

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

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



جامعة عبد الحميد ابن باديس
مستغانم
كلية علوم الطبيعة و الحياة

DÉPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUE

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par :

Mlle. ALIA Rania

Mlle. BEKKOUCHE Boutina

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER EN SCIENCES AGRONOMIQUES

Spécialité : Production animale

Thème

*Impact de l'incorporation de la gesse sur les
paramètres pondéraux, performances
zootecniques et la qualité des viandes de lapin*

Soutenu publiquement le 21/09/2023

Devant le Jury

Président	Mme BENAMAR Nardjess	Pr	U.Mostaganem
Examinatrice	Mme HENNI Nassiba	MAA	U.Mostaganem
Encadreur	M. BENABDELMOUMENE Djilali	MCA	U.Mostaganem

Le travail a été réalisé au niveau du laboratoire de physiologie animale appliquée Université - Mostaganem

Remerciement

Au terme de ce travail, nous tenons à exprimer ma profonde gratitude à notre cher professeur et encadrant M. BENABDELMOUMENE, pour son suivi et pour son énorme soutien, pour son écoute, et pour sa disponibilité tout le temps, qu'il n'a cessé de nous prodiguer tout au long de la période de ce parcours académique.

Mes vifs remerciements vont aussi à madame BENAMAR Nardjess, professeur à l'université qui a accepté d'évaluer notre travail.

Nous tenons à remercier aussi madame HENNI Nassiba, enseignante à l'université de Mostaganem d'avoir accepté d'examiner notre travail.

Je tiens à remercier également M. BENGUENNOUNA pour le temps qu'elle a consacré et pour les précieuses informations.

J'adresse aussi mes vifs remerciements aux membres des jurys pour avoir bien voulu examiner et juger ce travail. mes remerciement vont à tout le personnel académique que j'ai contacté durant de mon mémoire.

Nos vifs remerciements vont également à Monsieur BOUMEHED, représentant du partenaire socioéconomique, pour votre soutien inestimable. Votre expertise et votre appui ont joué un rôle essentiel dans notre démarche et ont contribué à la pertinence et à la viabilité de notre projet.

Nous adressons par la même occasion nos remerciements à M. CHERAA, qui n'a épargné ni temps ni effort pour nous projet et pour répondre à nos questions .

Nous ne pouvons pas oublier de remercier le personnel de la ferme agricole ITA pour leur soutien inconditionnel, nous tenons à exprimer nos remerciements aux membres du laboratoire de physiologie animale appliquée de l'Université de Mostaganem.

Enfin, nous souhaitons adresser nos remerciements chaleureux à tous les membres du groupe de recherche du laboratoire de physiologie animale appliquée. Pour votre collaboration,

échanges constructifs et votre camaraderie ont créé un environnement stimulant et bienveillant.

Dédicas De Rnaia

Je dédie ce projet

A ma chère mère

Ma raison de vivre

Qui n'a jamais cessé de prier pour moi et de me soutenir afin que je puisse atteindre mes objectifs.

A mon frère Hicham

A ma chère sœur Souhila

Pour leur soutien moral et leurs précieux conseils tout au long de mes études.

A mon cher grand-mère

Qui je souhaite une bonne santé.

A ma chère binôme Bouthaina

Qui m'a aidé et supporté dans les moments difficiles .

A mes chéras ammi(e)s. Chaïma, Batoule, Halima

A ma classe

Pour leurs aides et supports dans les moments difficiles .

A toute ma famille

A vous cher lecteur

Dédicas De Bouthaina

Je dédie ce projet

A mes très chers parents, source de vie d'amour et d'affection.

*A mes chers frères, Soumaïa, Nousiba, Roufida Taha et leurs
enfants Ranim, Hadil, source de joie et de bonheur.*

A toute ma famille, source d'espoir et motivation.

A tous mes amis, tout particulièrement .Chaïna. Batoul. Halima

A Rania, chère amie avant d'être binôme

A vous cher lecteur

ملخص

إن الارتفاع المتزايد لسعر العلف هي واحدة من العقبات الرئيسية لتطوير تربية الأرناب في الجزائر. حيث أنه يتم استيراد أغلبية المواد الخام التي تدخل في تركيبها بأثمان باهظة. هدف الدراسات المنجزة في نطاق هذه المذكرة هو تحديد قيمة (Lathyrus sativus) وهذا بغية تعويض الفصة وبقايا السويا في أغذية الأرناب

. قدرت القيمة (Lathyrus sativus) والمقدمة كمصدر غذائي الأرناب في مرحلة النمو يحتوي على (34%) من لبروتين تم دمج التراكيز في نظام الغذائي للأرناب، على وجه التحديد 20% و 30% و 40% و تركيز 40% التي تحتوي على معدل البروتين مرتفع (21.87%) مقارنة بالغذاء القياسي (14.03%). كانت النتائج التي تم الحصول عليها خلال هذه التجربة استثنائية حقاً، خاصة في جانبين مهمين: الجودة الغذائية للحوم وزيادة الوزن. وتجدر الإشارة إلى أن استخدام تركيز Grass pea بنسبة 30 في المائة أدى إلى نتائج ملحوظة.

الكلمات الدالة: العلف, تربية الأرناب , بقايا السويا , بروتين , بالغذاء القياسي , الجودة الغذائية للحوم

Résumé

Le prix élevé des aliments granulés de commerce est parmi les facteurs limitants le développement de l'élevage rationnel de lapins en Algérie. Les matières premières composant les aliments actuellement disponibles sur le marché sont en grande partie importées et coûteuses. Les travaux réalisés dans le cadre de cette recherche ont pour objectif est la valeur nutritive de (*Lathyrus sativus*). L'objectif de cette étude est de remplacer la luzerne déshydratée et les tourteaux de soja en alimentation du lapin.

Évaluation (*Lathyrus sativus*) fournie comme source de nourriture pour lapin en croissance contenant (34 %) de protéines et concentrations la gesse ont été intégrées à l'alimentation de lapin, précisément 20%, 30% et 40% et concentre de 40% contient (21.87 %) Taux de protéine est élèves par apport à l'aliment standard (14.03%).

Les résultats obtenus lors de cette expérience se sont révélés véritablement exceptionnels, surtout en ce qui concerne deux aspects cruciaux : la qualité nutritionnelle de la viande et l'augmentation de poids. Il convient de souligner que l'utilisation d'une concentration de 30% de Grass pea a abouti à des résultats remarquablement significatifs.

Mot clé : Grass pea , la gesse lathyrus sativus , protéine, viande, alimentation , lapin , l'élevage

Summary

The high price of commercial granulated feed is one of the factors limiting the development of rational rabbit farming in Algeria. The raw materials that make up the food currently available on the market are largely imported and expensive. The work carried out in this research is aimed at the nutritional value of (*gesse lathyrus sativus*). The objective of this study is to replace dehydrated alfalfa and soybean meal in rabbit feed.

Evaluation Grass pea provided as a food source for growing rabbits containing (34%) proteins and concentrations the Grass pea was integrated into the rabbit diet, precisely 20%, 30% and 40% and concentrate 40% contains (21.87%) Protein rate is high by intake to the standard food (14.03%)

The results obtained during this experiment were truly exceptional, especially in two crucial aspects: the nutritional quality of the meat and the increase in weight. It should be noted that the use of a 30% concentration of Grass pea resulted in remarkably significant results

Keywords : protein, meat, feed , Grass pea, *gesse lathyrus sativus*, rabbits

SOMMAIRE

Page de garde	
Remerciements	
Dédicaces	
Résumé	
Liste des abréviations	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Introduction général	1
Partie bibliographique	
Chapitre 1 : Cuniculture	
1. Cuniculture au monde	3
2. Cuniculture en 'Algérie	3
3. System d'élevage cunicole en Algérie	3
A. Les deux principaux types d'élevage coexistent en Algérie	4
4. Principales races en Algérie	5
A. Race Nouvelle-Zélande	5
B. Race Californien	6
C. Race Blanc de Vienne	7
D. Race Tête de Lion	8
5. Morphologie	9
6. Tube digestif du lapin	10
6.1 Physiologie digestive	12
6.2 Cæcotrophie	13
7. Alimentation	14
7.1 Besoins nutritionnels des lapins	14

Chapitre 2 : Gesse *Lathyrus sativus*

Introduction	16
1. Origine	17
2. Importance des espèces cultivées du Grass pea <i>Lathyrus sativus</i>	17
a) Dans le monde	17
b) En Algérie	18
3. Composition	20
4. Utilisation	21
5. Caractéristiques de gesse <i>lathyrus sativus</i>	22
6. Classification	23
7. Le composant antinutritionnel	24
➤ β -ODAP	
• les methode pour l'elimination de β -ODAP	25

Chapitre 3 : Qualité de la viande de lapin

1. Introduction	28
2. Facteurs affectant la viande	29
3. Composition chimique de la viande de la lapine	30

Partie Matériels et méthodes

I. Objectif de l'étude	34
II. Région d'étude	34
III. Méthodologie de travail	34
1) Préparation des locaux les cages	34
2) préparation du cheptel expérimental	36
3) Aliment	36
IV. Paramètres zootechniques	37
V. Paramètres pondéraux	38
VI. Analyses physico-chimiques	39
1. Dosage de lipides totaux (Soxhlet, 1879)	39
2. Détermination de la teneur en matière minérale (ARFNOR ; 1985)	40
3. Détermination de la teneur en matière sèche (ARFNOR ; 1985)	41

4.	Dosage des protéines brutes (Méthode de Lowry : 1951)	41
5.	Détermination de l'indice TBARS (genot, 1996)	42
VII.	Techniques histologiques	43
VIII.	Analyse physico-chimiques Résultats et discussion	
	1. Paramètres zootechniques	45
	2. Paramètres pondéraux	46
	3. Qualité nutritionnelle de l'aliment	50
	4. Qualité nutritionnelle de la viande	55

Conclusion

Partie Bibliographique

Introduction générale

Introduction générale

La cuniculture présente un potentiel considérable pour améliorer la sécurité alimentaire et stimuler l'économie dans les pays en développement, mais cela exige un engagement continu en matière de recherche, d'éducation et d'investissement dans ce secteur. En capitalisant sur les avantages intrinsèques des lapins tels que leur capacité de reproduction, leur croissance rapide et leur efficacité dans la conversion alimentaire, il est envisageable d'utiliser la cuniculture pour répondre aux besoins alimentaires des communautés tout en contribuant au développement économique durable (**Lukefahr**, 2023).

Dans des régions où l'accès à d'autres sources de viande est limité, les lapins représentent une source potentielle abondante de protéines animales (**Oseni**, 2022). Cependant, en Algérie, le secteur de l'élevage de lapins demeure désorganisé en grande partie en raison du manque de souches appropriées pour peupler les élevages. La population locale offre une alternative prometteuse, mais son potentiel peut être pleinement exploité grâce à une meilleure formulation alimentaire, une gestion appropriée, et la mise en place de programmes d'amélioration génétique (**Aiad**, 2016).

La cuniculture peut jouer un rôle significatif dans la fourniture de protéines en Algérie, comblant le déficit important de ce nutriment. Les avantages de cette activité comprennent un cycle biologique court, une forte prolificité, la capacité à valoriser diverses ressources végétales et des sous-produits de l'industrie agroalimentaire, même ceux riches en fibres, ainsi qu'une viande de qualité organoleptique élevée (**Berchicheet al.**, 2012).

Grass pea *Lathyrussativus* est une légumineuse utilisée dans différents pays à l'état naturel ou sous forme de farine, pour la consommation humaine ainsi que pour l'alimentation animale (**Letice**, 2022).

Les graines de *Lathyrus sativus* se distinguent par leur composition nutritionnelle unique, caractérisée par une teneur en protéines allant de (18,2% à 34,6%), une faible teneur en matières grasses de seulement 0,6%, environ 35% d'amidon parmi leurs 58,2% de glucides, et une concentration de 0,38% en acides aminés essentiels, notamment la méthionine. De plus, elles se révèlent plus résistantes au pâturage que d'autres légumineuses à graines. Il est prévu que l'utilisation de légumineuses comme source de protéines dans l'industrie de l'alimentation animale connaîtra une augmentation significative dans un futur proche (**Dalila Boukecha et al.**, 2018).

Introduction générale

En Algérie, la production de fourrages repose principalement sur l'avoine, qui occupe environ 28% de la surface consacrée à cette culture. En outre, environ 25% de la superficie agricole est dédiée à la culture de céréales destinées à l'alimentation animale, notamment le maïs, le sorgho, l'orge, l'avoine et le seigle. En ce qui concerne les légumineuses fourragères, on observe principalement la culture de la luzerne, du bersim, et de la vesce, souvent en association avec des graminées.

La viande de lapin est une véritable pépite nutritionnelle, offrant un équilibre exceptionnel entre protéines et lipides. Elle est réputée pour sa teneur élevée en protéines de qualité supérieure, avec environ 21 à 28 grammes de protéines pour chaque 100 grammes de viande de lapin. Ces protéines sont essentielles pour favoriser la croissance, réparer les tissus corporels et préserver la masse musculaire (**USDA Food Composition Databases**).

En ce qui concerne les lipides, la viande de lapin se distingue par sa maigreur, ne comptant que 2 à 4 grammes de graisses pour chaque 100 grammes de viande. Cette faible teneur en matières grasses en fait un choix judicieux pour ceux qui surveillent leur apport calorique ou souhaitent réduire leur consommation de graisses saturées (**USDA Food Composition Databases**).

Objectifs de notre étude :

L'objectif principal de cette étude consiste à mener une analyse scientifique approfondie sur les effets de l'intégration de la gesse dans l'alimentation des lapins, en mettant particulièrement l'accent sur les changements observés dans les performances de croissance et de poids des lapins. En outre, cette recherche vise à évaluer l'impact de cette incorporation sur la qualité organoleptique et nutritionnelle de la viande de lapin. L'objectif global est de fournir des recommandations spécifiques pour l'amélioration de la production de viande de lapin, en optimisant à la fois son rendement et sa qualité.

Chapite I : Cuniculture

1. Cuniculture au monde

La production de lapin en 2015 a été estimée à 1,6 million de tonnes, selon une étude de Garreau et Gunia en 2019. Les statistiques de la FAO indiquent que la production est dominée par l'Asie, qui représente 72,7% de la production mondiale, suivie par l'Europe avec 19,4%, l'Afrique avec 6,7%, et enfin l'Amérique avec 1,2% (**Données de la FAOSTAT**, 2018).

En ce qui concerne les principaux pays producteurs de lapin, la Chine occupe la première place avec 865 477 tonnes en 2018, suivie de la Corée du Nord avec 144 244 tonnes, de l'Égypte avec 62 143 tonnes, et de l'Espagne avec 55 824 tonnes (**Données de la FAOSTAT**, 2018).

Ces chiffres démontrent que la Chine est le plus grand producteur mondial de lapin, tandis que l'Égypte se positionne comme l'un des principaux pays producteurs en Afrique. Il est important de noter que ces informations sont basées sur les données de la FAOSTAT pour l'année 2018. Les chiffres actuels peuvent avoir évolué depuis lors.

En Afrique, les élevages commerciaux de lapin sont peu représentés dans les pays d'Afrique du Nord de manière générale. Cependant, l'Égypte se démarque en tant que principal pays producteur de lapin à grande échelle, avec une production de 62 143 tonnes en 2018 (**FAOSTAT**, 2018). Dans les autres pays africains, la production cunicole reste relativement faible, avec par exemple 2 789 tonnes pour le Kenya, 1 983 tonnes pour le Congo et 1 087 tonnes pour le Botswana.

2. Cuniculture en 'Algérie,

le pays se classe en deuxième position sur le continent africain en termes de production de lapin, juste derrière l'Égypte. En 2018, l'Algérie a produit 8 468 tonnes de lapin (**FAOSTAT**, 2018). La production algérienne est principalement concentrée au centre du pays, notamment dans la région de Tizi-Ouzou, où un projet de développement a permis de développer cet élevage de manière rationnelle.

3. System d'élevage cunicole en Algérie :

En Algérie, l'élevage de lapins se divise principalement en deux catégories : l'élevage traditionnel et l'élevage rationnel. Le secteur traditionnel se compose de petites unités d'élevage à vocation vivrière, où les lapins sont élevés pour la consommation familiale. En

revanche, le secteur rationnel regroupe des unités de taille moyenne à grande, dédiées à l'élevage de lapins dans un but commercial (**Office National des Statistiques, 2021**).

L'élevage de lapins en Algérie gagne en popularité en raison de sa rentabilité et de la demande croissante de viande de lapin. De plus, l'élevage de lapins requiert moins d'espace par rapport à d'autres animaux d'élevage, ce qui le rend attractif pour les petits éleveurs (**Office National des Statistiques, 2021**).

Cependant, l'élevage de lapins en Algérie fait face à divers défis, notamment l'accès à des races de lapins améliorées, la disponibilité d'aliments adaptés et la formation des éleveurs sur les meilleures pratiques d'élevage (**Office National des Statistiques, 2021**).

Il convient de souligner que les informations spécifiques sur l'élevage de lapins en Algérie peuvent varier en fonction des régions et des conditions locales. Pour obtenir des détails plus précis sur l'élevage de lapins en Algérie, il est recommandé de consulter des sources spécialisées telles que des publications scientifiques ou des rapports officiels du secteur agricole en Algérie (**Office National des Statistiques, 2021**).

3.1 Les deux principaux types d'élevage coexistent en Algérie:

En Algérie, l'élevage de lapins est pratiqué selon deux principaux systèmes : l'élevage traditionnel et l'élevage rationnel. L'élevage traditionnel se caractérise par de petites unités d'élevage à vocation vivrière, généralement gérées par des agriculteurs familiaux. Ces élevages sont souvent extensifs, où les lapins sont élevés en semi-liberté dans des enclos rudimentaires (**Amrani, 2018**). En revanche, l'élevage rationnel se réfère à des unités plus grandes et plus spécialisées, utilisant des installations et des pratiques plus modernes (**Amrani, 2018**).

L'élevage traditionnel de lapins en Algérie repose souvent sur l'utilisation de ressources locales telles que les déchets de cuisine, les sous-produits agricoles et les pâturages naturels. Les lapins sont généralement élevés en petits groupes et ont la possibilité de se déplacer librement dans des enclos ouverts. Bien que ces systèmes offrent une certaine flexibilité et s'adaptent aux ressources locales, ils sont souvent confrontés à des contraintes de productivité et à des risques de maladies (**Amrani, 2018**).

D'autre part, l'élevage rationnel de lapins en Algérie adopte des pratiques plus intensives et modernes. Ces élevages sont souvent équipés de cages ou de parcs spécialement conçus pour

l'élevage des lapins, offrant un contrôle plus étroit de l'environnement et des conditions de reproduction. Les lapins sont alimentés avec des aliments commerciaux spécifiquement formulés pour répondre à leurs besoins nutritionnels. L'élevage rationnel vise généralement à maximiser la production de viande et de peau de lapin, en mettant l'accent sur l'efficacité et la rentabilité (Amrani, 2018).

Il est important de noter que chaque système d'élevage présente des avantages et des inconvénients spécifiques, et que le choix du système dépend souvent des ressources disponibles, des objectifs de production et des contraintes économiques des éleveurs (Hocine, 2019).

4. Principales races en Algérie :

L'élevage de lapins en Algérie est en pleine expansion, et parmi les races les plus populaires, on peut citer le Lapin de Nouvelle-Zélande, le Lapin Californien et le Lapin Blanc de Vienne. Ces races ont été spécialement sélectionnées en raison de leurs caractéristiques avantageuses pour répondre aux besoins locaux en matière de viande de lapin. Par exemple, le Lapin de Nouvelle-Zélande est reconnu pour sa croissance rapide et sa grande taille, ce qui en fait un choix privilégié pour la production de viande. Le Lapin Californien, quant à lui, est apprécié pour sa fourrure de qualité et sa croissance rapide. Enfin, le Lapin Blanc de Vienne se distingue par sa chair tendre et sa couleur blanche attrayante. (Guide Technique de l'Élevage du Lapin en Algérie, 2023)

A. Race Nouvelle-Zélande :

Le Lapin de Nouvelle-Zélande est une race très prisée dans l'élevage en Algérie en raison de ses caractéristiques favorables à la production de viande. Originaire de Nouvelle-Zélande, cette race est renommée pour sa croissance rapide et sa grande taille. En Algérie, les éleveurs ont tendance à privilégier le Lapin de Nouvelle-Zélande en raison de sa capacité à produire une grande quantité de viande de haute qualité. Ces lapins sont également connus pour leur taux de reproduction élevé, ce qui en fait un choix judicieux pour les éleveurs souhaitant accroître leur production. De plus, leur viande est à la fois tendre et savoureuse, répondant ainsi à la demande croissante de produits carnés de qualité sur le marché algérien. (Guide Technique de l'Élevage du Lapin en Algérie, 2023)



Figure 1 :Lapin Nouvelle-Zélande (Smith, 2023)

✓ **Caractéristiques Physiques :**

Morphologie, de la race Nouvelle-Zélande se distinguent par leur grande taille et leur corps élancé. Ils arborent une robe d'un blanc éclatant, tandis que leurs yeux affichent des teintes roses ou rouges(Smith, 2023).

✓ **Caractéristiques Génétiques :**

Les caractéristiques de la robe chez les lapins Nouvelle-Zélande sont sous le contrôle de gènes spécifiques. En outre, ces lapins sont fréquemment sélectionnés en raison de leur grande taille.(Smith, 2023).

B. Race Californien :

Le Lapin Californien est devenu une race très prisée dans l'industrie de l'élevage de lapins en Algérie en raison de ses caractéristiques uniques et de sa grande polyvalence. Originaires des États-Unis, cette race a su s'adapter avec succès aux conditions climatiques variées du pays, ce qui explique en partie son attrait(AAEL.2023).

Un des traits distinctifs du Lapin Californien est son pelage court et dense, marqué par une coloration distinctive : un corps blanc contrastant avec des oreilles, un nez et des pattes noirs. Cette combinaison de couleurs confère au Lapin Californien une apparence particulièrement attrayante, en plus de rendre sa fourrure recherchée pour la confection de vêtements et d'accessoires (AAEL.2023).

En plus de son attrait esthétique, le Lapin Californien est également apprécié pour sa viande de qualité. Ces lapins se distinguent par leur croissance rapide, ce qui en fait un choix économiquement avantageux pour les éleveurs. De plus, leur chair est réputée pour sa tendreté

et sa saveur, répondant ainsi à la demande croissante des consommateurs algériens en quête de produits carnés de haute qualité. une autre caractéristique importante du Lapin Californien est sa réputation de résistance aux maladies courantes, ce qui en fait un choix fiable pour les éleveurs soucieux de minimiser les risques sanitaires. Sa capacité à s'adapter à des températures variées en fait également un atout précieux pour les éleveurs opérant dans différentes régions de l'Algérie, où les conditions climatiques peuvent varier considérablement (AAEL, 2023).



Figure 2 : Lapin Californien (Smith, 2023)

C. Race Blanc de Vienne :

Le Lapin Blanc de Vienne, en Algérie, se démarque par sa robe blanche attrayante et sa chair tendre. Bien qu'il soit moins répandu que les deux races précédentes, il gagne en popularité dans le pays en raison de ses excellentes qualités bouchères. Les éleveurs apprécient les Lapins Blancs de Vienne pour leur efficacité en matière de conversion alimentaire, ce qui signifie qu'ils transforment efficacement leur nourriture en viande. Cette caractéristique en fait une option économique pour les éleveurs cherchant à maîtriser leurs coûts de production tout en offrant une viande tendre et savoureuse. La couleur blanche de leur pelage les rend également attractifs sur le marché, notamment pour ceux qui préfèrent les lapins à la fourrure claire (**Guide Technique de l'Élevage du Lapin en Algérie**, 2023).



Figure 3 :Lapin Blanc de Vienne (Smith, 2023)

D. Race Tête de Lion :

Le Lapin Tête de Lion, une race de lapin intrigante, suscite un intérêt croissant parmi les éleveurs et les passionnés des lapins, en raison de son apparence unique et charmante. Originnaire de Belgique, cette race se distingue par une crinière de poils longs qui entoure son visage, donnant l'impression qu'elle arbore une véritable "tête de lion", d'où son nom. Bien que moins courante en Algérie par rapport à certaines autres races, la popularité du Lapin Tête de Lion est en constante augmentation, surtout parmi ceux en quête d'un animal de compagnie à la fois adorable et insolite(AAEL.2023).

Au-delà de son attrait esthétique, le Lapin Tête de Lion est également apprécié pour son tempérament doux et amical. Il est généralement considéré comme une race calme et facile à manipuler, ce qui en fait un excellent choix pour les familles et les amateurs de lapins de compagnie. De plus, étant de taille relativement modeste, le Lapin Tête de Lion s'adapte aisément à la vie en appartement ou dans des espaces restreints(AAEL.2023).

En ce qui concerne l'élevage commercial en Algérie, bien que cette race ne soit pas aussi répandue que d'autres, elle gagne en reconnaissance pour la qualité de sa viande tendre et de sa fourrure douce. Les éleveurs chevronnés peuvent apporter des améliorations génétiques afin d'optimiser la production de ces caractéristiques tout en préservant l'apparence distincte qui fait la renommée de la race. (AAEL.2023).



Figure 4 : Lapin Tête de Lion (Smith, 2023)

5. Morphologie :

La morphologie des lapins présente une diversité de caractéristiques physiques qui varient selon la race et l'individu. Ces adaptations morphologiques sont en lien avec leur mode de vie, marqué par leur agilité et leur capacité à creuser des terriers. Examinons les principales caractéristiques morphologiques des lapins, en mettant l'accent sur leur structure corporelle et leurs spécificités.(Smith,2023).

Les lapins sont de petits mammifères faisant partie de l'ordre des lagomorphes. Leur taille varie considérablement, allant des races naines pesant moins d'un kilogramme aux races plus grandes dépassant les cinq kilogrammes. Ils possèdent un corps compact et musclé, avec une tête ronde et des membres courts.(Smith,2023).

- **Les oreilles des lapins :** sont généralement longues et dressées. Elles jouent un rôle crucial dans la détection des sons et des vibrations de leur environnement. Certaines races de lapins, comme le Lapin bélier, ont des oreilles tombantes qui leur confèrent une apparence distinctive.(Smith, 2023).
- **Placement latéral des yeux des lapins :** leur procure un large champ de vision. Ils sont particulièrement doués pour détecter les mouvements et leur vision s'adapte bien à la vie nocturne. (Smith,2023).
- **Pelage des lapins :** peut varier en termes de couleur, de texture et de longueur, selon la race. Certains lapins ont un pelage court et dense, tandis que d'autres possèdent un pelage plus long

et soyeux. Ce pelage joue un rôle de protection contre les intempéries et assure une isolation thermique. (Smith,2023).

La morphologie du lapin présente des caractéristiques spécifiques adaptées à son mode de vie herbivore et à ses besoins en matière de locomotion, de creusage de terriers et de communication. Le crâne et la dentition du lapin sont spécialement conçus pour faciliter la mastication des végétaux, avec des incisives supérieures développées en longues dents pointues qui poussent continuellement pour compenser l'usure causée par la consommation de matériaux fibreux. (Smith *et al.*,2022).

- **Colonne vertébrale du lapin** : est flexible, lui permettant de se courber et de sauter avec agilité. Les vertèbres sont adaptées pour absorber les chocs lors des atterrissages après des bonds, minimisant ainsi les impacts sur son corps. Bien que courte, la queue du lapin joue un rôle essentiel dans son équilibre lorsqu'il est en mouvement, maintenant sa stabilité lors des courses, des sauts et des mouvements rapides(Smith *et al.*,2022).
- **Membres antérieurs du lapin** : sont spécialement adaptés au creusage de terriers, avec des os solides et des griffes acérées lui permettant de creuser rapidement et efficacement. Les membres postérieurs du lapin se distinguent par leur puissance et leur agilité de saut. Les os des pattes arrière, allongés et légers, associés à de puissants muscles, confèrent au lapin la capacité d'effectuer des sauts impressionnants. De plus, les os du pied fusionnés pour former le tarse améliorent la transmission de la force lors des sauts(Smith *et al.*,2022).
- **La queue** : bien que souvent négligée, joue un rôle important pour le lapin. En plus de contribuer à son équilibre en mouvement, elle sert également de moyen de communication, exprimant des émotions telles que la peur, l'excitation ou l'agression(Smith *et al.*,2022).

En explorant la morphologie externe et le squelette du lapin, nous pouvons acquérir une meilleure compréhension des adaptations qui lui permettent de survivre et de prospérer dans son environnement. Chaque aspect de sa structure corporelle est spécialement conçu pour répondre à ses besoins spécifiques liés à son régime alimentaire, à sa locomotion et à ses interactions avec son environnement(Smith *et al.*,2022).

6. Tube digestif du lapin :

Les lapins présentent diverses particularités anatomiques spécialisées dans leur système digestif. La longueur totale de l'appareil digestif d'un lapin adulte pesant 5 kilogrammes varie généralement entre 5 et 7,5 mètres.

- **Cavité buccale du lapin :** est étroite et profonde, et sa langue présente de grosses tubérosités qui rendent difficile l'intubation trachéale. L'ouverture buccale est limitée en raison de l'anatomie de l'articulation temporo-maxillaire, où les condyles mandibulaires glissent dans les gouttières temporales orientées d'avant en arrière(Martrenchard,2021).
- **L'estomac du lapin :** est volumineux et possède une paroi musculaire fine, ce qui explique la fréquence du météorisme chez ces animaux. La structure anatomique et le positionnement du sphincter pylorique peuvent être comprimés par la courbure du duodénum, ce qui rend la vidange gastrique souvent difficile et favorise la stase gastrique. La motilité gastrique est régulée et nécessite des fibres alimentaires digestibles de bonne qualité nutritionnelle. L'estomac joue un rôle de réservoir, contenant en permanence un mélange de poils, de caecotrophes (matières fécales spéciales) et de fibres végétales (Martrenchard,2021).

Il est important de noter qu'aucun reflux de l'estomac vers la bouche n'est possible chez le lapin, même de manière accidentelle, ce qui signifie qu'ils ne sont pas capables de vomir.

- **L'intestin grêle du lapin :** est très long, mesurant en moyenne près de 2,5 mètres. Il est composé de trois parties distinctes anatomiquement : le duodénum, le jéjunum et l'iléon. Il est relié au caecum par le sacculusretondus, une formation ronde riche en follicules lymphoïdes (Martrenchard ,2021).
- **Caecum :** est l'organe le plus volumineux de la cavité abdominale du lapin, occupant environ un tiers de son espace. Il est responsable de la digestion de la cellulose et des fermentations bactériennes. En plus de la présence dominante de bactéries anaérobies strictes appartenant principalement au groupe des Firmicutes Gram +, on peut également trouver des protozoaires du genre *Isotricha* et des levures telles que *Cyclinomycesguttulatus* dans le caecum. Les fibres alimentaires présentes dans le caecum subissent une hydrolyse et une fermentation, produisant des acides aminés, des acides gras volatils (principalement des acétates) ainsi que des vitamines B et K (Martrenchard,2021).

- **Côlon du lapin** : se caractérise par la présence de saccules divisés par des stries transversales. La partie transverse du côlon proximal se termine par une région épaissie riche en tissu lymphoïde appelée fucus coli. Cette région contrôle les mouvements péristaltiques et antipéristaltiques de l'intestin, ce qui conduit à la formation séparée des crottes dures (**Martrenchard,2021**).

6.1 Physiologie digestive :

La physiologie digestive du lapin est spécifiquement adaptée à la digestion efficace d'une alimentation riche en fibres végétales. Son système digestif présente des caractéristiques particulières qui favorisent la consommation de matières végétales et la fermentation microbienne qui en découle(**Borrel, 2021**).

Lorsque le lapin ingère de la nourriture, celle-ci traverse une cavité buccale étroite et profonde où la mastication est facilitée par les grosses tubérosités présentes sur sa langue. Ensuite, la nourriture pénètre dans l'estomac volumineux du lapin, qui joue principalement le rôle d'un réservoir. L'estomac possède une paroi musculaire fine, et la vidange gastrique peut être entravée en raison de la compression du sphincter pylorique par la courbure du duodénum, ce qui entraîne fréquemment une stagnation des aliments dans l'estomac(**Borrel, 2021**).

L'intestin grêle du lapin, d'une longueur moyenne d'environ 2,5 mètres, est responsable de l'absorption des nutriments. Il est composé anatomiquement de trois parties distinctes : le duodénum, le jéjunum et l'iléon. Le caecum, qui occupe une position prédominante dans la cavité abdominale du lapin, joue un rôle essentiel dans la digestion des fibres végétales. Il abrite une population de bactéries anaérobies, comprenant notamment les Firmicutes Gram+ et les Bacteroïdessa., qui dégradent la cellulose et les fibres alimentaires par fermentation. Les produits de cette fermentation comprennent des acides aminés, des acides gras volatils (principalement des acétates) ainsi que des vitamines B et K(**Borrel, 2021**).

Le côlon du lapin présente une structure caractéristique avec des saccules divisés par des stries transversales. La partie proximale du côlon se termine par le fucus coli, une région épaissie riche en tissu lymphoïde. Cette région joue un rôle dans les mouvements péristaltiques et antipéristaltiques de l'intestin, qui permettent la formation séparée des crottes dures et des caecotrophes, des crottes molles riches en nutriments essentiels. Le lapin consomme régulièrement ses caecotrophes directement à partir de l'anus afin de récupérer ces nutriments(**Borrel, 2021**).

6.2 Cæcotrophie :

Le lapin produit deux types de déjections : les crottes dures et sèches pendant la journée, et les caecotrophes molles, gluantes et verdâtres pendant la nuit et le matin (**Smith,2020**).

La cæcotrophie est liée à la digestibilité des fibres alimentaires, car ces fibres subissent une digestion différente en fonction de leur solubilité. Les fibres insolubles sont transportées le long du tube digestif et forment les crottes diurnes, qui sont rondes et sèches. Les fibres solubles, quant à elles, sont ramenées vers le cæcum par des contractions antipéristaltiques du côlon. Dans le cæcum, ces fibres subissent des fermentations digestives d'origine bactérienne, ce qui produit des acides aminés, des acides gras volatils et des vitamines qui sont ensuite absorbés par l'organisme. Le cæcum se contracte deux fois par jour pour vider son contenu dans le côlon. À ce moment-là, les contractions antipéristaltiques sont annulées de manière réflexe et les caecotrophes sont éliminées et réabsorbées directement par préhension à l'anus(**Smith, 2020**).

La cæcotrophie joue un rôle essentiel dans la récupération des éléments nutritifs pour le lapin. Elle permet au lapin de récupérer la cellulose digestible, des protéines et des vitamines B. Selon le régime alimentaire, les caecotrophes peuvent contribuer à environ 15 % de l'azote total ingéré, mais cette proportion peut atteindre jusqu'à 70 % dans le cas d'un régime très pauvre en azote(**Smith, 2020**).

Dans des conditions physiologiques normales, les caecotrophes du lapin ne sont pas visibles dans son environnement. En termes de comportement, le lapin adopte une position debout, ramassé sur lui-même. Il s'assoit sur ses postérieurs et se penche pour amener sa tête entre ses postérieurs. Il récupère directement les caecotrophes émises en les saisissant avec sa bouche de manière rapide. Ensuite, le lapin se redresse immédiatement avant de mâcher lentement les caecotrophes (**Clauss, 2020**).

La cæcotrophie commence dès l'ingestion d'aliments solides, généralement vers l'âge de trois semaines. Le déclencheur principal de ce comportement est la composition du contenu caecal, notamment le pH et les acides gras volatils, ainsi qu'un stimulus inné provenant du rectum(**Clauss, 2020**).

7. Alimentation :

Le lapin a tendance à prendre ses repas de manière fréquente, souvent entre 25 et 35 fois par jour, y compris pendant la nuit. En ce qui concerne la quantité d'aliment consommée quotidiennement, cela varie en fonction du lapin et de son stade physiologique. Par exemple, un lapin reproducteur mâle peut consommer en moyenne entre 120 et 150 g d'aliment sec par jour, en tenant compte de sa taille et de la température ambiante (plus le lapin est grand, plus il mange, et moins il mange lorsqu'il fait chaud). Pour les lapines, la quantité d'aliment peut varier entre 150 et 350 g par jour en fonction de leur stade physiologique. Quant aux lapereaux en phase d'engraissement, leur consommation quotidienne est d'environ 100 à 120 g (FAO et CECURI, 2018).

Le lapin est un herbivore et son alimentation doit donc être composée de fourrage frais récolté 24 ou 48 heures à l'avance, ou d'un mélange d'aliments granulés contenant du fourrage sec. Il est également important de noter que le lapin a une consommation d'eau relativement élevée, en particulier pour les lapines allaitantes et les lapereaux en pleine croissance. Une lapine allaitante peut consommer près de 1 litre d'eau par jour, tandis qu'une lapine avec ses petits peut en consommer entre 1,5 et 2 litres par jour (FAO et CECURI, 2018).

7.1 Besoins nutritionnels des lapins :

Le lapin a des besoins nutritionnels spécifiques en raison de son système digestif et de ses exigences particulières en termes de nutriments. En tant qu'herbivore strict, le lapin nécessite un régime alimentaire principalement composé de fibres végétales. Les fibres jouent un rôle essentiel dans la santé digestive du lapin en favorisant le bon fonctionnement de son système digestif complexe. Elles contribuent à maintenir une motilité intestinale adéquate, préviennent la constipation et favorisent l'élimination régulière des matières fécales (Cunha, 2020).

De plus, les fibres végétales fournissent une stimulation physique nécessaire à l'usure continue des dents du lapin, qui poussent en permanence. Un apport insuffisant en fibres peut entraîner une croissance excessive des dents, des problèmes d'alignement et des douleurs dentaires (Cunha, 2020). Les lapins ont besoin d'environ 20 à 25% de fibres brutes dans leur alimentation quotidienne (Varga, 2013). Le foin de qualité supérieure est une excellente source de fibres pour les lapins. Il est recommandé d'offrir du foin à volonté afin de maintenir une bonne santé digestive et d'encourager l'usure naturelle des dents (Varga, 2013).

Les protéines de haute qualité sont également essentielles pour répondre aux besoins du lapin en matière de croissance, de développement, de reproduction et de maintien des tissus corporels. Les protéines jouent un rôle crucial dans la formation et la réparation des muscles, des os, de la peau et des organes internes. **(Cunha, 2020)**. Les lapins nécessitent un régime contenant environ 15 à 18% de protéines pour répondre à leurs besoins nutritionnels **(Licois, 2010)**.

En ce qui concerne les vitamines et les minéraux, une alimentation équilibrée est nécessaire pour maintenir la santé globale du lapin. Les vitamines du complexe B, notamment la vitamine B12, jouent un rôle important dans le métabolisme énergétique, le bon fonctionnement du système nerveux et la santé neurologique

(Cunha, 2020).

Les minéraux tels que le calcium, le phosphore, le magnésium et le potassium sont indispensables pour la santé osseuse, la contraction musculaire, la régulation des fluides corporels et de nombreux processus métaboliques **(Cunha, 2020)**.

Les matières grasses fournissent de l'énergie concentrée dans l'alimentation des lapins. Cependant, une quantité excessive de matières grasses peut entraîner une prise de poids et des problèmes de santé. Les lapins ont besoin d'environ 2 à 4% de matières grasses dans leur régime alimentaire **(Harcourt-Brown, 2019)**. Les sources de matières grasses appropriées pour les lapins peuvent inclure de petites quantités d'huile végétale ou de graines **(Harcourt-Brown, 2019)**.

Il est crucial de fournir aux lapins une alimentation équilibrée et variée, comprenant du foin de qualité, des légumes verts feuillus et une quantité limitée de granulés commerciaux spécialement formulés pour les lapins. Il est recommandé de consulter un vétérinaire ou un spécialiste de la nutrition animale afin d'élaborer un régime alimentaire adapté aux besoins spécifiques de chaque lapin **(Cunha, 2020)**.

Chapitre II : *Lathyrus sativus*

Introduction

Grass pea *Lathyrus sativus* L. est une légumineuse annuelle de saison froide largement cultivée dans Asie du Sud, Afrique subsaharienne, et dans la région méditerranéenne. C'est une culture résistante au stress avec valeur nutritionnelle élevée, considérée comme une source prometteuse de caractères à reproduire pour l'adaptation/l'atténuation effets des changements climatiques. Il est également signalé comme une culture appropriée pour une production plus durable systèmes tels que les cultures intercalaires (**Letice**, 2022).

Gesse *Lathyrus Sativus* a été reconnu par la Millennium Seed Bank de Kew qui l'a considéré comme une des cultures prioritaires à utiliser pour l'adaptation des cultures vivrières la plus importante au monde aux nouvelles conditions climatiques production (**Lambein et al.**, 2019)

Gesse *lathyrus sativus* est considéré comme une culture alimentaire saine et intelligente, valorisée et cultivée pour sa teneur élevée en protéines dans les graines (**Lambein et al.**, 2019). Appartient aux légumineuses Famille botanique, aussi appelée Fabaceae ou Papilionaceaeconnu sous le nom Indianvetch, chicklingvetch, et khesari (**Arpita et al.**, 2021). Cette famille a trois sous-familles, dont Papilionoideae, à laquelle appartiennent les graines de légumineuses. Il représente le groupe de plantes à fleurs le plus important sur le plan économique dans l'alimentation humaine et animale (**Costa et al.**, 2021).

Grass pea est la source de protéines la moins chère dans l'alimentation quotidienne de millions de personnes végétariennes qui ne peuvent pas se permettre ou ne préfèrent pas les produits non végétariens pour accéder à une nutrition équilibrée (**Rizviet et al.**, 2016).

La concentration protéique de cette légumineuse est de 17,7 à 49,3 %, ce qui est plus élevé que celle d'autres légumineuses comme le pois sec, le féverole ou le lupin (**Rizviet et al.**, 2016). La protéine du pois d'herbe contient 17 acides aminés en quantité suffisante, en particulier la lysine à des niveaux plus élevés par rapport à d'autres légumineuses ou céréales. C'est une source alimentaire unique de l'acide aminé L-homoarginine (Har) qui est l'un des premiers acides aminés non protéiques étranges (**Llorent-Martinez et al.**, 2017).

Malgré cela, sa culture a diminué dans le passé récent le monde en raison de la présence d'une neurotoxine, β -N-oxalyl-L α , acide β -diaminopropionique (β -ODAP) dans ses semis et ses graines qui a été signalé pour causer le neurolathyrisme. Par conséquent, il devient pertinent de réduire la teneur en β -ODAP dans les semences de cette culture pour s'assurer que Grass pea

continue de fournir la sécurité alimentaire et nutritionnelle des multitudes de personnes à faible revenu communautés (**Rizviet et al.**, 2016; **Lambein et al.**, 2019).

À travers le globe, une production de 1,2 million de tonnes de légumineuses herbacées est obtenue à partir d'une superficie de terre de 1,5 million d'hectares. Le genre *Lathyrus* revêt également une grande importance avec un total de 187 espèces, et il a la capacité d'être cultivé dans des régions à climat tempéré ainsi que dans les zones tropicales à travers le monde (**Soren et al.**, 2020).

1. Origine

Grass pea *Lathyrus sativus* est l'une des plus anciennes cultures avec une longue histoire de domestication. Dans les fouilles archéologiques en Turquie et en Irak, graines d'espèces de *Lathyrus* ont été trouvées comme objets collectés ou cultivés. De même, des graines de 2500 avant JC ont été identifiées dans les fouilles les plus anciennes en Inde (**Lambein et al.**, 2019).

Grass pea est une légumineuse annuelle, originaire du sud-ouest et de l'Asie centrale, qui se répand ensuite dans la Méditerranée orientale (**Lambein et al.**, 2019).

Grass pea *Lathyrus sativus* est une culture courante dans de nombreux pays asiatiques et africains ainsi que dans le bassin méditerranéen lorsqu'il est utilisé soit pour l'alimentation animale, soit pour la consommation humaine (**Crino et al.**, 2004).

L'intérêt renouvelé pour la production de Grass pea est dû à la nécessité de réintroduire une rotation rationnelle des cultures dans les zones surexploitées par la culture des céréales, et aussi pour satisfaire partiellement la demande de concentrés protéiques pour l'alimentation animale (**Crino et al.**, 2004).

Cependant, la consommation de *L. sativus* a connu une régression significative au 20e siècle en raison de la découverte de sa neurotoxicité. L'acide aminé neurotoxique, l'ODAP, présent dans les graines de *L. sativus*, a été associé au lathyrisme, une maladie neurologique qui peut provoquer une paralysie permanente des membres inférieurs (**Spencer**, 1999).

2. Importance des espèces cultivées du Grass pea *Lathyrus sativus*

a. Dans le monde

La gesse *L. sativus* reste largement utilisée pour l'alimentation humaine en Éthiopie et dans le sub-continent indien, bien que sa culture ait diminué dans de nombreuses autres régions. Elle est cultivée sur environ 1 million d'hectares dans les régions chaudes de l'Asie, principalement en Inde, au Bangladesh, en Birmanie, au Népal et au Pakistan, ainsi qu'en Éthiopie on la trouve

également dans une moindre mesure au Moyen-Orient, en Europe du Sud et dans certaines parties de l'Afrique et de l'Amérique du Sud.

En particulier, en Inde, au Bangladesh, en Birmanie, au Népal et au Pakistan, la gesse est cultivée exclusivement pendant les mois froids de l'hiver grâce à l'agriculture pluviale. Elle est souvent plantée après la récolte du riz pour profiter de l'humidité résiduelle dans le sol .

Au Bangladesh, la gesse est la culture légumineuse occupant la plus grande superficie et donnant la plus grande production, couvrant une superficie de 239 343 hectares avec une production de 174 245 tonnes et un rendement moyen de 728 kg/ha (**Dalila Boukecha et al .**, 2018).

En Turquie, la gesse *L. sativus* est principalement une culture marginale et est cultivée principalement comme fourrage. Sa présence en tant que culture agricole est limitée et son utilisation est principalement axée sur l'alimentation du bétail et des animaux d'élevage. Contrairement à d'autres régions où elle est encore utilisée pour l'alimentation humaine, en Turquie, la gesse n'occupe pas une place importante dans l'alimentation humaine et est plutôt consacrée à des fins fourragères (**Basaran et al.**, 2016).

La gesse est considérée comme une culture populaire dans les régions sèches d'Asie et d'Afrique par plus de 100 millions de personnes. Cette popularité s'explique par plusieurs facteurs, notamment sa facilité de culture, sa résistance à des conditions environnementales difficiles telles que la sécheresse, les inondations et la salinité modérée, sa capacité à résister aux attaques d'insectes, ainsi que son rendement satisfaisant en grain. En raison de ces caractéristiques favorables, de nombreuses communautés dans ces régions ont adopté la gesse comme une culture agricole essentielle pour leur sécurité alimentaire et leur subsistance (**Dalila Boukecha et al.**, 2018).

L'ajout de la gesse *Lathyrus sativus* dans les rotations de cultures peut contribuer à rendre le système de production agricole plus durable. En effet, cette plante appartient à la famille des Fabacées (légumineuses) et possède la capacité de fixer l'azote atmosphérique en collaboration avec les agrobactéries *Rhizobium*. De plus, elle forme efficacement des nodosités symbiotiques avec *Rhizobium leguminosarum* , ce qui enrichit le sol en azote disponible pour les cultures suivantes (**Dixit et al.**,2016) .

b. En Algérie

Dans la région de la Kabylie, on trouve sporadiquement quelques variétés de gesse (blanche et grise) à gros grains, demi-tardives et très mélangées. Ces variétés sont utilisées principalement pour l'alimentation humaine, et parfois pour l'alimentation animale. Sur le plan culinaire, l'utilisation de la gesse est très similaire à celle du pois chiche. Les habitants de cette région consomment la gesse de manière comparable au pois chiche, l'intégrant dans divers plats et préparations alimentaires. La gesse celle-ci persiste encore chez quelques agriculteurs dans les régions de l'est, du centre et de l'ouest de l'Algérie (**Dalila Boukecha et al.**, 2018).

En Algérie, les premières études sur les gesses remontent à 1987, lorsque Tchoketch-kebir et Belarbi (1998) ont réalisé une évaluation de la production de grains sur certaines variétés à l'Institut National agronomique (INA) à Alger, plus précisément dans la région de Sétif.

En 2012, Achir a mené une étude sur la variabilité de onze populations locales de gesse cultivées *Lathyrus sativus L.* dans la région de Sétif, sous un climat semi-aride. Au cours de cette recherche, l'auteur a distingué deux groupes de populations : d'une part, des populations présentant des graines sombres et d'autre part, des populations ayant des graines claires. Cette étude a permis de mieux comprendre la diversité de la gesse cultivée dans cette région et les caractéristiques spécifiques de chaque groupe de populations en termes de coloration des graines. Ces études ont révélé des rendements particulièrement prometteurs, démontrant le potentiel intéressant de ces variétés de gesse en termes de production de grains (**Dalila Boukecha et al.**, 2018).

3. Composition

Dans le monde entier, l'accent a été mis sur Grass pea *Lathyrus sativus* dans le contexte la pertinence agricole et nutritionnelle chez *Lathyrus sativus* (**Table1**). La teneur en protéines des pois herbacés comprend 17 acides aminés, en particulier la lysine, supérieure à celle de toute autre légumineuse. 39,24 et 33,26 % de protéines (**Rathi**, 2018), ce qui est comparable aux lentilles (33,4 %) et au soja (37 %). teneur en protéines du pois herbacé est beaucoup plus élevé que celui des autres légumineuses comme le pois chiche (~19 %). Dans une étude récente, 173 ont été soumis à une quantification des acides aminés libres et glutamique L'acide était le plus abondant (**Arslan** .2017).

Tableau 1 : la composition de la gesse (**Ramya KR et al** .,2022)

Composition	Grass pea
Protein (%)	8.60-34.60
Total polyunsaturated fatty acids	127.39-179.39 mg/100 g
Total Carotenoids	323.30 µg/kg
Iron	6.90-8.74 mg/100 g
Phosphorus	0.37-0.49 mg/kg
Potassium	644 mg/100 g
Calcium	0.07-0.12 mg/kg
Magnesium	92 mg/100 g
Vitamin B1	0.46 mg/100 g
Vitamin B2	0.23 mg/100 g
Vitamin B3	1.24-2.03 mg/100 g
Vitamin E	40 IU/kg
Cysteine	3.8-4.3 mg/kg
Lysin	18.4-20.4mg /kg
Threonine	10.2-11.5 mg/kg
Methionine	2.5-2.8 mg/kg
Total lipide	1.67-0.18g /100g

La teneur en sucre Grass pea est plus élevée que le lupin, les haricots rouges, les pois et les féveroles, le potentiel antioxydant. La gesse est bien établie avec une teneur plus élevée en phénols et flavonoïdes et plus bas abondance d'acide parabanique (**Rathi**.2018).

La gesse commune *Lathyrus sativus* Lest une culture d'une immense importance économique, en particulier dans les pays en développement, y compris l'Inde, Bangladesh, Pakistan, Népal et l'Éthiopie. Elle est également cultivée en Chine et en Europe, au Moyen-Orient et en Afrique du Nord (**Dixit et al.**, 2016). *Lathyrus sativus* sert à plusieurs fins, y compris l'alimentation humaine, le fourrage et comme engrais vert dû en partie à ses qualités nutritives (**Mahler-Slasky et Kislev**, 2010).

En effet, les graines contiennent des niveaux élevés de protéines (25,6 g/100 g) et dans les feuilles matures (17%) et d'acides aminés essentiels (7,92 g/100 g) avec une teneur totale en lipides et en phénols de 1,67 g/100 g et 174,91 mg/ 100 g, respectivement. L'acide ascorbique (13,50 mg/100 g), le glutathion (15,90 mg /100 g) ainsi que l'acide folique (206,70 µg/100 g) sont également présents (**Tamburino et al.**,2012). De plus, la teneur des graines en cuivre, zinc, manganèse et phosphore, est assez importante (**Sidorovaa et al.**, 2013)

4. Utilisation

a. Utilisation comme aliment: la gesse peut servir à diverses fins, comme les animaux alimentation et fourrage, mais aussi alimentaire humaine, grâce à (18-34%) et (17%) de la teneur en protéines des graines et des feuilles matures, respectivement (**Rizvi et al.**, 2016) .

Les graines de *Lathyrus sativus* ont une longue histoire d'utilisation en tant qu'aliment de base dans de nombreuses régions d'Asie et d'Afrique. Elles sont riches en protéines, en fibres et en divers nutriments essentiels tels que le fer, le calcium et le zinc (**Padulosiet al.**, 2013)

b. Utilisation en médecine traditionnelle : *Lathyrus sativus* est également utilisé dans divers systèmes de médecine traditionnelle. Certaines parties de la plante, comme les graines et les feuilles, sont réputées pour leurs propriétés médicinales potentielles. Des études préliminaires ont suggéré que les extraits de pois carré peuvent présenter des activités anti-inflammatoires, antioxydantes et anticancéreuses (**Deyet al.**, 2018), (**Rashid et al.**, 2020). Et L'acide L-amino 1-homoarginine apporte des bienfaits dans les maladies cardiovasculaires traitements

(**Rao** .2011). Ainsi, un apport alimentaire quotidien de l-homoarginine par de petites quantités de pois herbeux peut être précieux pour la santé humaine et mérite d'être étudié plus loin (**Rao** . 2011).

c. Utilisation en agriculture durable : *Lathyrus sativus* a également un rôle à jouer dans l'agriculture durable. Cette plante a la capacité de fixer l'azote atmosphérique dans le sol, ce qui peut réduire la dépendance aux engrais chimiques et améliorer la fertilité du sol de manière naturelle (**Saxena et al.**, 2017). Ainsi, un apport alimentaire quotidien de l-homoarginine par de petites quantités de pois herbeux peut être précieux pour la santé humaine et mérite d'être étudié plus loin (**Rao**.2011).

5. Caractéristiques de gesse *lathyrus sativus*

Lathyrus sativus, communément appelé pois chiche, est une espèce de plante légumineuse annuelle originaire de la Méditerranée et de l'Asie du Sud. Cette plante herbacée est connue pour ses tiges anguleuses et ses fleurs parfumées bleu-violet, bien que la variété cultivée soit principalement valorisée pour ses graines comestibles. Étonnamment résilient, *L. sativus* est capable de prospérer dans des sols pauvres et de résister à la sécheresse, ce qui le rend idéal pour la culture dans des régions où d'autres cultures peuvent avoir du mal à survivre (**Siddique et al.**, 2023).



Figure : Variation morphologique des espèces sauvages apparentées (CWR) ainsi que des espèces cultivées de *Lathyrus* . . (D) Variation de la couleur et de la forme du tégument chez *Lathyrus sativus* L. (E) Variation morphologique de la couleur des fleurs chez *Lathyrus sativus* L (**Das et al.**,2021).

Au fil des ans, la recherche a révélé des aspects impressionnants des capacités de *L. sativus*. Cette plante a montré une incroyable adaptation aux conditions environnementales difficiles, comme la tolérance aux sols acides, salins et pauvres en nutriments (**Siddique et al.**, 2023).

Ces caractéristiques ont conduit à une augmentation de l'intérêt pour *L. sativus* en tant que culture potentiellement durable et résiliente au changement climatique.

Cependant, malgré ses avantages, la consommation de *L. sativus* doit être modérée en raison de la présence de l'acide aminé neurotoxique, l'ODAP (β -N-oxalyl-L- α , β -diaminopropionique), qui peut causer le lathyrisme, une maladie neurologique chez l'homme (**Verma et al.**, 2023).

Des recherches sont en cours pour réduire la teneur en ODAP des graines de *L. sativus*, ce qui pourrait potentiellement augmenter l'usage de cette plante dans l'alimentation humaine.

En dépit de ce défi, *L. sativus* offre un grand potentiel pour l'avenir de l'agriculture durable. Sa capacité à améliorer la qualité du sol grâce à la fixation de l'azote, sa résilience aux conditions climatiques difficiles, et son potentiel nutritionnel en font une candidate idéale pour la sécurité alimentaire à l'ère du changement climatique (**Hussain et al.**, 2023).

6. Classification :

Le genre *Lathyrus* est le genre le plus large de la tribu des Fabeae Il contient plus de 160 espèces dont *L. sativus* L (**Malek**, 2012) :

➤ Taxonomie

Embranchement : Phanérogames

Sous-Embranchement : Angiospermes

Classe : Magnolipsida (Dicotylédones)

Sous-Classe : Rosidae

Ordre : Fabales

Famille : Fabaceae (légumineuses)

Sous-Famille : Papilionoideae

Tribu : Fabeae

Genre : Lathyrus

Espèce : Lathyrus sativus L.

7. Le composant antinutritionnel :

➤ β -ODAP

La présence dans sa composition d'un analogue de glutamate, β -N-Oxalyl-L- α,β -diaminopropioniqueacide, connu sous le nom β -ODAP aussi connu sous le nom de b-N-oxalyl-amino-L-alanine (BOAA) (**Lambein et Kuo**, 2009) doit être noté, c'est un acide aminé neurotoxique responsable du neuro lathyrisme. Le neuro lathyrisme affecte les motoneurons supérieurs, dans lesquels nous observons un profil clinique d'augmentation du tonus musculaire dans les membres inférieurs et la pression de la cheville et du genou, le signe Babinski et spastique démarche. Les membres supérieurs ne sont affectés que dans les cas les plus graves (**José Ruiz Lealet al.**, 2018).

Le neuro lathyrisme survient après une consommation excessive de graines ou de farine de *L. sativus* comme aliment de base pendant plusieurs mois consécutifs (**Kuoet al.**, 2007). Certains auteurs considèrent que le contenu β -ODAP est inférieur que 0,15 % des graines de *L. sativus* constituent un seuil de sécurité pour la consommation humaine et l'animale .

En 2009, l'Autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA) a publié un compendium avec des espèces botaniques qui pourraient être préoccupantes pour la santé lorsqu'elles sont consommées comme aliment ou complément alimentaire en raison de leur composition chimique. Dans cette liste, l'espèce *L. sativus* est mentionnée en raison de la présence de β -ODAPdans ses graines (**EFSA**.2012).

Il a été rapporté que l'accumulation de β -ODAP dans grass pea était probablement liée au niveau de composés azotés libres totaux présents dans cette culture. Par conséquent, l'azote et le phosphate peuvent être les facteurs nutritifs cruciaux qui influencent la teneur en neurotoxine dans des conditions de terrain (**Das et al.**,2021)

Dans des conditions de stress, à savoir sécheresse et salinité, le pois d'herbe a tendance à synthétiser un ensemble des métabolites, tels que les composés phénoliques, les sucres solubles, les prolines et les peroxydases, par exemple. Métabolites particuliers, tels que sucres solubles, proline, abscisic acide (ABA) et β -ODAP semble être corrélé avec la sécheresse et la salinité des grass pea souligne la résilience (**Kong et al.**,2021).

- **les methode pour l'elimination de β -ODAP**

- **L'eau chaude**

Gesse *Lathyrus sativus* est une impulsion d'une grande importance pour l'alimentation humaine et animale en raison de sa résistance élevée à un environnement pauvre cependant, il contient des facteurs anti-nutritionnels et une neurotoxine, qui est partiellement perdue pendant le trempage. Une première l'approche du transfert de masse pendant le trempage du grasspea été réalisée en modélisant l'absorption d'eau pendant le trempage à l'aide de modèles mathématiques empiriques. Le comportement d'absorption d'eau a été décrit avec succès par le Peleg et le Exponential modèles, avec ces modèles présentant plusieurs avantages par rapport aux modèles Mitscherlich et Page. Les deux modèles a estimé une augmentation de la teneur en humidité d'équilibre à des températures comprises entre 50 °C et 100 °C, et a détecté une augmentation effet de la superficie par rapport au volume de la graine sur le taux d'absorption d'eau, mais seulement à 75 °C et à 100 °C. De plus, pois d'herbe à présenter une porosité réelle élevée, 13,651%, montrant qu'il contient un grand volume vide dans lequel l'eau peut entrer par capillaire. La perte de solides était élevée, variant de 18 % à 25 °C à 44 % à 100 °C pendant de longues périodes de trempage, ce qui confirme que son effet dans le trempage ne peut être négligé (**Costa et al.**,2021).

- **L'amélioration génétique**

L'objectif principal de la sélection des grasspea était l'amélioration du rendement . Cela a évolué plus tard vers le développement de variétés améliorées à faible β -ODAP et, dans une troisième phase, plusieurs variétés et lignées ont été développées en combinant une faible teneur en β -ODAP (<0,1%) avec un potentiel de rendement élevé (jusqu'à 1,5 tonne/ha) et une résistance à une variété de stress biotiques et abiotiques . Variétés de pois d'herbe libérées à faible β -ODAP (**Das et al.**,2021). Plus récemment, les chercheurs se sont davantage diversifiés. Leurs objectifs de sélection, compte tenu non seulement de la stabilité du rendement , mais aussi des protéines des semences la qualité et l'exploitation des potentiels nonneurotoxiques de β -ODAP . Face aux défis posés par le changement climatique, la sélection desgrasspeadoit désormais faire face à une augmentation

variabilité des contraintes, assurant le développement de variétés multiples résistantes au stress qui résister à la sécheresse, aux inondations, à la chaleur et à une diversité de maladies ou de ravageurs et, simultanément, assurer la stabilité du rendement et de la qualité dans des conditions environnementales incertaines (**Gonçalves et al.**,2022).

Chapitre III: Qualité de la viande de lapin

1. Introduction

Les lapins sont des animaux herbivores qui se nourrissent principalement de végétaux riches en fibres. En conséquence, leur viande contient des niveaux élevés de protéines de haute qualité, avec une faible teneur en matières grasses et en cholestérol. La viande de lapin est également une bonne source de vitamines et de minéraux essentiels tels que le fer, le zinc et les vitamines B.

En termes d'organoleptique, la viande de lapin est souvent décrite comme tendre, délicate et légèrement sucrée. Sa texture fine et sa saveur subtile en font un ingrédient apprécié dans de nombreuses cuisines. Cependant, la qualité organoleptique de la viande de lapin peut varier en fonction de plusieurs facteurs tels que la race du lapin, son âge, son alimentation et les conditions d'élevage (**Smith**, 2020).

Plusieurs études ont été menées pour évaluer la qualité de la viande de lapin, notamment en utilisant des analyses chimiques, sensorielles et microbiologiques. Ces études ont montré que la viande de lapin de haute qualité présente une teneur en protéines élevée, une faible teneur en matières grasses, une texture tendre et une absence de défauts sensoriels (**Smith**, 2020).

Selon une étude publiée dans le *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, la viande de lapin se distingue par sa faible teneur en matières grasses et en cholestérol, ce qui en fait un choix de viande maigre et saine. Elle est également riche en protéines de haute qualité, essentielle pour la croissance et la réparation des tissus musculaires. (**Ma et al.**, 2011)

Une recherche réalisée par l'Institut national de la recherche agronomique (INRA) a démontré que la viande de lapin présente une teneur élevée en acides aminés essentiels, notamment en lysine et en méthionine. Ces acides aminés sont nécessaires pour la synthèse des protéines et jouent un rôle clé dans le bon fonctionnement du système immunitaire. (**Gidenne et al.**, 2010)

En termes de goût, la viande de lapin est souvent décrite comme délicate et savoureuse. Elle possède une texture tendre et une saveur subtile qui se marie bien avec différents types d'assaisonnements et de cuissons. Les chefs cuisiniers la considèrent comme une viande polyvalente qui peut être utilisée dans de nombreuses recettes, des plats traditionnels aux créations plus contemporaines. (**Blanch et al.**, 2008)

L'industrie de la viande requiert des données précises sur la qualité de la viande tout au long de sa chaîne de production afin d'assurer aux consommateurs des produits carnés de première

qualité. Ces données couvrent les caractéristiques sensorielles telles que la (tendreté, la saveur, la jutosité et la couleur) de la viande. Il est important de tenir compte de l'anisotropie naturelle de la viande due à sa structure myofibrillaire, qui présente une disposition relativement linéaire. Les approches biophysiques d'évaluation se basent soit sur des mesures directes des propriétés des composants de la viande, soit sur des calculs indirects qui reposent sur des corrélations évidentes entre différentes mesures biophysiques et les propriétés des composants de la viande. En développant des modèles pour représenter les propriétés biophysiques clés en jeu, il devient possible d'améliorer notre compréhension des caractéristiques de la viande et des produits carnés, contribuant ainsi à l'assurance de leur qualité. (Guelmamene *et al.*, 2020).

2. Facteurs affectant la viande

. Voici certains des facteurs qui peuvent influencer sur la qualité de la viande de lapin :

- Facteurs génétiques : La race du lapin peut affecter la qualité de sa viande. Certaines races sont connues pour produire de la viande avec de meilleures propriétés sensorielles que d'autres
- Âge : L'âge du lapin au moment de l'abattage peut affecter la qualité de sa viande. Les lapins plus jeunes ont tendance à avoir une viande plus tendre que les lapins plus âgés
- Facteurs environnementaux : L'environnement dans lequel le lapin est élevé peut affecter la qualité de sa viande. Des facteurs tels que la température, l'humidité et l'éclairage peuvent tous avoir un impact
- Facteurs de gestion : La façon dont le lapin est géré peut également affecter la qualité de sa viande. Des facteurs tels que l'alimentation, l'approvisionnement en eau et l'hygiène peuvent tous jouer un rôle.
- Facteurs pré, péri et post-abattage : La façon dont le lapin est manipulé avant, pendant et après l'abattage peut affecter la qualité de sa viande. Des facteurs tels que le stress, la manipulation et le stockage peuvent tous avoir un impact .

Dans l'ensemble, la viande de lapin est connue pour ses caractéristiques nutritionnelles et diététiques élevées, et elle est considérée comme ayant de bonnes propriétés sensorielles. La qualité de la viande de lapin peut être influencée par divers facteurs tels que la génétique, l'âge, l'environnement, les facteurs de gestion, les facteurs pré, péri et post-abattage (Anand Kumar *et al.*, 2023).

3. Composition chimique de la viande de la lapine

Plusieurs facteurs alimentaires peuvent influencer la qualité et la sécurité de la viande de lapin, notamment le cholestérol, les acides gras, l'eau, les protéines, les lipides, les cendres et l'énergie. Voici une brève présentation de la manière dont ces facteurs peuvent affecter la viande de lapin :

- **Cholestérol** : La viande de lapin présente une teneur relativement faible en cholestérol par rapport à d'autres viandes, ce qui en fait un choix favorable pour les personnes soucieuses de leur taux de cholestérol. Les faibles niveaux de cholestérol contribuent à maintenir la santé cardiaque (**World Rabbit Science**. 2010).
- **Acides gras** : Le type et la quantité d'acides gras dans la viande de lapin peuvent influencer son profil nutritionnel. Une composition équilibrée en acides gras, comprenant des acides gras oméga-3 et oméga-6, est souhaitable pour favoriser la santé cardiovasculaire et réduire l'inflammation (**Meat Science**. 2005).
- **Eau** : La teneur en eau de la viande affecte sa tendreté, sa jutosité et sa qualité globale. Des pratiques de gestion appropriées garantissent que la viande de lapin conserve une teneur en humidité optimale, améliorant ainsi ses qualités sensorielles (**Meat Science**. 2004).
- **Protéines** : La viande de lapin est reconnue pour sa teneur élevée en protéines de haute qualité. Les protéines sont essentielles pour la croissance, la réparation des tissus et divers processus métaboliques dans le corps humain. La viande de lapin fournit un profil complet en acides aminés, ce qui en fait une source précieuse de protéines (**Food Chemistry**. 2012).
- **Lipides** : La teneur en lipides de la viande de lapin contribue à sa saveur, sa jutosité et sa texture. Un équilibre approprié de matières grasses intramusculaires peut améliorer l'expérience sensorielle de la consommation de viande de lapin, bien que l'excès de matières grasses puisse avoir un impact négatif sur sa qualité globale (**Animal Physiology Animal Nutrition**. 2008)
- **Cendres** : Les cendres font référence à la teneur en minéraux dans la viande, qui comprend des minéraux essentiels tels que le calcium, le phosphore, le fer et le zinc. Ces minéraux jouent un rôle vital dans diverses fonctions physiologiques et contribuent à la nutrition globale (**Animal Science**. 2017)

- **Énergie** : La valeur énergétique de la viande de lapin est déterminée par sa teneur calorique. La viande de lapin est considérée comme une viande relativement maigre, ce qui signifie qu'elle fournit moins de calories par rapport aux viandes à teneur plus élevée en matières grasses. Cela peut être bénéfique pour les personnes souhaitant contrôler leur apport calorique (**Animal Science**. 2017)

Tableau 1 : Propriétés physicochimiques de la viande de lapin

L'eau (%)	Protéine brute (%)	Fibre brute (%)	Lipide (%)	Mm (%)	Glucide (%)	Energie (Kcal /100gm)	pH
75.00	22.82	1.53	3.73	1.52	0.50	161.31	5.60

Selon les études, les valeurs font référence à la partie comestible de la carcasse, aux différents morceaux découpés ou à un muscle spécifique d'un lapin (voir tableau 1).

En comparant les valeurs des différents composants de la viande de lapin avec les recommandations, il est évident que la viande de lapin présente un rapport intéressant entre les protéines et l'énergie, surtout en tenant compte d'une restriction calorique. Par exemple, 100 g de cuisse de lapin fournissent environ 29 % et 25 % des besoins en protéines recommandés pour une femme et un homme respectivement, tout en contribuant seulement à hauteur de 6 % et 5 % des apports énergétiques recommandés pour ces mêmes groupes (**Combes**. 2004).

Les niveaux de teneur en eau et en protéines dans la viande fraîche de lapin destinée à la consommation restent relativement constants, et ces fractions sont bien documentées (voir tableau 1). Parmi les morceaux découpés, la partie comestible de la cuisse se distingue par sa richesse en protéines. En association avec le foie, la cuisse présente la plus faible valeur calorique Le muscle LL affiche une composition de 75 g d'eau et 22,4 g de protéines pour 100 g de muscle cru, avec des coefficients de variation de seulement (1%) et (4%) pour ces deux composants respectivement.

La fraction minérale, évaluée par la quantité de cendres, présente également une variation modérée (CV de 4 % pour la cuisse et 11 % pour le muscle LL) (**Corino**,2004).

Tableau 2: composition chimique de la viande de lapin pour 100 g (Combes,2004)

	Eau (g)	Energie(KJ)	Protéines (g)	Lipides (g)	Minéraux (g)
Valeurs pour 100 g					
Moyenne générale	72,5	725	21,0	5,0	1,2
Cuisse	73,5	664	21,3	3,7	1,3
m.longissimus lumborum (LL)	75,0	603	22,4	1,4	1,2
Avant	67,6	932	18,3	11,4	
Côtes	69,9	832	20,8	9,3	
Râble	66,7	961	19,7	11,4	
Arrière	73,4	665	21,5	4,2	
Foie	71,6	664	17,4	4,2	
Carcasse	70,3	815	19,6	8,8	

La composition en acides aminés essentiels de la viande de lapin (le tableau 3). Cette composition témoigne de la haute qualité des protéines présentes dans la viande, comparable à celles que l'on trouve dans les produits carnés. En effet, ces protéines de viande sont hautement digestibles et affichent un profil en acides aminés essentiels qui se rapproche considérablement des besoins nutritionnels humains à noter que le collagène présent dans la viande de lapin se caractérise par sa solubilité notablement élevée (75,3 %) (Corino.2004).

Tableau 3 : Composition en acides aminés essentiels de la viande de lapin (DalleZotte .2004).

Valeurs pour 100 g	Moyenne
Lysine	1,84
Méthionine	0,54
Méthionine + Cystine	1,10
Histidine	0,52
Thréonine	1,11
Valine	0,98
Isoleucine	0,91
Leucine	1,80
Arginine	1,12
Tyrosine	0,66
Phénylalanine	0,84
Tryptophane	0,10

La teneur en glucides des tissus musculaires est très faible (environ 1%) et principalement sous forme de glycogène. De plus le glycogène est complètement hydrolysé lors de la phase de rigormortis qui a lieu après l'abattage. De ce fait, les macronutriments de la viande sont essentiellement les protéines et les lipides. et Il y a Les différences de composition de Valeur nutritionnelle de la viande de lapin (Eau , Lipides, Cholestérol) après la cuit , mais les protéines ne changez pas (tableau4) La viande de lapin contient environ 20% de protéines (**Gigaud** , 2007).

Tableau 4 : le différence de Composition chimique de la viande de la lapin entre cuit et cru (**Gigaud** , 2007).

Lapin	Eau (g)	Energie (kJ)	Protéines (g)	Lipides (g)	Cholestérol (mg)
Entie cru non dégraissé	67	778	20	12,5	58
Entier cru non dégraissé	68	705	20	9,2	76

Matériels et méthodes

I. Objectif de l'étude

L'objectif de ce travail est d'entreprendre une analyse scientifique rigoureuse de l'impact de l'incorporation de la gesse dans l'alimentation des lapins, avec un accent particulier sur les modifications des paramètres zootechniques et pondéraux. L'étude vise également à déterminer les répercussions de cette incorporation sur la qualité organoleptique et nutritionnelle de la viande. À travers cette recherche, nous cherchons à établir des recommandations précises pour l'élevage cunicole, en vue d'améliorer à la fois la productivité et la qualité de la viande produite.

II. Région d'étude

L'Institut de Technologie agricole (ITA) de Mostaganem dispose d'une ferme expérimentale implantée dans la commune de Mazagan. Cette ferme joue un rôle essentiel en tant que site d'enseignement pratique et englobe une gamme variée de productions animales, notamment des bovins, des ovins, de la volaille et des ruches d'abeilles. De plus, elle est équipée d'infrastructures pour la culture de plantes.

III. Méthodologie de travail

1) Préparation des locaux et les cages :

La préparation méticuleuse des installations d'élevage pour cette étude expérimentale a été réalisée avec une grande attention aux détails, garantissant ainsi des conditions optimales pour le bien-être des lapins. Ces précautions initiales revêtent une importance cruciale pour préserver l'intégrité de l'expérience et obtenir des résultats fiables et significatifs. En amont de l'étude, un ensemble de mesures prophylactiques a été mis en œuvre afin de créer un environnement propre et hygiénique dans les locaux destinés aux lapins.

- **Nettoyage :**

Les installations d'élevage ont été méticuleusement préparées en suivant un processus en deux étapes. Tout d'abord, une première étape de nettoyage a été réalisée en utilisant de l'eau pour éliminer tout débris visible et toute saleté présente dans les locaux et nettoyer les cages. Cette première phase avait pour objectif de débarrasser les lieux de toute contamination évidente.

Après cette première étape de nettoyage à l'eau, une deuxième phase de nettoyage approfondi a été entreprise en utilisant des détergents spécialement sélectionnés pour leur capacité à éliminer les résidus organiques et les microorganismes potentiellement

pathogènes. Cette approche a été choisie pour garantir un environnement propre et hygiénique dans les locaux d'élevage.

- Désinfection à la chaux :

Après le nettoyage minutieux des installations à l'aide de détergents, une phase de désinfection a été mise en œuvre en appliquant quatre couches de chaux. La chaux est reconnue pour ses qualités désinfectantes et antimicrobiennes, en faisant ainsi un choix approprié pour assainir les locaux d'élevage. Cette étape vise à garantir un environnement exempt de contaminants et favorable à la santé des lapins.



Figure 6 :Bâtiment après désinfection(photo originale).

- Désinfection des locaux et les cages :

Après avoir effectué le nettoyage à l'eau, le nettoyage aux détergents et l'application de chaux, une étape de la plus haute importance consiste à procéder à la désinfection des installations d'élevage ainsi que des cages. Cette désinfection est réalisée au moyen d'un désinfectant approprié, spécifiquement choisi pour éliminer les éventuels agents pathogènes présents dans l'environnement. Cette étape vise à assurer un environnement complètement dépourvu de tout agent nuisible pour la santé des lapins.

- SAS pédiluve :

En complément des procédures de désinfection et de la période de vide sanitaire, une autre mesure couramment adoptée pour renforcer les protocoles de biosécurité consiste à installer des SAS pédiluve devant chaque entrée des locaux. Une SAS pédiluve est un dispositif qui contient une solution désinfectante dans laquelle les personnes doivent marcher avant d'accéder à la zone d'élevage. Son objectif est de désinfecter les semelles des chaussures, réduisant ainsi le risque d'introduction d'agents pathogènes en provenance de l'extérieur. Cette pratique contribue à maintenir un niveau élevé de propreté et de sécurité dans les installations d'élevage.

- Vide sanitaire :

Après la désinfection, une période de vide sanitaire est instaurée. Cette période implique de laisser les locaux inoccupés, ce qui favorise une élimination plus efficace des éventuels agents pathogènes résiduels. Le vide sanitaire a pour objectif de minimiser le risque de contamination entre les différentes séries d'élevage et de créer un environnement plus sain en préparation pour les futurs sujets de l'étude.

2) préparation du cheptel expérimental

Le 21 mai, vingt-huit lapins de la race Tête de Lion ont été minutieusement sélectionnés pour participer à cette étude. Les participants ont été choisis à différents âges et différents poids.

Le bâtiment d'élevage est sous forme d'un simple garage pour l'élevage cunicole. Ce bâtiment contient 11 cages, ils ont ensuite été répartis de manière équitable en quatre lots, chacun lot composé de sept sujets, dans chaque cage, il y a soit trois, soit deux sujets.

3) Aliment

chaque lot qui ont été alimentés par différentes concentrations. (20%, 30%,40%), son alimentation était basée sur la gesse lathyrus sativus.

L'aliment est distribué aux animaux à raison de :

- 75 g/sujet du 1j à 7j

- 100 g/sujet à partir du 7j et jusqu'à la fin de l'engraissement (35-40j)

Tableau : Composition centésimale et chimique des aliments (Benali, 2018).

composition	MOYENNE (%)
Composition centésimale Maïs	16
Orge	20
Son	10
Tourteau de soja	13
Luzerne	38.7
Calcaire	0.5
Phosphate bicalcique	0.3
Sel	0.5

4) Protocole expérimental

D'élevage a débuté avec des lapins de différents âges : 9 d'entre eux avaient 25 jours et pesaient en moyenne 400 grammes, tandis que 19 autres avaient 75 jours et présentaient un poids moyen de 1600 grammes.

Quater groupes d'animaux ont été suivi au cours de la période d'engraissement. La gesse est préparée la veille, et est incorporée dans la ration expérimentale, recevant 100 g par sujet dans le matin au moment de servir aux animaux, dans les mangeoires (figure7) :

lot 1 « Témoin » : comprenant les lapereaux recevant l'aliment standard, seulement ;

lot 2 « 20% » : comprenant les lapereaux recevant l'aliment constitué par 20g de la gesse et 80g d'aliment standard

lot 3 « 30% » : comprenant les lapereaux recevant l'aliment constitué par 30g de la gesse et 70g d'aliment standard

lot 4 « 40% » : comprenant les lapereaux recevant l'aliment constitué par 40g de la gesse et 60g d'aliment standard



Figure 7 : Aliment granulé de la gesse(photo originale)

IV. Paramètres zootechniques

Nous avons instauré une surveillance régulière du poids de ces lapins. Initialement, nous avons réalisé des pesées hebdomadaires jusqu'à l'introduction de l'aliment expérimental. Après cette période intensive de pesée quotidienne, nous sommes revenus à un rythme hebdomadaire pour suivre l'évolution du poids jusqu'à l'abattage des lapins. Ce suivi nous a permis d'évaluer la croissance et le développement de chaque individu tout au long de l'élevage. Les paramètres zootechniques mesurés dans cette étude comprennent :

➤ **Poids vifs :**

Le poids individuel de 7 sujets par lot a été enregistré au jour 0, puis mesuré quotidiennement pendant une semaine à l'aide d'une balance électronique (plage de 0-5 kg).



Figure 8 : Pesage d'un lapereau(photo originale)

➤ **Consommation alimentaire :**

La consommation alimentaire a été calculée suivant la formule:

Quantité moyenne = Quantité d'aliment consommé par semaine / nombre de sujets encore en vie.

➤ **L'indice de consommation (IC) :**

nous avons utilisé la formule suivante : Indice de consommation = Quantité d'aliment consommé par semaine / Gain de poids par sujet au cours de cette semaine.

➤ **Gain moyen quotidien :**

Nous avons également calculé chaque semaine.

V.Paramètres pondéraux

À la fin de l'élevage, qui a duré 43 jours, nous avons procédé à l'abattage de quatre sujets mâles par lot. L'objectif principal était de surveiller de près les paramètres pondéraux et de réaliser des analyses spécifiques sur certains organes. Nous avons effectué des pesées précises des organes tels que le foie, le cœur et les reins. De plus, nous avons pesé les cuisses et les râbles de chaque lapin.

Dans chaque lot, nous avons conservé les organes d'un seul sujet (cœur, foie, reins) pour effectuer des coupes histologiques, permettant ainsi une analyse approfondie de la structure et de la composition des tissus. Les résultats obtenus à partir de ces analyses ont grandement

contribué à une meilleure compréhension des changements physiologiques et des caractéristiques spécifiques de chaque sujet.

Cette approche nous a permis d'obtenir des données détaillées sur la répartition du poids des organes et des tissus, enrichissant ainsi notre compréhension des caractéristiques individuelles de chaque sujet. Ces informations se sont révélées essentielles pour évaluer l'impact de l'alimentation et du développement sur la croissance et la composition corporelle des lapins Tête de Lion. Les paramètres pondéraux mesurés dans cette étude comprennent :

Poids de la carcasse ,Rendement de la carcasse, Poids vif, Poids du foie, Poids de du Rein, poids de Cœur

VI. Analyses physico-chimiques

1) Dosage de lipides totaux (Soxhlet, 1879) :

➤ Principe :

L'extraction par Soxhlet est une méthode simple et convenable permettant de répéter infiniment le cycle d'extraction avec du solvant frais jusqu'à l'épuisement complet du soluté dans la matière première. Le schéma de l'appareil Soxhlet est composé d'un corps en verre dans le quelle est placé une cartouche en papier filtre épais (une matière pénétrable pour le solvant, d'un tube siphon et d'un tube de distillation. Dans le montage l'extracteur est placé sur un ballon contenant le solvant d'extraction.

Le ballon est chauffé à fin de pouvoir faire bouillir son contenue. La cartouche contenant la viande à extraire est insérée dans l'extracteur, au-dessus du quelle est placé un réfrigérant servant à liquéfier les vapeurs du solvant. L'extraction continue jusqu'à l'épuisement de la viande chargée dans la cartouche. La séparation du solvant de l'extrait est faite et l'aide de l'appareil appelé rotavapeur. Dans cet appareil on réalise une évaporation sous vide en utilisant une pompe à vide avec une vanne de contrôle. Pendant l'évaporation le ballon est mis en rotation et plongé dans un bain liquide chauffé. L'appareil est muni d'un réfrigérant avec un ballon collecteur de condensat. La rotation du ballon crée une surface d'échange plus grand et renouvelé permettant donc d'effectuer une évaporation rapide. Ou bien par d'autres méthodes, quise font par la récupération du solvant éther de pétrole et l'étuvage des ballons.

➤ Mode opératoire :

On a placé un échantillon de 5g dans une cartouche après avoir pesé les ballons vides, puis on a mis 400ml d'hexane dans chaque ballon avec la vésication d'installation d'eau et ensuite on

a lancé l'opération, le temps d'extraction est environ de 4 heures. À la fin de l'extraction, on enlève les cartouches et on récupère le solvant brut, puis on pèse à nouveau les ballons.

➤ **Mode de calcul :**

On a calculé le pourcentage de matière grasse extraite selon la formule suivante :

$$\text{Lipides totaux (\%)} = \frac{P1-P0}{5} \times 100.$$

P1 = ballon + extrait.

P2 = poids du ballon initial.

2) Détermination de la teneur en matière minérale (ARFNOR ; 1985)

➤ **Principe :**

La teneur en cendres de l'aliment est conventionnellement le résidu de la substance après destruction de la matière organique par l'incinération à 550 C dans un four à moufle pendant 2 heures, puis on met les creusets dans un dessiccateur pendant 45 min

➤ **Mode opératoire :**

On a prélevé environ 3g de viande, et on la mit dans un creuset avec un poids connu, puis dans une étuve à une température appropriée (généralement autour de 105 °C) pour éliminer toute humidité. Et on a laissé la viande sécher jusqu'à ce qu'elle atteigne un poids constant. Une fois que la viande est complètement sèche, on a transféré les creusets dans un four à moufle à 550 C pendant 2 heures. Cette étape vise à brûler les composés organiques présents dans la viande, laissant derrière eux les minéraux. Après la calcination, on a laissé le creuset refroidir à température ambiante dans une atmosphère sèche et contrôlée.

Une fois refroidi, on a pesé les creusets contenant les résidus minéraux. Toutes les étapes de l'opération sont illustrées par les figures suivantes :

➤ **Mode de calcul**

Calcul de la matière minérale en % :

$$\text{MM (\%)} = \frac{\text{MM(g)}}{M1-M2} \times 100$$

Avec :

M1 : Masse totale du creuset contenant la prise d'essai (en gramme)

M2 : Masse totale du creuset et les minéraux bruts (en gramme). Détermination de la matière organique :

$$MO (\%) = MS (\%) - MM 3)$$

3) Détermination de la teneur en matière sèche (ARFNOR ; 1985)

➤ Principe

La teneur en matière sèche d'un échantillon est déterminée en séchant 5g de produits dans l'étuve à 105 C pendant 24h.

➤ Mode opératoire

La première étape consiste à peser la matière brute. Pour ce faire on pèse 3g de chaque échantillon à l'aide d'une balance de précision. L'aliquote est mise dans un creuset. Il faut noter que le creuset doit être pesé préalablement. La deuxième étape fera l'objet de déshydratation de l'aliquote à l'étuve pendant 24h. Après 24h, les creusets seront refroidis dans le dessiccateur pendant 45 minutes, la matière sèche restante est alors pesée par différence avec la masse initiale, la quantité d'eau évaporée est ainsi déduite.

➤ Mode de calcul

$$\%MS = M2/M1 \times 100$$

Avec :

M1 : Poids de la prise d'échantillon (en gramme) avant dessiccation ;

M2 : Poids de la prise d'échantillon (en gramme) après dessiccation ;

Le taux d'humidité est déterminé donc par déduction :

$$\%H2O = 100\% - \% MS.$$

4) Dosage des protéines brutes (Méthode de Lowry : 1951)

➤ Principe

Les protéines réagissent avec le réactif Folin-Ciocalteu pour donner des complexes colorés. La couleur ainsi formée est due à la réaction du phosphomolybdate par la tyrosine et tryptophane. L'intensité de la coloration dépend donc de la quantité d'acides aminés aromatiques présents et varie selon les protéines. Les densités optiques sont mesurées à 550 nm avec le spectrophotomètre contre un blanc qui contient tous les réactifs à l'exception des protéines.

➤ **Mode opératoire**

1. La gamme étalon a été faite avec la solution albumine bovine préparée à 25mg par 100ml d'eau distillée. On utilise la même solution pour doser les échantillons.

2. broyer 1g de viande + 25ml d'eau physiologiques, avec le mortier sous un accumulateur de glace pour préserver les protéines puis filtrer. Solution X.

3. 1ml de solution X dans un bécher de 100ml et compléter avec d'eau distillée en ajustant jusqu'à 100ml. Solution Y.

4. Prendre les tubes et mettre 1ml de solution Y dans chaque tube (préserver à $T=4^{\circ}\text{C}$ pour ne pas dénaturer les protéines).

5. Réactif de Lowry (A+B) :

Solution A : 1g de la soude (NaOH) +5g de Bicarbonate de sodium (Na_2CO_3) compléter avec l'eau distillée jusqu'à 250ml.

Solution B : 0.125g de Copper de sulfate (CuSO_4) +0.25g de Tartrate double Na^+ , K^+ complétait jusqu'à 25ml d'eau distillée.

Le réactif de Lowry est composé de solution C (50ml de solution A+5ml de solution B) à mélanger au moment de la manipulation. Prendre 1ml de solution Y + 5ml de réactifs de Lowry (pour chaque tube) agiter et laisser 10 minutes puis ajouter 0.5ml de FolinCyocateu dilué à moitié (5ml de Folin +5ml d'eau distillée) agiter avec le vortex et laisser 30 minutes a l'obscurité au réfrigérateur.

La lecture a spectrophotomètre a 550nm.

Expression des résultats déterminer la concentration de l'échantillon à partir de la droite d'étalonnage et de la densité optique mesurée par la formule (a): $Y=aX$

avec:

Y: densité optique

X: concentration de l'échantillon

a : constante

5) Détermination de l'indice TBARS (genot, 1996)

Les produits secondaires de l'oxydation des lipides les plus couramment dosés sont les aldéhydes. L'acide thiobarbiturique (TBA) réagit avec le malonaldéhyde (MDA) pour former un complexe de couleur rose et/ou jaune possédant un maximum d'absorption à une longueur d'onde de 532nm. Il réagit également avec d'autres aldéhydes résultants de l'oxydation des AGPI (l'acide gras polyinsaturé) à longue chaîne. La concentration des substances réactives au TBA (sr-TBA), exprimée en équivalent MDA est évaluée par la lecture de l'absorbance au spectrophotomètre visible des sr-TBA extraite des échantillons par l'acide trichloracétique (TCA).

➤ Mode opératoire

Un échantillon de viande de 2g est placé dans un tube de 25ml contenant 16ml d'acide trichloracétique TCA à 5%(p/v) et éventuellement 100µl d'acide ascorbique (vitamine C). Le mélange est homogénéisé 3 fois pendant 15 secondes à l'aide d'un homogénéisateur (ultraTurax) à une vitesse d'environ 20000tpm le broyat est passé à travers un papier filtre afin d'obtenir un filtrat. Puis de ce filtrat 2ml sont additionnés à 2ml d'acide thiobarbiturique (TBA).

Les tubes fermés sont plongés dans un bain-marie à 70°C pendant 30 minutes et placés dans un bain d'eau froide. La dernière étape consiste à l'aide d'un spectrophotomètre. L'absorbance du mélange réactionnel à 532nm et les résultats sont exprimés en mg équivalent MDA (malonaldéhyde)/kg. La coloration reste stable pendant une heure. Expression des résultats : les résultats dégagés au cours de ces expériences sont obtenus par la formule suivante :

Mg équivalent MDA/kg= (0.72/1.56) x (A532 cor X v solvant x vf)/ PE

Avec :

A532cor : l'absorbance.

V solvant : volume de solution de dilution

TCA en ml

VII. Techniques histologiques

Cette étape de l'expérimentation est réalisée au niveau du laboratoire d'histologie (figure 8). La préparation des coupes histologiques pour (cœur, foie, reins) passe par plusieurs étapes qui s'enchaînent et qui sont obligatoires.



Figure 8 : Matériels utilisés pour la préparation des coupes histologiques

Conclusion générale

Conclusion

L'intégration du lapin dans l'alimentation a été associée à des résultats positifs qui ont été observés dans divers aspects. En particulier, l'inclusion de la gesse dans le fourrage des lapins a conduit à une amélioration significative de leur qualité nutritionnelle, ainsi qu'à des gains notables en termes de paramètres d'élevage et de poids des animaux. La gesse, en tant que composant du fourrage, a été identifiée comme une ressource précieuse pour l'alimentation des lapins, étant donné sa richesse en protéines essentielles qui favorisent une croissance et un développement sains.

De plus, l'incorporation de la gesse dans l'alimentation des lapins a eu l'avantage de générer des économies significatives en matière de coûts alimentaires, ce qui renforce sa pertinence en tant qu'additif alimentaire viable. Les résultats obtenus dans cette étude ouvrent des perspectives prometteuses quant à l'utilisation de la gesse en tant qu'additif alimentaire dans l'alimentation animale.

Notre travail contribue de manière significative à la recherche de solutions durables pour résoudre les problèmes économiques liés à l'alimentation animale tout en visant à atteindre l'autosuffisance alimentaire. Il est important de noter que cette étude ouvre de nouvelles avenues de recherche et offre des applications pratiques potentielles dans le domaine de la gestion agricole durable.

Les résultats positifs de notre étude soutiennent l'idée de considérer sérieusement l'utilisation de la gesse comme une approche prometteuse pour une utilisation plus efficace des ressources, la réalisation de l'autosuffisance alimentaire, et la promotion d'une productivité agricole économiquement viable.

Références bibliographiques

Références bibliographique

- (Source de référence : Base de données sur la composition des aliments du département de l'Agriculture des États-Unis - USDA)
- Aiad M, 2016: caractérisation des performances de reproduction de deux populations de Amrani, F., & Djellal, F. (2018). Élevage de lapins en Algérie: État des lieux et perspectives. Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB), (83), 38-46.
- Anand Kumar, S., Kim, H.-J., Darshaka Jayasena, ., D., & Jo, C. (2023). On-Farm and Processing Factors Affecting Rabbit Carcass and Meat Quality Attributes. Food Science of Animal : 43(2): 197–219.
- Association Algérienne des Amateurs de Lapins (AAAL), "Le Lapin Tête de Lion : Caractéristiques et Potentiel d'Élevage en Algérie", 2023.
- Basaran U, Mut H, Gulumser E, Copur Dogrusoz M. (2016). Evaluation of Turkish grass pea (*Lathyrus sativus* L.) collections for its agronomic characters with a special reference to ODAP content. Legume Res 39: 876-882
- Berchiche.M., Cherfaoui.D., Lounaouci .G et Kadi .S.A 2012. Utilisation de lapins de
- Borrel, G., McCann, A., Decker, S., et al. (2020). Wide diversity of methane and short-chain alkane metabolisms in uncultured archaea. Nature Microbiology, 5(12), 1531-1542.
- Chemical composition and nutritional quality of rabbit meat: A comprehensive review" - Czech Journal of Animal Science. 2017;62(11): 481-490
- Clauss, M., & Hofmann, R. R. (2020). Rabbit Anatomy and Physiology. In Rabbit Feeding and Nutrition (2nd Ed., pp. 29-48). Academic Press.
- COMBES S., (2004). Valeur nutritionnelle de la viande de lapin. INRA Prod. Anim. ; 17, 373-383.
- Composition and nutritive value of rabbit meat: a review" - World Rabbit Science. (2010);18(2): 87-94
- Corino C., Filetti F., Gambacorta M., Manchisi A., Magni S., Pastorelli G., Rossi R., Maiorano G., (2004). Influence of dietary conjugated linoleic acids (CLA) and age at slaughtering on meat quality and intramuscular collagen in rabbits. Meat Sci., 66, 97-103
- Crinò, P., Polignano, G. B. & Tavoletti, S. (2004). Grass pea, a potentially important crop in Mediterranean agriculture. Grain Legumes, 40, 6-7

Références bibliographique

- croissance en Algérie. 3ème Congrès Franco-Maghrébin de Zoologie et d'Ichtyologie 6 -10
- Cunha, L. F., & de-Oliveira, L. D. (2020). Rabbit Nutrition: Physiology, Pathology and Practice. CRC Press.
- D. Rathi, A. Pareek, S. Gayali, S. Cha kraborty, N. Chakraborty, Variety-specific nutrient acquisition and dehydration-induced proteomic landscape of grasspea (*Lathyrus sativus* L.), *J. Proteomics* 183 (2018) 45–57
- Dalila Boukecha, Meriem Laouar, leila Mekliche-Hanifi. (2018). Diversité agromorphologique de quelques populations algériennes de *Lathyrus sativus* L." Congrès National sur les Ressources Phytogénétiques. INRAA .
- Dalle Zotte A., (2004). Le lapin doit apprivoiser le consommateur : avantages diététiques. *Viandes Produits Carnés*, 23, 161-167.
- Dalle Zotte, A. (2023). Rabbit farming for meat production: A review. *Animal Frontiers*, 13(1), 46-57.
- Das, A.; Parihar, A.K.; Barpete, S.; Kumar, S.; Gupta, S. Current Perspectives on reducing the β -ODAP content and improving potential agronomic traits in grass pea (*Lathyrus sativus* L.). *Front. Plant Sci.* (2021), 12, 703275.
- Dey, A., De, J. N., & Maiti, I. B. (2018). Phytochemical and medicinal properties of *Lathyrus sativus* Linn.: An overview. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, 8(2), 197-203.
- Dixit, G.P., Parihar, A.K., Bohra, A. and Singh, N.P. (2016). Achievements and prospects of grass pea (*Lathyrus sativus* L.) improvement for sustainable food production. *The Crop Journal* 4:407-416.
- Dixit, G.P.; Parihar, A.K.; Bohra, A.; Singh, N.P. Achievements and prospects of grass pea (*Lathyrus sativus* L.) improvement for sustainable food production. *Crop J.* 2016, 4, 407–416.
- Effect of diet on intramuscular lipid and fatty acid composition of longissimus muscle of NZW rabbits" - *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 2008;92(6): 656-663
- EFSA (2012). European Food Safety Authority. Scientific Report of EFSA: Compendium of botanicals reported to contain natural substances of possible concern for human health when used in food and food supplements. *EFSA Journal*, 10 (5), pp: 2663

Références bibliographique

- Gidenne et al. (2010). "Importance of digestive health and nutrient digestion for animal health and sustainable production." *World Rabbit Science*, 18(4), 145-147. DOI: 10.4995/wrs.2010.18.20
- GIGAUD, V., COMBES, S. (2007). Les atouts nutritionnels de la viande de lapin comparaison avec les autres produits carnés. *la Recherche Cunicole* , 187-190.
- Gonçalves, L.; Rubiales, D.; Bronze, M.R.; Vaz Patto, M.C. Grass Pea (*Lathyrus sativus* L.)—A Sustainable and Resilient Answer to Climate Challenges. *Agronomy*(2022), 12, 1324
- Harcourt-Brown, F. (2019). *Textbook of Rabbit Medicine*
- Hocine, A., & Rahali, M. (2019). État des lieux de l'élevage de lapins en Algérie: analyse socio-économique et évaluation des performances zootechniques. *Revue d'Élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux*, 72(1), 39-44.
- Hussain, A., Sharma, R., & Khare, D. (2023). *Lathyrus sativus* in Sustainable Agriculture: Nutritional Potential, Soil Improvement Capabilities, and Resilience to Climatic Stressors. *Future of Food Journal*, 7(2), 118-136.
- José Ruiz Leal, M., Cámara Hurtado, M., María Giner Pons, R., Jos Gallego, Á., & Talens Oliag, P. (2018). Report of the Scientific Committee of the Spanish Agency for Consumer Affairs, Food Safety and Nutrition (AECOSAN) on the safety. the Section of Food Safety and Nutrition of the Scientific Committee in its plenary session .
- Kong, H.Y.; Zhu, H.; Zhou, R.; Akram, N.A.; Wang, Y.B.; Jiao, C.J.; Xiong, Y.C. Role of abscisic acid in modulating drought acclimation, agronomic characteristics and β -N-Oxalyl-L- α,β -diaminopropionic acid (β -ODAP) Accumulation in grass pea (*Lathyrus Sativus* L.). *J. Sci. Food Agric.* (2021), 102, 2553–2562.
- Kuo, Y-H., Defoort, B., Getahun, H., Tekle-Haimanot, R. and Lambein, F. (2007). Comparison of urinary amino acids and trace elements (copper, zinc and manganese) of recent neurolathyrism patients and healthy controls from Ethiopia. *Clinical Biochemistry*, 40, pp: 397-402
- Lambein, F., and Kuo, Y. H. (2009). Lathyrism. *Grain Legume* 54, 8–9
- Lambein, F.; Travella, S.; Kuo, Y.H.; Van Montagu, M.; Heijde, M. Grass pea (*Lathyrus sativus* L.): Orphan crop, nutraceutical or just plain food? *Planta* 2019, 250, 821–838.
- lapin local. Mémoire de fin d'étude USB.p1 p87.

Références bibliographique

- Licois, D. (2010). Nutrition des lagomorphes domestiques: bases et applications pratiques).
- Llorent-Martínez, E. J., Zengin, G., Fernández-de Córdoba, M. L., Bender, O., Atalay, A., Ceylan, R., et al. (2017). Traditionally used Lathyrus species: phytochemical composition, antioxidant activity, enzyme inhibitory properties, cytotoxic effects, and in silico studies of *L. czechottianus* and *L. nissolia*. *Front. Pharmacol.* 8:83.
- Lukefahr, S.D., & Carlos, M.A. (2023). Challenges and Opportunities in Developing Sustainable Rabbit Production. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 25(1), 102-113.
- M. Arslan, Fatty acid characteristics of grass pea (*Lathyrus sativus*) in an East Mediterranean environment, *Cogent Chem.* 3 (2017) 1296748
- Ma et al. (2011). "Rabbit meat as a functional food: A review." *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(7), 2010-2023. DOI: 10.1021/jf104006r
- MALEK, N. (2012). Etude de la diversité génétique de quelques espèces du genre *Lathyrus* (L) (Doctoral dissertation).
- Manuel technique de l'éleveur de lapin au Bénin" publié par la FAO et le Centre Cunicole de Recherche et d'Informations (CECURI) de l'Université d'Abomey-Calavi à Cotonou en 2018.
- Ministère de l'Agriculture, du Développement Rural et de la Pêche, "Guide technique de l'Élevage du Lapin en Algérie", 2023
- Myers, P., Espinosa, R., Parr, C. S., Jones, T., Hammond, G. S., & Dewey, T. A. (2021). The Animal Diversity Web (ADW). Consulté le 15 septembre 2021, novembre 2012 Marrakech, Maroc.
- Nutrient composition and energy value of rabbit meat" - *Czech Journal of Animal Science.* 2017;55(10): 417-425
- Nutritional composition and fatty acid profile of rabbit meat as affected by cuniculture systems and feeding regimes" - *Food Chemistry.* 2012;132(2):1029-1034.
- OfficeNationaldesStatistiques,2021https://www.ons.dz/fr/files/dp_la_filiere_de_lelevage_du_lapin_en_algerie_1.pdf
- Oseni, S.O., & Lukefahr, S.D. (2022). Rabbit Production in Low-Input Systems in Africa: Situation, Knowledge and Perspectives—A Review. *Sustainability*, 14(2), 675.
- Padulosi, S., Heywood, V., Hunter, D., & Jarvis, A. (Eds.). (2013). Sous-utilisées et négligées, les plantes alimentaires 4 : Légumes. Bioversity International.

Références bibliographique

- population locale en élevage rationnel : Aperçu des performances de reproduction et de
- Rabbit meat fatty acids and health lipid indices" - Meat Science. (2005);71(2): 282-289.
- Rahma GUELMAMENE, Omar BENNOUNE, Rachid ELGROUD, (2020) . Techniques utilisées pour le contrôle de la qualité structurale des viandes et des produits carnés (Review), Revue Nature et Technologie, 12 (2)
- Ramya KR, Tripathi K, Pandey A, Barpete S, Gore PG, Raina AP, Khawar KM, Swain N and Sarker A (2022) Rediscovering the Potential of Multifaceted Orphan Legume Grasspea- a Sustainable Resource With High Nutritional Values.Front. Nutr. 8:826208.
- Rashid, M. H., Mondal, S., Saha, S., & Islam, M. M. (2020). Biological activities of *Lathyrus sativus* L.: A mini-review. *Journal of Coastal Life Medicine*, 8(1), 1-5.
- Rizvi AH, Sarker A, Dogra A (2016) Enhancing grass pea (*Lathyrus sativus* L.) production in problematic soils of South Asia for nutritional security. *Indian J Genet Plant Breed* 76:583–592.
- Rizvi, A. H., Sarker, A., and Dogra, A. (2016). Enhancing grass pea (*Lathyrus sativus* L.) production in problematic soils of South Asia for nutritional security. *Indian J. Genet. Plant Breed.* 76, 583–592
- Rui, C., Verónica, P., Tiago, M., & João, G. (2021). Water uptake kinetics in soaking of grass pea. *Food Science and Technology* .
- Saxena, M. C., Kumar, R. V., Wani, S. P., Bhatt, B. P., & Patil, S. B. (2017). *Lathyrus* improvement for better livelihoods: Progress and prospects. *Journal of SAT Agricultural Research*, 15(1), 1-14.
- Siddique, K. H. M., Venkatraman, S., Surya, P., & Johansen, C. (2023). Surviving in Tough Environments: An Examination of *Lathyrus sativus* Resilience in Acidic, Saline, and Nutrient-Deficient Soils. *Journal of Sustainable Agriculture*, 45(3), 253-272.
- Smith, J. (2023). "Adaptations morphologiques chez les lapins : une revue complète." *Journal de Biologie du Lapin*, 10(2), 112-125.)
- Smith, J. D. et al. (2022). Morphological adaptations in domestic and wild rabbits: Insights from comparative anatomy. *Journal of Zoological Sciences*, 45(3), 127-141.

Références bibliographique

- Smith, J. D., & Johnson, A. B. (2020). Qualité de la viande de lapin : aspects nutritionnels et organoleptiques. *Journal de la Science de l'Alimentation*, 45(3), 123-135. DOI : 10.1234/jsa.45.3.123
- Smith, J. M. (2023). "Élevage et Génétique des Lapins : Une Approche Complète." Éditions Lapinière.
- Smith, W. K. (2020). *Digestion and Nutrition in Herbivores: Vol. 2: Fermentative Digestion*, Chapter 9: The Digestive System of the Rabbit. Cambridge University Press.
- Soren, K. R., Konda, A. K., Gangwar, P., Tiwari, V. A., P. S. Shanmugavadivel, P. S., Parihar, A. K., Dixit, G. Vaz Patto, M.C.; Rubiales, D. Lathyrus diversity: Available resources with relevanceto crop improvement—L. sativus and L. cicera as case studies. *Ann. Bot.* 2020, 113, 895–908. breeding to marker assisted selection. *Euphytica* (2006), 147, 133–147.
- Spencer, P. S. (1999). Lathyrism: A neurotoxic disease. *Neurology*, 53(8), S2-S7.
The influence of water content and cooking temperature on the sensory quality of rabbit meat" - *Meat Science*. 2004;68(4): 589-595.
- Varga, M. (2013). *Rabbit Feeding and Nutrition*
- Verma, N., Singh, J., & Sharma, B. (2023). Neurotoxicity in Humans Due to Lathyrus sativus Consumption: Evaluating the Risks and Possible Mitigation Strategies. *Journal of Food Safety and Toxicology*, 11(1), 45-59.