de sélection animale* (Vol. 11, No. 1, pp. 53-77). EDP Sciences.

I

63. Ikhlef, L. (2014). Analyse rétrospective et cinétique du progrès génétique des performances de croissance de la souche synthétique cunicole ITELV2006. Mémoire de magistère, Alger, Ecole nationale supérieure vétérinaire.

64. Ilès I., Belabbas R., Boulbina I., Zénia S., Ain Baziz H. (2013). Evolution de la réceptivité sexuelle au cours d'une période d'allaitement de 41 jours chez la lapine primipare non- gestante. 15èmes Journées de la Recherche Cunicole, Le Mans 19-20 Nov. 2013, 161-164.

J

65. Jacquier, V. (2014). *Approches génomiques des interactions entre l'implantation du microbiote digestif chez le lapereau et la maturation du système immunitaire* (Doctoral dissertation, Institut National Polytechnique de Toulouse-INPT).

66. Jehl N., Meplaine E., Mirabito L., Combes S. (2003). Incidence de 3 modes de logements sur les performances zootechniques et la qualité de la viande lapin. 10èmes Journées de la Recherche Cunicole, 19-20 Novembre, 2003, Paris. https://www.academia.edu/20820048/Incidence_de_trois_modes_de_logement_sur_les_performances_zootechniques_et_la_qualit%C3%A9_de_la_v viande_de_lapin

K

67. Kamal A., Yamani K.O., Fraghaly H.M. (1994). Adaptability of rabbits to the hot climate. Option Méditerranéennes, séries séminaires N° 8, 97-101.

68. Kimse, M. (2009). *Caractérisation de l'écosystème caecal et santé digestive du lapin : contrôle nutritionnel et interaction avec la levure probiotique Saccharomyces cerevisiae* (Doctoral dissertation, Institut National Polytechnique de Toulouse-INPT).

L

69. Laftas, N. (2024). *Etude retrospective du comportement alimentaire du lapin domestique (Oruictolagus cuniculus) dans un contexte de chirurgie d'abcès dentaire*

70. Lebas F, Marionnet D. & Henaff R. (1991) La production du lapin. In *Association Française de Cuniculture*, pp. 206 [Lavoisier, editor].

71. Lebas F., Coudert P., De Rochambeau H., Thebault R.G. (1996). Le lapin. Elevage et pathologie. Collection FAO : Production et santé Animale.

72. Lebas F., Marionnet D., Haewaff R. (1991). AFC (Association Française de Cuniculture). 3ème Edition, p, 21-40.

- 73. Lebas, (2002).** biologie du lapin 7.4 reproduction : Les lapereaux de la conception au sevrage.[http://www.cuniculture.info/Docs/Biologie/biologie-07-4.htm#:~:text=Sa%20croissance%20est%20ensuite%20pratiquement,devient%20cons%C3%A9quente%20\(figure%2051\).](http://www.cuniculture.info/Docs/Biologie/biologie-07-4.htm#:~:text=Sa%20croissance%20est%20ensuite%20pratiquement,devient%20cons%C3%A9quente%20(figure%2051).)
- 74. Lebas, F. (1969).** Influence du jeune et du transport sur les performances al'abattage de lapins ages 12 semaines. *Academie D'agriculture de France. Extrait du procès-verbal de la Séance du*, 1007-1010.
- 75. Lebas, F. (2002).** La biologie du lapin. *Paris, INRA.*
- 76. Lebas, F. (2008).** Physiologie digestive et alimentation du lapin. *Enseignement Post Universitaire "Cuniculture : génétique–conduite d'élevage–pathologie "Yasmine Hammamet (Tunisie), 16-17 avril 2008.*
- 77. Lebas, F., & Colin, M. (2000).** Production et consommation de viande de lapin dans le Monde Estimation en l'an 2000. I Jornadas Internacionais de Cunicultura, Vila Real, Portugal, 3-12.
- 78. Lebas, F., Gacem, M., Meftah, I., Zerrouki, N., et Bolet, G. (2010).** Comparison of reproduction performances of a rabbit synthetic line and of rabbits of local populations in Algeria, in 2 breeding locations-First results. In *6th International Conference on Rabbit Production in Hot Climates* (pp. 1-4).
- 79. Lebas, F., Marionnet, D., et Henaff, R. (1991).** La production du lapin, 3eme édition, association française de cuniculture, 148-149.
- 80. Lebas, F., Tudela, F., & Gidenne, T. (2010).** La domestication du lapin (*Oryctolagus cuniculus*) s'est faite dans des clapiers. *Cuniculture Magazine*, 37 : 54, 58.
- 81. Licois, D. (1992).** Escherichia coli entéropathogènes du lapin. In *Annales de recherches vétérinaires* (Vol. 23, No. 1, pp. 27-48).
- 82. Licois, D. (1995).** Affections digestives d'origine parasitaire et/ou infectieuse chez le lapin. *Brugère-Picoux, (ed.) Pathologie du lapin et des rongeurs domestiques, 2ème édition, Paris*, 109-132.

83. Liu, H. Y., Li, S., Ogamune, K. J., Ahmed, A. A., Kim, À. H., Zhang, Y., & Cai, D. (2024). Champignons dans le microbiote intestinal : interactions, homéostasie et physiologie de l'hôte. [*Microorganismes*], 22pp.

84. Loïc N. (2023). Le lapin : habitat, comportement, alimentation. *Alimentation*.

85. Lv, Q. B., Meng, J. X., Ma, H., Liu, R., Qin, Y., Qin, Y. F., ... & Zhang, X. X. (2023). Description of gut mycobiota composition and diversity of caprinae animals. *Microbiology Spectrum*, 11(1), e02424-22.

M

86. Makki, K. (2014). *Rôle de modulateurs immunologiques et métaboliques dans le développement de l'obésité et de la résistance à l'insuline : administration de la rapamycine ou de probiotiques chez la souris obèse* (Doctoral dissertation, Université du Droit et de la Santé-Lille II).

87. Martrenchard, L. (2021). *Étude générale du lapin domestique (Oryctolagus cuniculus): domestication, répartition actuelle et perspective d'avenir* (Doctoral dissertation).

88. Michèle Theau-Clement. (2005). Advances in the control of rabbit reproduction : the doe..Papier invité au 9ème Congrès de l'European Society for Domestic Animal Reproduction.

N

89. Nan, S., Li, J., Kuang, Y., Feng, J., Wang, H., Niu, J., ... & Nie, C. (2024). Differential Microbial Composition and Interkingdom Interactions in the Intestinal Microbiota of Holstein and German Simmental× Holstein Cross F1 Calves: A Comprehensive Analysis of Bacterial and Fungal Diversity. *Microorganisms*, 12(3), 486.

90. Nema, S., et Brahmachari, S. (2020). Pyonephrosis by *Prevotella disiens* and *Escherichia coli* coinfection and secondary peritonitis in an obstructive uropathy patient: A case report and review of the literature. *Journal of family medicine and primary care*, 9(2), 1263-1265.

O

91. Ouhayoun, J. (1978). Etude comparative de races de lapins différant par le poids adulte. *Theses, Academie de Montpellier*.

92. **Ouhayoun, J. (1983).** La croissance et le développement du lapin de chair. *Cuni Science*, 1.

P

93. **Paës, C., Gidenne, T., Bébin, K., Duperray, J., Gohier, C., Guené-Grand, E., Rebours, G., Aymard, P., Debrusse, A., Fortun-Lamothe, L., Beaumont, M., & Combes, S. (2023).** L'introduction précoce d'aliment solide au début de la vie, une stratégie de pilotage du microbiote pour construire et préserver la santé du lapin. *INRAE Production Animales*, 36 (3), 7731.

94. **Palacios, F., Angelone, C., Alonso, G., & Reig, S. (2008).** Morphological evidence of species differentiation within *Lepus capensis* Linnaeus, 1758 (Leporidae, Lagomorpha) in Cape Province, South Africa. *Mammalia Biology*, 73(5), 358-370.

95. **Pertusa, M., Roy, P., Fonteniaud, J., et Lebas, F. (2014).** Quelques facteurs d'élevage influençant le rendement à l'abattage du lapin de chair. *Cuniculture magazine*, 41, 27-32.

96. **Pitt, J. I. (1993).** A modified creatine sucrose medium for differentiation of species in *Penicillium* subgenus *Penicillium*. *Journal of applied bacteriology*, 75(6), 559-563.

R

97. **Ragab, M., Vicente, J. S., Lavara, R., Desantes, J., et Baselga, M. (2012).** Relationships between ovulation rate, litter size and prenatal survival components in rabbit does. In *Proceedings 10 th World Rabbit Congress–September* (pp. 3-6).

98. **Rambaud, J. C. (2004).** Flore microbienne intestinale : physiologie et pathologie digestives. John Libbey Eurotext.

99. **Rezgui, K. (2021).** *Organisation sociale et utilisation de l'espace et de l'habitat chez deux lagomorphes sympatriques : le lapin de garenne (Oryctolagus cuniculus) et le lièvre du cap (Lepus capensis) dans un biotope forestier de la région de Tiaret* (Doctoral dissertation, Université Ibn Khaldoun).

100. **Rochambeau, H. (1990).** Objectifs et méthodes de gestion génétique des populations cynicoles d'effectif limité. *Option Méditerranéennes. Séries Séminaires*, (8), 19-27.

101. **Rofes, C. (2014).** Intérêts du microbiote intestinal et probiotiques (Doctoral dissertation, Université Toulouse III-Paul Sabatier).

102. Rouvier, R. (1980). Génétique du lapin (*Oryctolagus cuniculus*). In *Annales de génétique et de sélection animale* (Vol. 12, No. 3, pp. 295-296). EDP Sciences.

S

103. Saidi,O.,& Benlarbi,S.(2020).Etude de la prolificité chez le lapin entre souche synthétique et la population locale en autonome. Diplôme de docteur vétérinaire. Université de saad dahlab blida 1

104. Salvetti P. (2008). Production des embryons et cryoconservation des ovocytes chez la lapine : Application à la gestion des ressources génétiques. Thèse Universitaire Interdisciplinaire Sciences Sante, Claude Bernard Lyon 1, 179 p.

105. Seong, C. N., Kang, J. W., Lee, J. H., Seo, S. Y., Woo, J. J., Park, C., ... & Kim, M. S. (2018). Taxonomic hierarchy of the phylum Firmicutes and novel Firmicutes species originated from various environments in Korea. *Journal of Microbiology*, 56, 1-10.

106. Sid, S., Benyoucef, M. T., Mefti-Korteby, H., et Boudjenah, H. (2018). Performances de reproduction des lapines de souche synthétique et de population blanche en Algérie. *Livest. Res. Rural Dev*, 30(7), 120.

107. Snipes, R. L., & Snipes, H. (1997). Quantitative investigation of the intestines in eight species of domestic animals. *Zeitschrift fuer Saeugetierkunde (Germany)*, 62(6).

108. Sugui, J. A., Kwon-Chung, K. J., Juvvadi, P. R., Latgé, J. P., & Steinbach, W. J. (2015). *Aspergillus fumigatus* and related species. *Cold Spring Harbor perspectives in medicine*, 5(2), a019786.

T

109. Theau-Clément M., Tircazes A., Saleil G., Monniaux D., Bodin L., Brun J.M. (2011b). Etude préliminaire de la variabilité du comportement d'oestrus de la lapine. 14èmes Journées de la Recherche Cunicole, 22-23 novembre 2011, Le Mans, France. 69-72.

110. Theau-Clément, M. (2007). Preparation of the rabbit doe to insemination: a review. *World rabbit science*, 15(2), 61-80.

111. Theau-Clément, M. (2008). Facteurs de réussite de l'insémination chez la lapine et méthodes d'induction de l'oestrus. *INRAE Productions Animales*, 21(3), 221-230.

112. Theau-Clement, M., Galliot, P., Souchet, C., Bignon, L., et Fortun-Lamothe, L. (2012). Effects of a modulation of three rabbit breeding systems on reproductive performance and kit growth. In *Proceedings 10 th World Rabbit Congress* (pp. 3-6).

113. Theau-Clement, M., Monniaux, D., Tircazes, A., Balmisse, E., Bodin, L., et Brun, J. M. (2012). Descriptive analysis of rabbit sexual receptivity and its sources of variation. In *Proceedings 10 th World Rabbit Congress–September* (pp. 3-6).

Z

114. Zerrouki, N., Hanachi, R. H., Lebas, F., et Saoudi, A. (2007). Productivité des lapines d'une souche blanche de la région de Tizi-Ouzou en Algérie. *12èmes Journées de la Recherche Cunicole*, 27-28.

115. Zerrouki, N., Lebas, F., Gacem, M., Meftah, I., et Bolet, G. (2014). Reproduction performances of a synthetic rabbit line and rabbits of local populations in Algeria, in 2 breeding locations. *World Rabbit Science*, 22(4), 269-278.

Annexes

Annexe 1 : matériels non biologique

Consommables	Réactif	Matériels
-Embouts de pipettes (bleue et jaune) -Cellophane (papiers films) -conteneur approprié -Papiers aluminium -Tubes coniques -Flacons gradué -Boites de Pétri -Pipettes Paster -Bouteilles -Marqueur -Bavettes - Lames -Gants	-Eau distillée -Formol -Agar-agar -Glucose - l'eau de la pomme de terre	-Microscope optique -Agitateur magnétique -Barreau magnétique -Trousse à dissection -Micropipettes -Réfrigérateur -Congélateur -Pince en verre -Bain- marie -Autoclave -Bec Bunsen -Passoire -Erlenmeyer -Balance -Becher -Etuve -Plaque chauffante

Résumés

Résumé

Le microbiote intestinal, également connu sous le nom de flore intestinale, joue un rôle essentiel dans la santé et le bien-être des animaux. Ce mémoire présente une étude fongique sur le microbiote intestinal chez le lapin de souche synthétique. L'objectif principal de cette étude est de caractériser la composition et la diversité du microbiote intestinal chez les lapins de souche synthétique. Les lapins de souche synthétique sont des animaux spécialement sélectionnés pour leur homogénéité génétique, ce qui permet d'étudier plus précisément l'impact du microbiote intestinal sur leur santé. Pour mener à bien cette étude, un groupe de lapins de souche synthétique a été sélectionné pour une étude macroscopique et microscopique. Des échantillons de matières fécales du cæcum, intestin grêle et le côlon ont été collectés. Les données obtenues ont ensuite été analysées pour évaluer la diversité fongique et identifier les genres prédominants dans le microbiote intestinal des lapins. Les résultats de cette étude ont révélé une diversité fongique chez les lapins de souche synthétique, avec une prédominance de certains genres fongiques spécifiques. Le genre *Muscodor* est particulièrement dominant dans le cæcum et son abondance est égale à 26%. Les genres *Trichophyton* et *penicillium* sont fréquemment retrouvés dans le côlon avec une abondance relative qui égale à 22%, quant au genre *Aspergillus* présente au niveau de l'intestin grêle avec un pourcentage de 29%.

Mots-clés : *Lapin, souche synthétique, microbiote intestinal, champignon.*

Abstract

The intestinal microbiota, also known as gut flora, plays a vital role in animal health and well-being. This thesis presents a fungal study of the intestinal microbiota in synthetic rabbits. The primary objective of this study was to characterize the composition and diversity of the intestinal microbiota in synthetic rabbits. Synthetic rabbits are animals specially bred for their genetic homogeneity, which allows for a more precise study of the impact of the intestinal microbiota on their health. To conduct this study, a group of synthetic rabbits was selected. Fecal samples from the cecum, small intestine, and colon were collected. The resulting data were then analyzed to assess fungal diversity and identify the predominant genera in the rabbits' intestinal microbiota. The results of this study revealed fungal diversity in synthetic strain rabbits, with a predominance of certain specific fungal genera. The genus *Muscodor* is particularly dominant in the cecum and its abundance is equal to 26%. The genera *Trichophyton* and *Penicillium* are frequently found in the colon with a relative abundance equal to 22%, while the genus *Aspergillus* is present in the small intestine with a percentage of 29%.

Key words: *Rabbit, synthetic strain, intestinal microbiota, fungal.*