



République Algérienne Démocratique Et Populaire
**Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche
scientifique**
UNIVERSITE ABDELHAMID BEN BADIS
FACULTE DE SCIENCE DE LA NATURE ET DE LA VIE
DEPARTEMENT D'AGRONOMIE



MEMOIRE
Pour l'obtention du diplôme de Master
Option :
Contrôle de la qualité

Présenté par :

Dr. CHERA Ahmed Miloud

THEME :

**Utilisation des tubercules du « *Bunium Bulbocastanum* » dans
l'alimentation des lapins : impact sur le rendement de la carcasse et la
qualité de la viande.**

Devant la commission d'examen :

M.DAHMOUNI Saïd
M.GHELAMALLAH Amine
M. BENABDELMOUMENE Djilali
Mme. BOUHALLA Asma Warda

Président
Examineur
Encadreur
Co-encadreur

Année universitaire : 2020/2021

DEDICACE/ REMERCIEMENTS

Avant tout propos, je remercie le bon « Dieu », le tout puissant qui ma a donné la volonté, le courage, la patience et la santé pour faire ce modeste travail.

A l'issue de ce travail, je tiens à exprimer ma profonde gratitude à monsieur , BENABDELMOUMENE Djilali qui a dirigé les travaux de ce mémoire. je remercie vivement Mme. BOUHALLA Asma Warda co encadreur pour ses conseils, ses lectures et son soutien tout le long de la réalisation de ce travail. je remercie infiniment et particulièrement mes parents ma femme et mes enfants pour leur soutien, patience et sacrifices ,je tiens à présenter également mon remerciements les plus sincères aux membres du jury d'avoir accepté d'examiner et de juger le contenu de ma mémoire :

❖ Dahmouni Saïd pour nous avoir fait l'honneur de présider le jury.

❖ M. GHELAMALLAH Amine pour avoir accepté de juger notre travail.

Un grand merci à Monsieur ADDA Benatia Bndhiba M, qui nous a permis de réaliser notre expérience au sein de son exploitation.

Nos remerciements varient aussi à ceux et celles qui -de loin ou de près, directement ou indirectement- ont participé et nous ont aidé à faire ce Mémoire.

MERCI

Résumé

Cinq lots de 20 lapins issus du même systèmes d'élevage âgés respectivement de 35- 42 jours, d'un poids vif moyen de 0,949Kg ont été étudiés dans le but d'évaluer l'effet de l'incorporation de la noix de terre dans leurs régimes sur plusieurs facteurs (rendement en carcasse, Hormone thyroïdienne et la qualité de la viande).

Nos résultats montrent, que les régimes additionnés de noix de terre ont un impact sur le rendement en carcasse et l'évolution du gain moyen quotidien ($P<0.05$). Sur le plan hormonal il est à signalé la présence de la FT3 et FT4 dans le sang malgré l'atrophie observé dans les déférents lots contrairement au standard. L'incorporation de la noix de terre a préservé la qualité de la viande du lapin malgré l'accroissement dans la ration du taux de la noix de terre. Les teneurs en MDA des viandes où la noix de terre est incorporée a des doses plus élevé présentent des quantités de manoldialdéhydes moins importantes par rapport aux viandes témoins 0.69 vs 0.06 MDA/ kg dans le lot standard et le lot enrichie de noix de terre 75% ($P<0.05$).

MOTS-CLEFS : Thyroïde, Bunium, Viande, lapins.

Abstract

Five groups of 20 rabbits from the same rearing systems aged 35-42 days, respectively, with an average live weight of 0.949Kg were studied to assess the effect of the incorporation of the groundnut in their diets on several factors (carcass yield, thyroid hormone and meat quality). Our results show that diets with added groundnuts have an impact on carcass yield and the evolution of the average daily gain ($P<0.05$). Hormonally it is reported the presence of FT3 and FT4 in the blood despite the atrophy observed in deferential batches contrary to the standard. The incorporation of the groundnut preserved the quality of the rabbit meat despite the increase in the ratio of the groundnut. The MDA contents of meats where groundnuts are incorporated at higher doses have lower amounts of manoldialdehydes compared to the 0.69 vs 0.06 MDA/kg controls in the standard lot and the 75% ($P<0.05$) fortified group.

Keywords: Thyroid, Bunium, Meat, Rabbits.

ملخص

تمت دراسة خمس مجموعات مكونة من 20 أرنبًا من نفس نظام التربية تتراوح أعمارهم بين 35-42 يومًا على التوالي بمتوسط وزن حي يبلغ 0.949 كجم لتقييم تأثير دمج الجوز في نظامهم الغذائي على عدة عوامل (الإنتاج، هرمون الغدة الدرقية وجودة اللحم).

أثبتت النتائج أن إضافة التلغودة يؤثر على مردودية الإنتاج ومتوسط الكسب اليومي ($P < 0.05$) ، على الصعيد الهرموني نلاحظ إفراز معتبر لهرمونات الغدة الدرقية FT3 و FT4 في الدم رغم ضمور هذه الأخيرة في كل المجموعات ما عدى الشاهد. حافظت هذه النبتة على جودة اللحم مع ملاحظة انخفاض معتبر في درجة الأوكسدة MDA/kg 0.06 MDA في المجموعات التي احتوى نظامها الغذائي على نسب أكبر من التلغودة ($P < 0.05$) 75%.

الكلمات الدالة : الغدة الدرقية, بينيوم, اللحم, الأرانب

Table des matières

Résumé

Abstract

ملخص

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction 01

Partie I : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre 01: Viande lapine

I. Cuniculture	03
1. Définition et classification taxonomique du lapin	03
2. Origine du lapin « <i>Oryctolagus cuniculus</i> »	03
3. Morphologie extérieure du lapin	04
4. Comportement alimentaire	04
5. Comportement reproductif	06
6. Taille ou poids adultes	06
7. Rentabilité économique	08
8. Aperçu sur la cuniculture en Algérie	08
II. Viande	10
1. Définition	.10
2. Phases de la transformation des muscles en viande	11
3. Qualités de la viande	.11
III. Viande lapine	
1. Caractéristiques physico-chimiques, technologiques et organoleptiques	18
2. Valeur nutritionnelle de la viande de lapin	20

Chapitre 02: Généralités sur la noix de terre

1. Apiaceae	22
1.1. Aperçu de la famille des Apiaceae	22
1.2. Classification de la famille des Apiaceae	22

1.3.	Caractéristiques morphologiques de la famille des Apiaceae	23
1.4.	Utilisation	23
1.5.	Caractéristiques chimiques des Apiaceae	25
2.	Tubercules	26
2.1.	Généralité	.26
2.2.	Classification des tubercules	26
2.2.1.	Noix de terre <i>Bunium bulbocastanum</i>	26

II. ETUDE EXPERIMENTALE

Chapitre 01 : Matériel et méthodes

1.	Objectif de travail	30
2.	Matériel biologique	30
3.	Matériels et méthodes	30
3.1.	GMQ	31
3.2.	Technique d'abattage	32
3.3.	Poids et rendement de la carcasse des lapins	33
3.4.	Lieu d'analyse	.33
3.5.	Analyses physico-chimiques et nutritionnelles	33

Chapitre 02 : Résultats et discussion

a)	Résultats	39
b)	Discussion	.51
	Conclusion	54
	Références bibliographiques	

Liste des tableaux

Tableau 01 : Classification taxonomique du lapin

Tableau 02 : Composition chimique (g) et la valeur énergétique (Kj) de la viande selon les différentes espèces (pour 100 g de viande crue)

Tableau 03 : Position taxonomique de la famille des Apiaceae

Tableau 04 : Quelques genres de la famille des Apiaceae en Algérie

Tableau 05 : classification de noix de terre

Tableau 06 : Evolution des gains moyens quotidiens g/j.

Tableau 07 : Rendement à l'abattage et qualité de la carcasse (g).

Tableau 08 : Taux des TSH/FT3/FT4 dans le sang

Tableau 09 : valeurs du pH.

Tableau 10 : Les valeurs de l'activité d'eau (Aw).

Tableau 11 : Taux de matière sèche dans 100g de viande.

Tableau 12 : Taux de la teneur en eau pour 100g de viande.

Tableau 13 : Teneur en cendre g/100.

Tableau 14 : Teneur en matière grasse g/100.

Tableau 15 : mg équivalent MDA/ kg de viande

Liste des figures

- Figure 01** : Structure de la myoglobine.
- Figure 02** : Anatomie du tube digestif de lapin.
- Figure 03** : Trois formes chimiques de la myoglobine
- Figure 04** : Représentation de la plante de *Bunium bulbocastanum*
- Figure 05** : Préparation des ratios alimentaire par lot
- Figure 06** : Présentation des taux d'incorporation de la noix de terre
- Figure 07** : Diagramme du processus d'abattage
- Figure 08** : Evolution des gains moyens quotidiens g/j.
- Figure 09** : Rendement à l'abattage et qualité de la carcasse (g).
- Figure 10** : Taux des TSH/FT3/FT4 dans le sang
- Figure 11** : Examen microscopique des foies et thyroïde.
- Figure 12** : valeurs du pH.
- Figure 13** : Les valeurs de l'activité d'eau (Aw).
- Figure 14** : Taux de matière sèche dans 100g de viande.
- Figure 15** : Taux de la teneur en eau pour 100g de viande.
- Figure 16** : Teneur en cendre g/100.
- Figure 17** : Teneur en matière grasse g/100.
- Figure 18** : mg équivalent MDA/ kg de viande

Liste des abréviations

AFNOR : association française de normalisation

GMQ : Gain moyens quotidien

MG : Matière grasse

BSA : Sérum Albumine Bovin

ISO : Organisation internationale de normalisation

MDA : malonaldéhyde

MM : matière minérale

MS : Matière sèche

pH : potentiel hydrogène

TBA : acide thiobarbiturique

TCA : l'acide trichloroacétique

Références Bibliographiques

Introduction

Introduction générale et objectif de l'étude

La filière cunicole connaît actuellement un développement de plusieurs systèmes de production de lapins différenciés tels que les produits certifiés, sous Label ou issus de l'Agriculture Biologique. Dans un souci de contrôle qualité (traçabilité, certification du produit), il apparaît nécessaire de mettre en place des outils objectifs et fiables permettant de distinguer les viandes en fonction du mode d'élevage dont elles sont issues (L. CAUQUIL *et al.*, 2001).

Connue par l'immensité de son territoire et la riche diversité de ses milieux, l'Algérie recèle des ressources dont l'importance tant qualitative que quantitative est à même de lui assurer un développement agricole et rural d'une durabilité indéniable. Nonobstant cette importance, ces ressources ne sont guère exploitées de façon appropriée. Les espèces animales et végétales, avec toutes les races et les variétés et populations qui les caractérisent, non seulement sont peu connues mais sont en voie d'extinction, voire disparues pour certaines avec toutes conséquences négatives que cela induit tant sur le plan écologique qu'économique (FELIACHI K., 2003)

La prolificité de cette espèce est un atout précieux (51.8 lapereaux produits par femelle et par an) (Lebas, 2007; Jentzer, 2008), ainsi la production annuelle de viande fournie par lapine représente 25 à 35 fois son poids, ce qui correspond à 130kg de carcasse par an avec un rendement en viande largement supérieur à celui de tous les autres animaux herbivores.

Il semble que depuis la Deuxième Guerre mondiale et la période de révolution nationale, nos parents ont été attirés par la noix de terre «*Bunium bulbocastanum*», qu'ils furent séduits par son apport énergétique et son usage thérapeutique (Benkhalifa ., 2018). Noix de terre ou châtaigne de terre, *Bunium bulbocastanum* L (Apiaceae), connue en Algérie par Talghouda ou Terghouda ; cette espèce provient des Baléares, de l'ouest de l'Europe Centrale au nord-ouest de l'ex-Yougoslavie. Les fruits sont employés comme aromate et les feuilles et les racines consommées en légumes (Taufel *et al.*, 1993)

De nos jours, elle intéresse certains cueilleurs herboristes pour son usage thérapeutique ; Khan *et al.*, 2013 & Bousef *et al.*, 2011 ont démontré dans leurs études les prospérités ; antifongique, activités phytotoxiques, d'hémagglutination et activité antimicrobienne de cette plante. Les travaux de (Hazarika *et al.*, 2016) ont permis de conclure que la fraction aqueuse de fruit de *Bunium bulbocastanum* a une activité antioxydante et anticancéreuse remarquable.

Introduction

Ses racines poussent à l'état sauvage, donnent un tubercule riche en amidon, consommé à l'état cru ou sécher puis mouliné pour en obtenir une farine composée de : 15,66% eau, 5,5% cendres, 7% matières azotées, 1,34% de matière grasse, 63,2% amidon et congénères, 6,4% cellulose (El kolli et al., 2017).

Notre objectif est multiple, il s'agit d'une part d'évaluer l'effet de l'incorporation de la noix de terre « *Bunium Bulbocastanum* » dans l'alimentation des lapins, sur leurs paramètres pondéraux et physiologiques. En deuxième lieu, on se propose d'étudier l'effet d'un régime à base de noix de terre sur les qualités de la viande de lapin.

Partie

Bibliographique

Chapitre I

Viande lapine

I. Cuniculture

1. Définition et classification taxonomique du lapin

Le lapin dont le nom spécifique est *Oryctolagus cuniculus*, est un herbivore monogastrique, appartient à l'intérieur des mammifères placentaires, à l'ordre des Lagomorphes, (famille des Léporidés : lapins et lièvres), une classification plus détaillée est donné dans le tableau 1. Ainsi, le lapin, ce n'est pas un rongeur bien que le fait de ronger soit un des traits caractéristiques de son comportement alimentaire. Le lapin se différencie de l'ordre des Rongeurs par quelques particularités anatomiques : mouvement latéral des mâchoires, deux paires d'incisives au maxillaire supérieur, nombre de doigts différents (Lebas, 2003 ; Arnold, 2005 ; Gidenne et Lebas, 2005).

Tableau 1 : Classification taxonomique du lapin (Lebas, 2003).

Règne	<i>Animalia</i>
Embranchement	<i>Chordé vertébré</i>
Classe	<i>Mamalia</i>
Ordre	<i>Lagomorphe</i>
Famille	<i>Léporidae</i>
Sous-famille	<i>Léporinae</i>
Genre	<i>Oryctolagus</i>
Espèce	<i>cuniculus</i>

2. Origine du lapin « *Oryctolagus cuniculus* »

Au plan historique, le lapin fut "découvert" en Espagne vers 1000 av. J.-C. par les Phéniciens. Lorsque ces grands navigateurs de la partie Est de la Méditerranée abordèrent les côtes de la Péninsule Ibérique, ils furent frappés par la pullulation de petits mammifères fouisseurs que nous appelons aujourd'hui lapins. Comme ils ressemblaient aux damans de leur pays qui vivent également en colonies et creusent des terriers, les Phéniciens appelèrent la contrée "le pays des damans", "I-Saphan-Im". En effet, saphan (ou sephan) signifie daman en phénicien. Cette dénomination latinisée, plus tard, donnera le nom Hispania (Rougeot, 1981). Ainsi, le nom

même de l'Espagne est lié à la présence historique des lapins sur son territoire (Lebas, 2003 ; Arnold, 2005).

3. Morphologie extérieure du lapin

Pour la majorité des races (à l'exception des nains), les principales parties du corps du lapin sont :

- **La tête** : porte de nombreux poils tactiles ou vibrisses ;
- **La bouche** : relativement petite, située ventralement est munie de 2 lèvres ;
- **Le nez** : comprends deux narines obliques ;
- Les yeux : placés de chaque côté de la tête sont surmontés de quelques vibrisses ;
- **Les membres antérieurs** : est courte et terminée par 5 doigts portant chacun une griffe longue et arquée ;
- **Les membres postérieurs** : son plus long et terminé par 4 doigts seulement, qui ont également chacun une griffe longue et arquée ;
- **Les oreilles** : sont recouverte de poils courts, principalement sur leur face extérieure. Elles ont une puissante attache cartilagineuse (Lebas, 2003).
- **Les mamelles** : Sur la face ventrale du corps, le nombre de mamelles fonctionnelles d'une lapine peut être pair (8 ou 10 tétines) ou impair (9 ou beaucoup plus rarement 11 tétines) (Coisne, 2000).

4. Comportement alimentaire

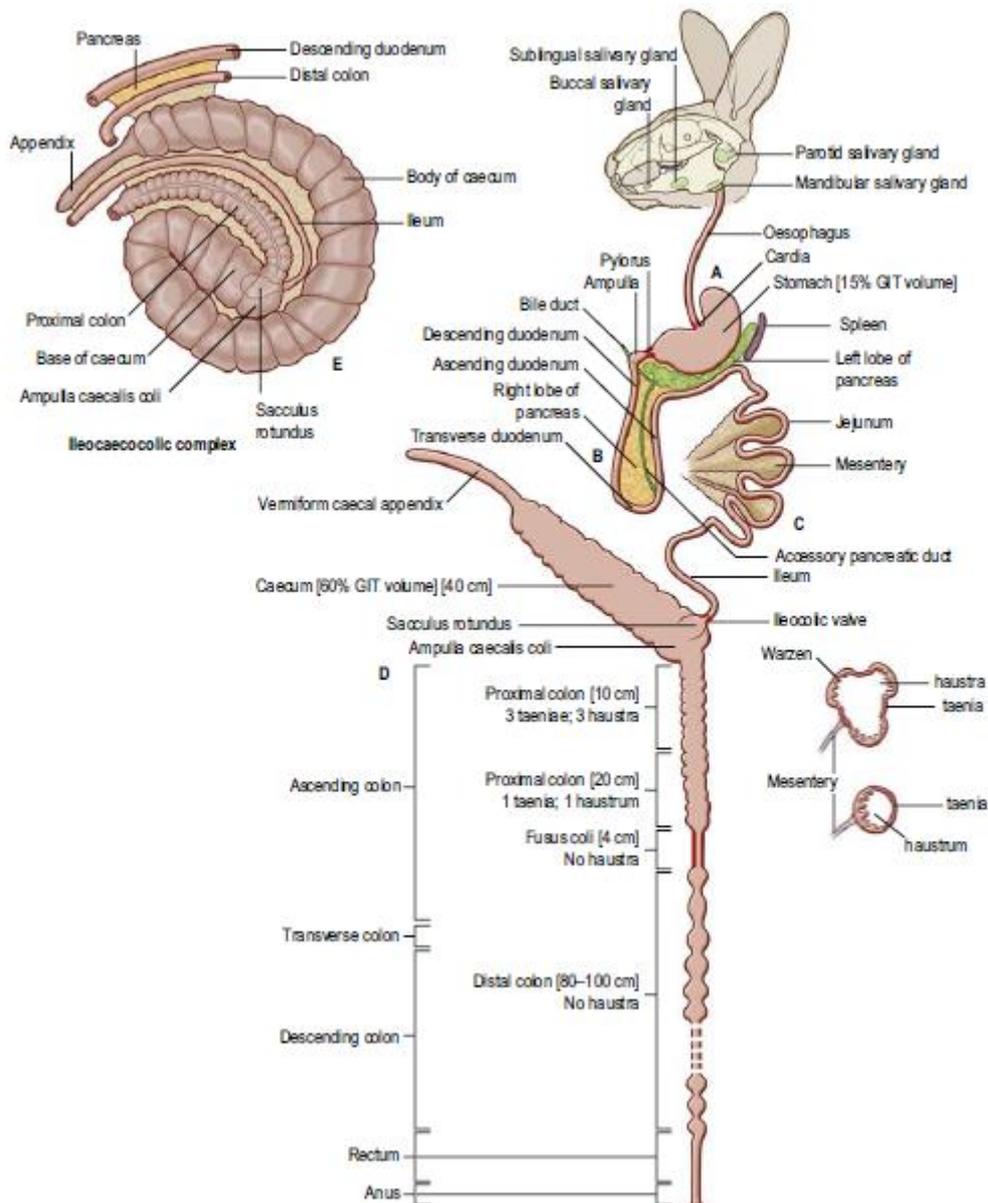
Le lapin c'est un végétarien très polyphage (herbe, racines, graines) (Arnold, 2005). Les quantités de nourriture et d'eau consommées dépendent d'abord des différents états physiologiques de l'animal (gestation, lactation, sevrage et engraissement), de la température ambiante, également de la nature des aliments présentés aux lapins et plus particulièrement de leur teneur en énergie digestible et en protéines : une forte teneur en énergie tend à réduire la consommation et une forte teneur en protéines tend à l'augmenter (Lebas, 1975 ; Lebas, 1983). Les ingrédients comprennent habituellement la luzerne déshydratée, farine de céréales, son, farine de protéines, vitamines, minéraux et sont généralement fournis dans une forme de granulés (Dalle Zotte, 2014).

Selon Lebas (2003) et Dalle Zotte (2014), l'aliment doit contenir 13 à 14% de fibres brutes, et 17 à 18% de protéines brutes, tandis que pour l'engraissement il faut 14,5 à 15,5% de fibres (16 à 17% pendant le sevrage) et 15 à 16% de protéines (16 à 17% pendant le sevrage).

L'apport alimentaire peut varier de 180 à 200 g/j pour les lapines gestantes et de 350 à 400 g/j pour les femelles allaitantes, pour l'engraissement des lapins, il faut une quantité de 100 à 150 g/j avec une croissance de 40g /jour.

Le lapin a un tube digestif très développé (quatre à cinq mètres). L'originalité du fonctionnement du tube digestif du lapin réside dans l'activité de son colon proximal. Ainsi, le colon fabrique 2 types de crottes : les crottes dures sont normalement excrétées et les crottes molles appelées caecotrophe ingérées par l'animal à l'occasion d'un comportement particulier dit de caecotrophie. Les crottes dures sont éliminées dans la litière tandis que les caecotrophies sont récupérées par l'animal qui les récupère directement au niveau de l'anus. Ces crottes molles enrichies en vitamines et en acides aminés progressent dans le tube digestif et les nutriments sont absorbés par l'intestin grêle lors de ce deuxième passage dans le tube digestif (Lebas et *al.*, 1996 ; Lebas, 2003 ; Arnold, 2005).

Figure 01: Anatomie du tube digestif de lapin. Reprinted by permission from F. Harcourt-Brown. *Textbook of Rabbit Medicine, Second edition*. Oxford: Elsevier, 2013.



5. Comportement reproductif

Chez le lapin, la maturité sexuelle a lieu chez la femelle à 3,5 mois, et chez le mâle à 4 mois. La gestation dure de 28 à 33 jours. Les mâles sont polygames, des copulations ont lieu toute l'année, mais la plupart des mises bas ont lieu de février à août. Les femelles gestantes sont particulièrement nombreuses d'avril à juin. Le succès de reproduction est meilleur chez les femelles dominantes que chez les dominées (Rossilet, 2004 ; Szendrő et al., 2012).

Les lapereaux naissent nus avec des oreilles et des yeux fermés ; ils n'ouvrent pas les yeux avant 10 ou 12 jours. La mère les allaite une fois par jour pendant trois à quatre semaines.

Durant cette période, les jeunes prennent rapidement du poids : ils passent de 35 à 45 g à la naissance à 80 % du poids adulte à 3 mois (Aulagnier et al., 2008).

Théoriquement, une lapine conduite en mode de reproduction intensif peut mettre bas 10 à 11 fois/an, ce qui représente, pour des portées de 10 à 12 lapereaux, de 100 à 130 lapereaux par femelle/an (Rossilet, 2004 ; Szendrő et al., 2012). Lebas et al. (1996) rapportent qu'en mode semi-intensif, la lapine produit jusqu'à 40-50 petits/an, contre 0,8/an pour les bovins et 1,4/an pour les ovins (Koehl, 1994).

6. Taille ou poids adultes

Les races de lapins sont souvent regroupées, par commodité, en fonction du poids adulte ou de la taille adulte, la majorité des sélections concernant la taille et la morphologie du corps ont séparé ces races en quatre types de catégories : Géantes (lourdes), moyennes, petites (légères) et naines (Chantry Darmon, 2005).

- **Les races lourdes** : sont caractérisées par un poids adulte supérieur à 5 kg, la race la plus grande est le Géant de Flandres (7 à 8 kg) suivi du Bélier français et du Géant Papillon français.

- **Les races moyennes** : dont le poids adulte varie de 3,5 à 4,5 kg, sont à la base des races utilisées pour la production intensive de viande en Europe. On peut citer comme exemples le Californien himalayen, le Fauve de Bourgogne ou le Néo-Zélandais blanc.

- **Les races légères** : dont le poids adulte se situe entre 2,5 et 3 kg, se retrouvent le Russe, le Petit Chinchilla ou l'argente Anglais.

- **Les races naines** : dont le poids adulte est de l'ordre de 1 kg, sont souvent utilisées pour produire des lapins de compagnie. Ces races comprennent les lapins nains de couleur ou le lapin polonais (Chantry Darmon, 2005).

7. Rentabilité économique

Le lapin ne constitue pas un concurrent alimentaire pour l'homme, contrairement au bovin et à la volaille ; car, il valorise les plantes riches en cellulose, et les sous-produits agroindustriels

(Lebas *et al.*, 1996 ; Gasem et Bolet, 2005), la capacité de cette espèce à transformer du fourrage en viande consommable de haute qualité nutritionnelle font du lapin un animal économiquement très intéressant. 20 % des protéines alimentaires absorbées par un lapin sont fixées en viande. Ce chiffre est de 8 à 12 % chez la vache, 16 à 18% pour les porcs, seul le poulet a une capacité de transformation supérieure (22 à 23 %), mais à partir d'aliments potentiellement consommables par l'homme comme le soja, le maïs ou le blé (Bernardini-Battaglini et Castellini, 2014). Dans des pays sans surplus de céréales, la production de viande de lapin est donc très rentable (Oseni et Lukefahr, 2014). Par ailleurs, le coût de l'énergie exprimé en kcal requis pour produire 1 g de viande est inférieur chez le lapin par rapport aux ovins ou aux bovins (lapin : 105 kcal/g, ovins : 427 kcal/g, bovin : 442 kcal/g) (Bernardini-Battaglini et Castellini, 2014).

Connu pour sa prolificité et sa rapide vitesse de croissance, le lapin est considéré comme un bon producteur de viande. La quantité de viande produite en mode semi-intensif peut atteindre 60 à 65 Kg/ lapine/an pour un nombre de 40-50 lapereaux/ an (Koehl, 1994).

Tous ces atouts font du lapin une espèce d'un grand intérêt économique. Il représente une opportunité pour le développement des petits élevages en particulier dans le cas des pays en voie de développement où les protéines animales sont difficiles à produire (Lebas *et al.*, 1996).

8. Aperçu sur la cuniculture en Algérie

La cuniculture pratiquée dans les pays du Maghreb (Algérie, Tunisie et Maroc) est similaire. Bien que l'élevage du lapin soit très ancien, peu de travaux lui ont été consacrés. Et, la production cunicole est rarement prise en compte dans les statistiques agricoles. Cette activité passe souvent inaperçue et il est donc difficile d'estimer quantitativement la production. Ghezal-Triki et Colin (2000) ont estimé que la production de viande de lapin dans cette région est de 47 000 tonnes (dont 23 000 pour l'Algérie, 20 000 pour le Maroc et 4 000 pour la Tunisie).

En Algérie, l'élevage de lapin est surtout de type traditionnel. Il est une tradition ancienne dans certaines régions d'Algérie (Tizi-Ouzou, Constantine, Bel –Abbes, Tlemcen) (Berchiche et Lebas, 1994 ; Gacem et Lebas, 2000). À Tizi-Ouzou, le système d'élevage est du type familial à vocation vivrière (Berchiche et Lebas, 1994). La production est essentiellement destinée à l'autoconsommation familiale. Les lapins sont élevés par des femmes de manière extensive et,

dans la majorité des élevages, la taille des effectifs est inférieure à 10 femelles reproductrices (Lakabi, 1999).

Le logement des lapins dans ces systèmes est très diversifié. Il existe plusieurs sortes : élevage au sol, en cage, dans des caisses en bois, etc. Les élevages exploitent des lapins de population locale.

La production mondiale de viande de lapin est estimée à 1 600 000 tonnes de viande correspondant à 70 millions de femelles à la fin des années 1990 (Colin et Lebas, 1994 et 1996). Cette production est concentrée dans un nombre limité de pays. La moitié de la viande produite dans le monde provenait de 5 pays (Italie, France, Ukraine, Chine et Espagne).

Les résultats de Hassani L., 2021 révèlent que la consommation de viande de lapin en Algérie est faible et que sa consommation reste négligeable. La majorité des personnes interrogées en consomment deux ou trois fois par an. En général, cette viande est essentiellement, consommée dans les régions rurales, donc par, les éleveurs et leurs familles.

Les facteurs qui influencent la consommation de viande de lapin sont très complexes, hétérogènes et dépendent non seulement des propriétés sensorielles de la viande, mais aussi de facteurs psychologiques et sociogéographiques. Le bon goût et la valeur nutritionnelle sont des indices de qualité intrinsèque qui encouragent les gens à manger du lapin.

La disponibilité de la viande de lapin et son prix peuvent être des déterminants non négligeables de la consommation de viande de lapin. En soutenant les éleveurs, la viande de lapin remplacerait le poulet et la dinde dans la plupart des cas. Elle pourrait être produite, à large échelle, d'où un prix plus avantageux, une bonne distribution sur les marchés associés, à plus d'informations, sur ses avantages nutritionnels, via divers outils de communication, par les professionnels de ce domaine. Tout cela peut être très efficace pour changer les attitudes des gens. Concernant les personnes qui rejettent sa consommation pour des raisons émotionnelles, telles que sa ressemblance avec un chat ou un nourrisson humain, améliorer son apparence et sa présentation, dans un emballage approprié et attrayant mettraient fin à tant de réticences (Hassani L.,2021)

II. Viande

1. Définition

Les définitions qui en sont données ne convergent pas toujours. La paléontologue Marylène Patou-Mathis nous dit que ce terme désigne « un muscle strié enveloppé d'un tissu conjonctif, de tendons, de nerfs et de vaisseaux sanguins » (2009). Mais ce n'est pas tout. La viande n'est pas uniquement un matériau biologique. Là où la précédente définition renverrait en fait plutôt à la « chair », la viande quant à elle est une « notion normative », une « catégorie alimentaire » nous dit l'anthropologue Noëlie Vialles (2007). Car la viande n'existe qu'en tant qu'elle est, en dernière instance, destinée à être mangée. La définition est parfois encore plus restrictive, quand les chairs de poissons et de volailles en sont exclues.

2. Phases de la transformation des muscles en viande

a) État pantelant

Immédiatement après l'abattage, les muscles conservent les propriétés du muscle vivant ; ils sont extensibles et contractiles (**Rosser**, 1984). C'est une période de latence durant laquelle l'extensibilité du muscle reste constante (**Mouin**, 1982). La couleur des muscles est relativement foncée par manque d'oxygénation ; elle s'éclaircit lors de la phase suivante.

La quantité d'ATP disponible conditionne la durée de la phase de pantelant. Celle-ci est variable selon les espèces, les muscles, les conditions de stockage et de traitement des carcasses, l'état physiologique de l'animal avant l'abattage.

Après la mort :

b) Rigidité cadavérique

L'arrêt de la circulation provoque une chute de la quantité d'oxygène dans les muscles. Conséquence au niveau du métabolisme cellulaire : glycolyse anaérobie ; les cellules vont dès lors consommer le glycogène pour produire de l'acide lactique. Suite à la présence d'acide lactique, le pH diminue, ceci à deux conséquences :

- Agrégation des protéines ;
- Diminution de la production enzymatique, ce qui a pour conséquence la rééducation de la quantité d'ATP. Suite à cette absence d'ATP, l'actine et la myosine se lient irréversiblement et

forment l'acomyosine. L'action conjointe des deux points précités a pour conséquence la diminution de la capacité de rétention de l'eau dans le muscle, ce qui influe sur la texture de la viande. Deux facteurs influencent la sévérité des phénomènes accompagnant la rigidité cadavérique :

➤ **État de l'animal au moment de l'abattage**

Un animal affamé ou stressé consomme déjà en partie le glycogène ; dès lors, à sa mort, sa rigidité sera d'autant plus importante.

➤ **Température d'entreposage de la carcasse**

Ceci est une étape critique dans la sévérité du phénomène. Si elle n'est pas abaissée assez rapidement après l'abattage la rigidité se révélera importante. Si la température est abaissée à 0-1°C avant le début du phénomène de rigidité cadavérique, le durcissement sera rapide et intense. Le refroidissement doit se faire de telle façon que la rigidité cadavérique commence entre 14 et 19°C (contraction minimale). Il existe quelques moyens de « lutte » contre cette rigidité, il y a notamment la maturation de la viande.

c) Maturation

La maturation correspond à la résolution de la rigidité cadavérique par des phénomènes de dégradation physique et chimique des muscles sous l'effet des enzymes protéolytiques des tissus, libérés et activés par l'abaissement des pH (**Virlihn**, 2003). Les masses musculaires se ramollissent, libèrent un exsudat plus au moins important, changent de couleur. C'est la maturation qui conduit au développement des qualités organoleptiques de la viande (tendreté, couleur, jutosité, flaveur), c'est aussi le moment optimal pour sa consommation (**Rosset**, 1984).

3. Qualités de la viande

La notion de qualité peut se définir selon la norme **ISO 8402** comme « l'ensemble des propriétés et caractéristiques d'un produit ou service qui lui confèrent l'aptitude à satisfaire des besoins exprimés ou implicites ».

En d'autres termes, la qualité est la satisfaction du client ou de l'utilisateur. En l'occurrence pour la viande, il s'agit de satisfaire les consommateurs et les industries de la transformation,

qui constituent les utilisateurs à hauteur respective de 20 à 35% et de 65 à 80% de la carcasse produite (**Anderson, 2000**).

La qualité concerne cependant l'ensemble des opérateurs qui attendent des satisfactions liées, évidemment à la rentabilité de leur activité. C'est ainsi que la qualité définie par les uns ne correspond pas nécessairement à la qualité définie par les autres, les appréciations de la qualité apparaissent parfois même contradictoires. Et selon les normes **AFNOR**, la qualité est l'aptitude d'un produit ou d'un service à satisfaire les besoins des utilisateurs.

La notion de qualité intrinsèque des viandes est une notion relative qui dépend comme nous le verrons d'éléments plus ou moins objectifs : qualité nutritionnelle, sanitaire et organoleptique (**Frayasse et Darre, 1990**).

- **Qualité nutritionnelle de la viande**

Les viandes ont pour un principal intérêt nutritionnel l'apport en protéines et en fer. La teneur en protéines est en moyenne de 16 à 20 g pour 100 g de viande avant cuisson. Les protéines de la viande ont une bonne valeur biologique ; leur composition en acides aminés indispensables est satisfaisante, mais on doit signaler un léger déficit en acides aminés soufrés (méthionine et cystine). Les viandes ne contiennent pratiquement pas de glucides. En effet, le glycogène présent dans les muscles est transformé en acide lactique après la mort de l'animal ; cet acide lactique exerce une action favorable sur la maturation de la viande ; dans le foie, il reste un peu de glycogène.

La viande contient également du fer, du zinc et les vitamines de groupe B surtout B3 et B12. Le fer d'origine animale est le mieux absorbé par notre organisme ; il permet notamment de stocker l'oxygène dans les muscles lors d'un effort ; son absorption est favorisée par la vitamine C (**Boumediene, 2009**).

Le zinc intervient dans le système de défense immunitaire et dans la formation de l'insuline. La vitamine B3 intervient dans le métabolisme cellulaire et dans l'utilisation des nutriments ; la vitamine B12 participe à la formation des globules rouges. C'est dire donc le rôle essentiel de la viande rouge dans notre alimentation (**Boumediene, 2009**).

- **Qualité hygiénique et sanitaire**

La viande doit être mise dans des conditions de sécurité quasi absolue ; il faut donc qu'elle soit protégée des différentes contaminations à tous les stades de la filière.

➤ Contamination ante mortem

Une grande partie des germes de contamination de la viande proviennent de l'animal et du cuir (peau et poils). Ils sont porteurs de microorganismes variés, en particulier *Escherichia Coli*, *Staphylococcus aureus* et *Streptocoques fécaux*. Ces germes peuvent provenir aussi des matières fécales, du sol et de l'eau.

➤ Contamination post mortem

La contamination post mortem résulte généralement du contact avec des mains, des vêtements, des matériels ou des installations sales (**FAO**, 1994).

Elle est due aussi au fait que l'essentiel des germes est apporté au cours de l'abattage et au cours de la préparation des carcasses. Certains germes pathogènes, saprophytes du tube digestif peuvent contaminer les muscles, d'où la nécessité de l'éviscération précoce et des mesures limitant le stress d'abattage qui favorise ce passage (**Vierlihg**, 2003).

Une contamination initiale aussi faible que possible, un respect rigoureux des règles d'hygiène et une application continue du froid assurent une bonne consommation du point de vue sanitaire (**Vierling**, 2003). **Pietrzak et al.**, (1997) montrent aussi que l'installation de la *rigor mortis* dans le muscle pectoral de dinde est plus rapide que dans le muscle *Longissimus* du porc. En effet la chute normale du pH étant de 0.06 unité / minute chez la dinde (**Pietrzak et al.**, 1997) et de 0.02 unité / minute chez le porc (**Bendall et Swatland**, 1988 ; **Offer**, 1991). De même, le pH ultime du muscle pectoral de dinde à glycolyse rapide est plus élevé que celui du *Longissimus dorsi* des porcs présentant le syndrome PSE (5.7 à 5.8 chez la dinde et 5.4 chez le porc ; **Warriss**, 1982 ; **Warriss & Brown**, 1987).

En comparant l'évolution biochimique *post mortem* du muscle *Pectoralis major* de canard, Pékin et du poulet (**Smith et al.**, 1992) confirment que le poulet se différencie par une chute de pH plus lente. En effet à une heure *post mortem*, le pH est de 6.27 chez le poulet et de 5.96 chez

le canard. Par contre, il n'y a pas de différence signalée dans cette étude entre les deux espèces en ce qui concerne le pH ultime (5.66 pour le canard vs 5.62 pour le poulet ; $p > 0.05$).

La vitesse et l'amplitude de diminution du pH *post mortem* dépendent du type génétique. (Berri *et al.*, 2001 et Le Bihan-Duval *et al.*, 2001) observent des différences au niveau de l'évolution biochimique *post mortem* entre différents génotypes de poulets à âge égal. Ces auteurs montrent que la sélection pour la croissance et/ou le développement musculaire entraîne pour cette espèce, d'une part un ralentissement de la chute de pH *post mortem*, et d'autre part, une augmentation du pH ultime du muscle.

- **Qualités organoleptiques de la viande**

- a) Tendreté**

Mesure la facilité avec laquelle la viande va se laisser mastiquer. Elle est considérée comme la qualité primordiale, elle doit atteindre un seuil minimal pour que l'on puisse apprécier la saveur et la jutosité de la viande. Paradoxalement, la tendreté est souvent exprimée par son contraire : la dureté. Ce paramètre peut facilement être mesuré puisqu'il représente la résistance mécanique lors du cisaillement ou de la mastication. Ce paramètre est très souvent mesuré sur des viandes cuites puisque les viandes non divisées sont consommées le plus souvent après cuisson.

La dureté de la viande dépend essentiellement de deux composants structurels protéiques :

- Le premier est le collagène, constituant principal du tissu conjonctif. On n'observe pas de modification importante du collagène *post mortem* (dureté de base).
- Le deuxième composant est constitué par les myofibrilles, plus particulièrement par les protéines myofibrillaires. Leur résistance mécanique n'est pas constante *post mortem*. On distingue habituellement 3 périodes :
 - La première précède l'état de rigidité cadavérique,
 - la deuxième est l'installation de la rigidité cadavérique : valeurs maximales de résistance mécanique

- La troisième est la diminution de la résistance mécanique de la viande correspondant à un attendrissement de la structure myofibrillaire.

La contribution respective de la dureté myofibrillaire et de la dureté de base peut varier en fonction de divers facteurs tels que l'espèce, la race, le sexe, l'âge, le muscle, les conditions de transport, les techniques d'abattage, de traitement et de transformation des carcasses et des viandes (pH, T°) et la conservation de celles-ci (T°/tps, T°/pH).

En règle générale, la cuisson a une action d'attendrissement sur le tissu conjonctif du fait de la transformation du collagène en gélatine ; par contre, la cuisson augmente la dureté des protéines myofibrillaires qui coagulent (**Rosset**, 1984).

b) Couleur

Chez la volaille de même que chez les autres espèces, la couleur de la viande fraîche ou cuite est un critère très important dans la décision d'achat par le consommateur. Cette couleur est souvent considérée par le consommateur comme un indicateur de fraîcheur et de qualité globale de la viande (**Fletcher**, 1999).

La couleur de la viande de volaille est très variable et dépend des caractéristiques métaboliques et contractiles du muscle. À titre d'exemple, le muscle pectoral frais présente une couleur rose pâle (99.5 % de FTG) (**Lengerken et al.**, 2002) alors que les muscles frais de la cuisse montrent une couleur rouge un peu foncée (12 % de STO, 0.5 % de FTOG et 87.5 % de FTG) (**Papinaho et al.**, 1996). Pigmentation des viandes due à la présence dans les fibres musculaires d'un pigment respiratoire, la myoglobine (Figure 2), qui assure un rôle de transporteur intracellulaire de l'oxygène, qui lui a été apporté par l'hémoglobine. Comme l'hémoglobine, la myoglobine est une chromoprotéine composée d'un groupement prosthétique, l'hème et d'une protéine, la globine. Ses structures chimiques tridimensionnelles sont présentées sur la figure Structure en 3 dimensions Structure chimique (**Phillips**, 1980) (**Charpentier**, 1966)

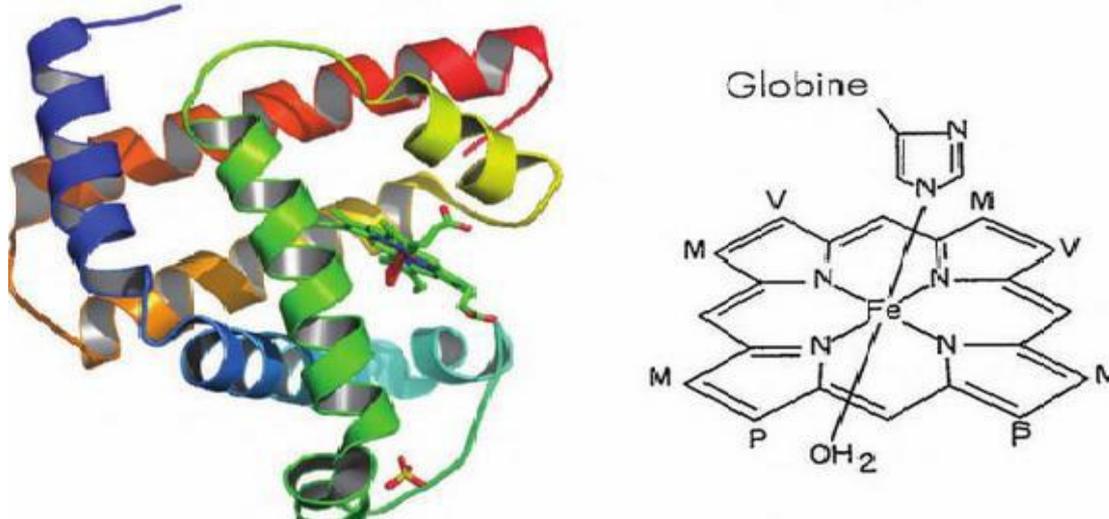


Figure 02 : Structure de la myoglobine.

La couleur de la viande dépend de quatre composantes majeures, lesquelles interviennent sur les produits frais ou en cours de conservation. À l'état frais, les différences de couleur de la viande s'expliquent principalement par :

- la quantité de myoglobine dans le muscle qui détermine la structuration de la couleur;
- par le pH qui modifie la luminosité de produit : lorsque le pH est élevé, la viande apparaît foncée et inversement, lorsque le pH est bas, la viande apparaît claire.

Au cours de la conservation, deux autres composantes interviennent qui peuvent modifier la teinte du produit :

- la structure chimique de la myoglobine qui peut exister sous trois formes qui présentent des spectres d'absorption particuliers et là même des teintes différentes telles qu'explique sur la figure 02: la myoglobine réduite (rouge pourpre), l'oxymyoglobine (rouge vif) et la metmyoglobine (couleur brune) (Figure 2);
- la dernière composante concerne le développement des bactéries en surface de la viande et ses interactions possibles avec la forme chimique du pigment (Moëvi, 2007).

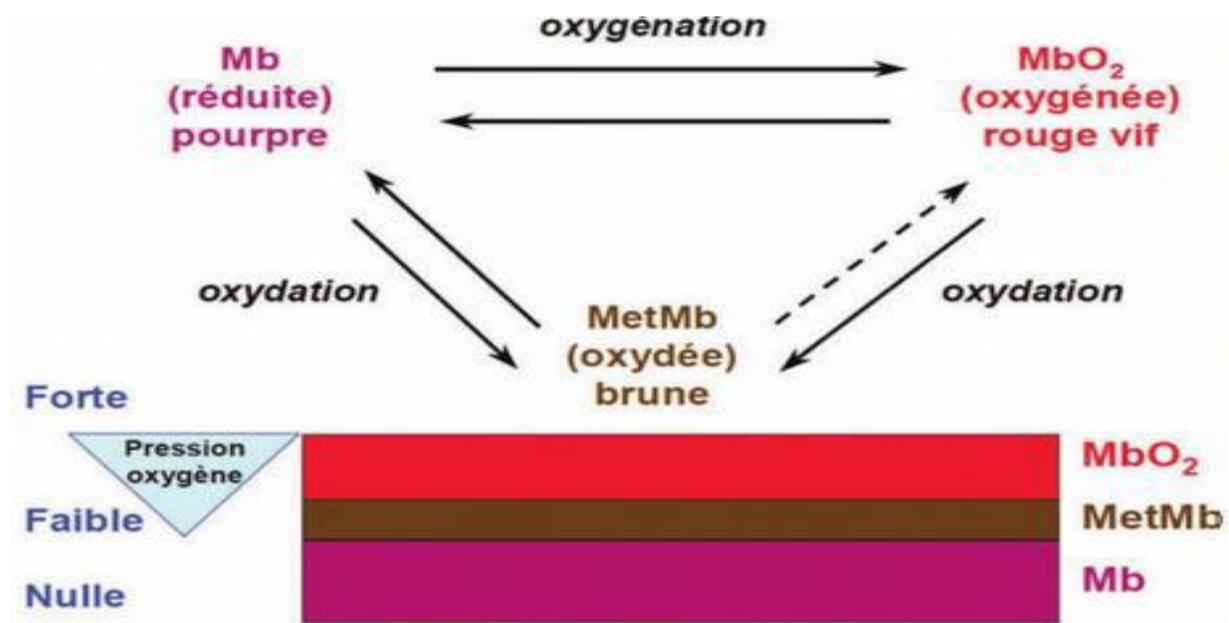


Figure 03 : Trois formes chimiques de la myoglobine (Moëvi, 2007)

La couleur de la viande peut varier, au-delà des variations individuelles, selon de nombreux facteurs, les principaux portent sur:

- l'espèce : pour un même muscle, la teneur en myoglobine varie très largement selon l'espèce considérée. La viande bovine est l'une des plus pigmentées;
- la nature de muscle : quelle que soit l'espèce considérée, chaque muscle présente une pigmentation une pigmentation différente selon son rôle dans l'organisme, sa composition en fibres musculaires (présentant des teneurs différentes en myoglobine) et leur répartition spatiale;
- l'âge des animaux : la teneur en myoglobine s'accroît dans tous les muscles avec l'âge, à un rythme propre à chaque muscle, cet accroissement se produirait en 2 temps; une phase rapide due à l'augmentation d'activité du muscle, une phase plus lente ensuite due à diminution de l'efficacité des échanges gazeux au niveau cellulaire; (l'activité physique: l'augmentation de l'activité musculaire induirait une augmentation de la teneur en myoglobine;
- l'alimentation : la nature de l'alimentation est surtout importante vis-à-vis des animaux en état d'anémie ferriprive. C'est le cas du veau par exemple où la maîtrise de la pigmentation de la viande est facteur économique majeur (Moëvi, 2007).

c) Flaveur

C'est l'ensemble des perceptions olfactives et gustatives liées à la consommation d'un aliment. Elle est donnée par plus de 650 composés chimiques, les composés non volatils du goût de la viande et les composés volatils de l'odeur. La flaveur conditionne l'acceptabilité de l'aliment ;

elle résulte de la teneur et de la nature des lipides du muscle ; elle dépend également de la race et du sexe de l'animal (Henry, 1992).

d) Jutosité

La jutosité ou succulence d'une viande est une qualité organoleptique perçue au cours de la mastication ; elle est fonction du persillé ou marbre, c'est-à-dire de la présence de graisse interstitielle, visible également sur les découpes des muscles. Une viande dépourvue de persillée est moins succulente (Henry, 1992).

III. Viande lapine

1. Caractéristiques physico-chimiques, technologiques et organoleptiques

Il convient de noter que les caractéristiques nutritionnelles de la viande de lapin tout comme celle des autres animaux monogastriques sont influencées par la nature des matières grasses contenue dans leur alimentation. La viande de lapin a la plus faible valeur calorique comparativement aux autres viandes (Tableau02), mais selon Dalle Zotte et Szendrő (2011), cette valeur dépend principalement de la teneur élevée en protéines, ce qui représente 80% de la valeur énergétique. Le lapin est la viande la moins grasse comparativement à celle de bœuf (10,43g/100g), de poulet (10,43g/100g) et d'agneau (16,15g/100g), mais elle est comparable à celle du veau (6,77g/100g). Par ailleurs, la teneur en eau de la viande varie peu d'une espèce à une autre.

Tableau 02: Composition chimique (g) et la valeur énergétique (Kj) de la viande selon les différentes espèces (pour 100 g de viande crue) (Salvini et al.,1998)

	Bœuf	Veau	Poulet	Lapin	Agneau
Lipides totaux	10,43	6,77	15,97	5,55	16,15
Eau	66,3-71,5	70,1-76,9	67-75	66,2-75,3	
Énergie (kj)	774	603	929	569	933
Protéines	20,71	19,35	18,33	20,05	18,04

- Le pH est une caractéristique physico-chimique qui résulte de l'évolution postmortem du muscle. Il intervient, plus au moins directement, sur la plupart des qualités. Selon Larzul et Gondret (2005), le pH ultime influence à la fois l'aptitude à la conservation de la viande (le développement des bactéries pendant la conservation de la viande réfrigérée est d'autant plus

limité que le pH est bas), son aspect (les viandes à pHu bas sont souvent plus pâles) et les pertes en eau (les viandes acides ont un faible pouvoir de rétention en eau). Les viandes acides sont plus dures, car elles perdent plus d'eau lors de la cuisson (Combes et Dalle Zotte, 2005; Gondret et Bonneau, 2005). Selon Delmas et Ouhayoun (1990) et Gondret et Bonneau (2005), chez le lapin âgé de 11 semaines et pesant 2.35 kg, le pHu varie entre 5.6 à 6.4 selon les muscles.

- L'intensité de la couleur dépend de la teneur en pigment héminique, mais aussi de l'état de la surface du muscle. Pour une concentration donnée en pigment, la viande est pâle lorsque le réseau protéique myofibrillaire est fermé et hautement réfléchissant (pH bas), elle est foncée dans le cas contraire. La viande de lapin présente un fort pouvoir réfléchissant de la lumière. Selon Jehl et juin (1999a et b), l'intensité de la couleur de la viande cuite des animaux âgés de 12 semaines est plus foncée que celle des animaux âgés de 14 semaines.

- La tendreté mesure la facilité de la mastication, elle dépend du pouvoir de rétention d'eau à la cuisson et elle est en fonction du pH. L'échelle de notation va de 1 (plus tendre) à 6 (moins tendre). La viande de lapin et celle du poulet présentent les valeurs les plus faibles de force de cisaillement comparées avec la viande de porc ou de taurillon (Combes et Dalle Zotte, 2005)

- La jutosité résulte d'une libération d'eau au début de la mastication, en relation avec le pouvoir de rétention d'eau, le pH et la stimulation de la salivation par les lipides. L'échelle de notation va de 1 (plus juteux) à 6 (moins juteux). Les viandes blanches, lapin compris, sont souvent considérées comme trop sèches (manque de jutosité). Ce constat provient de la faiblesse en lipides intramusculaires de ce type de viande (Combes et Dalle Zotte, 2005).

2. Valeur nutritionnelle de la viande de lapin

De nombreuses études et monographies (Beynen, 1984 ; Ouhayoun et Lebas, 1984 ; Galloin et Ouhayoun, 1988 ; Ouhayoun, 1989 ; Ouhayoun et Delmas 1989 ; Ouhayoun, 1991 ; 1992b ; Cabanes, 1996 ; Blasco et Ouhayoun 1996 ; Gondret et Bonneau 1999; Dalle Zotte, 2000a,b,c ; Lebas et al., 2001 ; Combes, 2004 ; Combes et Dalle Zotte, 2005 ; Larzul et Gondret 2005) ont attesté de l'intérêt nutritionnel, indiscutable, de la viande de lapin .

La carcasse (conforme à l'arrêté ministériel de novembre 1979 en France) comprend 83% de morceaux nobles. L'ensemble de ces derniers ne contient que 12% d'os (Ouhayoun, 1991) et possède la plus faible valeur calorique (32g/MJ) des viandes communes : porc, volailles, boeuf

(Ouhayoun et Delmas, 1989). Ses protéines sont digestibles (peu de collagène) et ont une bonne valeur biologique.

a) Protéines:

Selon une compilation de Combes (2004), les teneurs en protéines de la viande fraîche de lapin destinée à la consommation sont des fractions peu variables (avec un CV de 7%) et dont les niveaux sont bien connus. La viande de lapin présente une teneur en protéines de $21.0 \pm 1.5\%$. Parmi les morceaux de découpe, la partie comestible des cuisses est la plus riche en protéines. Par ailleurs, les protéines présentent un équilibre favorable en acides aminés indispensables (Dalle Zotte, 2004).

La biodisponibilité des acides aminés de la viande est très élevée, ce qui lui confère une forte valeur biologique. La faible teneur en élastine (Ouhayoun et Lebas, 1987; Ouhayoun, 1991) et la grande solubilité de son collagène (75.3%) (Combes et al., 2003a et Combes, 33 2004) expliquent vraisemblablement sa grande tendreté (Combes et al., 2005) et son utilisation digestive élevée (Ouhayoun, 1991).

b) Lipides :

Chez le lapin, comme pour les autres espèces, la fraction lipidique de la viande et, donc, la teneur en énergie sont très fortement variables (CV= 67%) (Combes, 2004). La viande de lapin se classe parmi les viandes les moins chargées en graisse, sa viande est dite maigre (Dalle Zotte, 2000c ; Larzul et Gondret, 2005 ; Gondret et Bonneau, 1999).

Les dépôts adipeux sont de deux types : les dépôts adipeux dissécables qui correspondent à des dépôts périrénaux, sous-cutanés, mésentériques et intermusculaires, et les dépôts intramusculaires qui sont inaccessibles à la dissection.

La teneur moyenne en lipides, pour des lapins âgés de 9 à 12 semaines, et de poids commerciaux de 2 à 2.5 kg de poids vif, est de 5.0g/100g (Combes et al., 2005).

Les différences en teneur sont variables selon la taille de l'animal, mais surtout selon les morceaux de viande choisis. On trouve une teneur en lipides moyenne de 11.4% dans le râble et de 1 % seulement dans les muscles dorsaux. La teneur en lipides de la viande de lapin est ainsi comparable à celle du veau (1 – 7 g/100g) et du poulet (0.9 à 12 g/ 100g) ; et, elle est moins grasse que celle du taurillon (3 à 14 g /100g) et du porc (3 à 22g/100g) (Dalle Zotte, 2004)

c) Vitamines et minéraux

La fraction minérale de la viande de lapin est caractérisée par un taux particulièrement faible en sodium et en fer et un taux élevé en phosphore (Parigi-Bini et al., 1992). La consommation de 100g de viande de lapin couvre 37% des apports nutritionnels conseillés pour les besoins journaliers en phosphore (Combes et Dalle Zotte, 2005). Concernant le sélénium, il apparaît que 100g de viande de lapin couvre la quasi-totalité des besoins journaliers (Combes, 2004).

Les teneurs en différentes vitamines de la viande de lapin sont proches de celles observées chez le poulet (Combes, 2004). La viande de lapin contribue efficacement à la couverture des besoins en vitamines B, PP et E (Gallouin et Ouhayoun, 1988 ; Lebas, 2000d), elle fournit des quantités très appréciables en vitamines du groupe. Par ailleurs, 180 g de viande couvrent 95 % des besoins en vitamines PP.

Concernant la vitamine E (principal antioxydant de l'organisme), le lapin contient 0.186mg pour 100g. Même si 100g de viande couvrent seulement 15.5 % des besoins journaliers, la viande de lapin figure parmi les viandes les plus riches en vitamine E (Dalle Zotte, 2004).

Chapitre II

Généralités sur la noix de terre

1. Apiaceae

1.1. Aperçu de la famille des Apiaceae

La famille des Apiaceae est également connue sous le nom d'Ombellifères, et comprend 434 genres environ et plus de 3700 espèces (**Encyclopædia Britannica**, 2017). Leur distribution est cosmopolite et commun dans les régions tempérées et relativement rares aux latitudes (**Global Biodiversity Information Facility**, 2017a)

La famille des Apiaceae appartient à l'ordre des Apiales, classe Magnoliopsida ou Dicotyledoneae et à la Division Magnoliophyta ou Angiospermes, c'est-à-dire les plantes à fleurs.

Tableau 03: Position taxonomique de la famille des Apiaceae (**Cronquist.**, 1981)

Classification	
Règne	Plantae
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Ordre	Apiales
Famille	Apiacea

1.2. Classification de la famille des Apiaceae

On peut situer la famille des Apiaceae comme suit:

- Embranchement des spermatophytes (plantes à graine)
- Sous embranchement des angiospermes (plantes à ovaire).
- Eudicots (embryon à deux cotylédons)
- Eudicots évolués
- Classe des Astéridées
- Sous classe des Euastéridées (espèces herbacées à ovaire infère et regroupement des fleurs en inflorescence)

- Ordre des Apiales (Serge, 2012).

Dans la flore algérienne on peut inventorier 55 genres incluent de nombreuses espèces: On cite quelques genres dans le tableau suivant:

Tableau 04: Quelques genres de la famille des Apiaceae en Algérie.(Lafahal, 2014).

Genre	Nombre d'espèces	Genre	Nombre d'espèces
Ammi	2	Conium	1
Ammiopsis	1	Ferula	5
Ammodaucus	1	Bunium	7
Anethum	1	Cunium	1
Apium	1	Thapsiia	3
Bifora	1	Heracleum	1
Margotia	1	Torilis	2

1.3. Caractéristiques morphologiques de la famille des Apiaceae

Certaines des espèces qui composent cette famille ont la tige, articulée en nœuds et les entrenœuds, portent des feuilles alternées et ont pour la plupart des feuilles composées. L'une des caractéristiques les plus remarquables de la famille est l'inflorescence en forme d'ombelle, simple ou composite (une ombelle avec plusieurs ombelles à chaque extrémité).

L'inflorescence peut également prendre la forme d'un brin en raccourcissant la tige de l'ombelle comme en *Eryngium lassauxii* Decne. Les fleurs sont pour la plupart actinomorphes, avec des nectars et en général, assez petit et blanc.

Le verticille du calice est réduit à 5 petites dents et dans certains cas, elle peut être totalement inaperçue. La corolle, dialectale, est composée de 5 pétales, dans certains cas bilobée et son fruit est un schizocarpe formé par deux méricarpes (Furnariet al., 2017).

1.4. Utilisation

1.4.1. Intérêt économique

Les Apiaceae renferment de nombreuses plantes alimentaires et aromatiques (**Spichiger et al.**, 2004): *Anethum graveolens* L. (l'aneth), *Apium graveolens* L. (le céleri), *Carum carvi* L. (le carvi), *Coriandrum sativum* (le coriandre), *Cuminum cyminum* (le cumin), *Daucus carota* (la carotte), *Foeniculum vulgare* (le fenouil), *Pastinaca sativa* L. (le panais), *Petroselinum crispum* (le persil) et *Pimpinella anisum* L. (l'anis).

D'autres Apiaceae sont utilisées comme additifs naturels dans l'industrie alimentaire, certaines espèces sont comestibles, telles que: *Daucus carota* (carotte), *Pastinaca sativa* (panais), *Foeniculum vulgare*, etc.

Certaines espèces sont utilisées comme condiments ou épices, comme *Carum carvi* (cumin), *Anethum graveolens* (aneth), *Pimpinella anisum* (anis) *Petroselinum sativum* (persil), *Foeniculum vulgare* var. (fenouil) et *Coriandrum sativum* (coriandre).

D'autres sont utilisées comme arômes pour les boissons, tel est le cas d'*Angelica archangelica* (angélique), *Laserpitium gallicum* et plusieurs espèces d'*Heracleum* (**Doneanu et Anitescu**, 1998, **Olle et Bender**, 2010).

Certains genres sont cependant très toxiques, comme *Conium* (la grande ciguë, dont on dit qu'elle a été utilisée pour le suicide de Socrate), et *Cicuta* (la ciguë vireuse).

1.4.2. Utilisation en médecine traditionnelle

- *Ammi majus*: le fruit est utilisé dans le traitement du psoriasis et pour pigmenter les taches blanches apparaissant sur l'épiderme dans le vitiligo. Son action photosensibilisatrice est due à la présence de nombreux fur-coumarines dérivée du psoralène et dont l'une des plus connues est le bergaptène (**Sofowara**, 2010).
- *Ammi visnaga* : les graines sont une source de khelline et de visnagine, furochromones à activités spasmolytiques et vasodilatatrices de la circulation coronarienne, et de flavonoïdes, diurétiques et emménagogues. Les pédicelles sont vendus comme cure-dents au Maghreb. Elle est utilisée en Irak comme source de colorant rouge (**Sofowara**, 2010).
- *Anethum graveolens* (aneth) : propriétés analogues à celle de l'anis et du fenouil autrement dit antispasmodique digestif, eupeptique, carminatif et diurétique (**Boullard**, 2001).

- *Angelica archangelica* (angélique) : la racine contient une furocoumarine, l'angélicine qui possède une activité sédatrice. L'angélique doit à son essence ses propriétés stomachiques, eupeptiques et carminatives (**Sofowara**, 2010).
- *Apium graveolens* (ache des marais) : diurétique, carminative et tonique.
- *Cicutavivida* (ciguë vireuse) : poison violent utilisé en homéopathie (épilepsie).
- *Conium maculatum* (grande ciguë) : antispasmodique et sédatrice à faible dose.
- *Eryngiummaritimum* (panicaut de mer) : diurétique et laxatif.
- *Eryngiumcampestre* (chardon roland) : racine diurétique.
- *Ferula tingitana* : contient la gomme ammoniacale, anciennement médicinale.
- *Heracleum sphondylium* (grande berce) : hypotenseur, stimulant, digestif.
- Oenanthe : toutes les espèces sont toxiques.

1.5. Caractéristiques chimiques des Apiaceae

La famille des Apiaceae se compose de plus de 3000 espèces et leur étude est très intéressante pour les types de produits chimiques qu'elles contiennent, qui doivent certainement trouver leurs applications dans la médecine populaire ou dans la médecine moderne. Certaines espèces ont été utilisées comme toniques, diurétiques, stimulants cardiovasculaires, etc. (**Heywood**, 1971 et **Sintespros**, 1981).

De nombreuses espèces contiennent des furocoumarines, ces dernières ayant une action de stimulation de la pigmentation de la peau, et à cette fin, les graines d'Ammi visnagaon déjà été utilisées en Égypte ancienne. Les coumarines responsables de ce type d'action sont dérivées du psoralène et de l'angélicine (**Evans et Schmidt**, 1980).

D'autres espèces contiennent des sesquiterpènes lactones dont une α -méthylène- γ -lactone, responsable de l'activité anticancéreuse ou anti-tumorale et utilisée de manière efficace dans le traitement de certains types de cancer du larynx chez les animaux de laboratoire (**Djarri**, 2011).

Les métabolites secondaires qui caractérisent le plus les Apiaceae sont les huiles essentielles et les coumarines.

➤ Huiles essentielles

Les fruits d'environ 24 espèces de la tribu des Caucalideae (Apiaceae) ont été étudiés par (**Williams et Harborne**, 1972). Pour la composition de leurs huiles essentielles par chromatographie gazeuse. Les modèles obtenus sont particulièrement utiles pour la séparation

de la tribu en genres. Le genre *Daucus* est de loin le plus riche taxon en huiles essentielles, il se distingue par la présence de carotol et d'acétate de géranyle comme principaux constituants. La tendance globale est relativement similaire, bien que les sept espèces étudiées (*Daucus*) puissent facilement être séparées sur la base des variations qualitative et quantitative dans les composants de leurs huiles. Le carotol a également été trouvé dans *Torilis* et *Turgenia* mais seulement en quantités infimes. *Daucus* et *Pseudorlaya*, qui sont morphologiquement assez semblable, sont chimiquement liés, contenant quatre composés en commun, l' α et le β -pinène, le limonène et la myristicine. Le genre *Torilis* est caractérisé par la présence d'un sesquiterpène C₁₅H₂₂ non identifié. En outre, les cinq espèces de *Torilis* examinées peuvent être distinguées les unes des autres par la présence / absence de biphényle et de carotol. Les genres *Caucalis* et *Turgenia* ont aussi leurs huiles essentielles distinctives. Le genre *Artemisia* se caractérise par l'absence d'huile volatile dans les fruits.

2. Tubercules

2.1. Généralité

Selon la définition de l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) (**Keita**, 2002), les racines et les tubercules sont des plantes produisant des racines féculentes, les tubercules, rhizomes, des cormes ou des tiges, mais il existe des tubercules qui stockent d'autres polysaccharides comme réserve d'énergie et qui ont pris de l'importance en tant source de fibres prébiotiques. Selon **Cereda** (2003), elles sont caractérisées par une forte des taux d'humidité (68-82%) et de glucides (16-30%), et une faible teneur en protéines (0,10-2,0 %) et la teneur en matière grasse (0,1-0,9 %). Selon **Keita** (2002) sont classés en sept cultures primaires : pomme de terre, patate douce, manioc, coco, taro, igname et d'autres racines et tubercules (arracacha, marante, topinambour, etc.).

2.2. Classification des tubercules

2.2.1. Noix de terre *Bunium bulbocastanum*

2.2.1.1. Généralités

Le genre *Bunium* comprend environ 50 à 100 espèces dans le monde, qui sont fréquemment distribuées en: Algérie, Italie, Pakistan, Iran et Afrique du Sud. Dans la Flore algérienne, ce genre comprend sept espèces, quatre des qui sont endémiques (**Quezel**, 1963). Les plantes de ce genre sont distribuées en Asie, en Europe et dans le Nord Afrique (**Çelik&Bağci**, 2017).

Bunium bulbocastanum L. (Apiaceae) est un géophyte d'origine sous-méditerranéenne (**MEUSEL et al.** 1978). Graines, qui après la stratification à froid sur le terrain ne montrent

aucune dormance (WILLEMS, inédit. données), germent au début du printemps. Chaque graine donne naissance à un cotylédon lancéolé (monocotylédonie secondaire) qui produit un petit tubercule sphérique pendant la première saison de croissance (cf. HUBER 1992). Le tubercule représente le seul organe pérenne de l'espèce. Il devient progressivement plus grand que la plante vieillit et elle peut atteindre un diamètre de 4-5 cm chez les individus âgés. Étant donné que la taille des tubercules est susceptible d'être corrélée positivement avec croissance végétative et reproduction chez les individus juvéniles (cf. BOEKEN 1989, 1990; HUBER, **observation pers.**). Les feuilles de rosette sont produites dans la seconde année et la floraison peut avoir lieu à partir de la troisième année, en fonction de la taille du tubercule.

En tant que géophyte printanière, *B. bulbocastanum* a une courte saison de croissance. Au début du printemps (c.-à-d., Fin février dans les Pays-Bas) 4 à 5 feuilles de rosette émergent du tubercule et ils meurent à la fin du mai en juin (HUBER 1992). Verrouillage se produit généralement à la fin avril et les graines mûrissent en juillet, lorsque toutes les parties aériennes meurent. Les plantes individuelles peuvent fleurir plusieurs fois, mais des années intermittentes sans fleur et la production de semences est courante sur le terrain (HUBER, observation personnelle).

Dans le passé, *B. bulbocastanum* était relativement répandu dans l'Europe centrale (y compris les Pays-Bas) et s'est produite désherber dans les champs arables largement gérés. En raison de l'intensification pratique agricole, l'espèce est devenue rare au cours de la dernière décennie. De nos jours, il est principalement limité aux prairies calcaires et aux zones de dunes qui servent d'habitats de refuge à *B. bulbocastanum* aux Pays-Bas.



Figure 03 : Représentation de la plante de *Bunium bulbocastanum* (Bitam, 2012).

2.2.1.2. Taxonomie

Selon (Cronquist, 1981), la position systématique de la noix de terre est :

Tableau05 : classification de noix de terre (Cronquist., 1981).

Classification	
Règne	Plantae
Sous-règne	Tracheobionta
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Sous classe	Rosidae
Ordre	Apiales
Famille	Apiacées
Espèce	<i>Bunium bulbocastanum</i>

2.2.1.3. Effets thérapeutiques de la noix de terre

De nos jours, elle intéresse certains cueilleurs herboristes pour son usage thérapeutique « traitement du dysfonctionnement thyroïdien », les travaux de (Hazarika *et al.*, 2016) ont permis de conclure que la fraction aqueuse de fruit de *Bunium bulbocastanum* a une activité antioxydante et anticancéreuse remarquable.

Au Maroc, une herbe le mélange connu sous le nom de Msahan contient 13 plantes médicinales dont *B.bulbocastanum*, et est utilisé pour améliorer la santé générale et pour problèmes gynécologiques et musculo-squelettiques (Teixidor-Toneu, Martin, Ouhammou, Puri, & Hawkins, 2016). Elle présente des propriétés antioxydantes liées à sa propriété antidiabétique, est bien comprise (Ahmad *et al.*, 2014).

Les graines de *Bunium bulbocastanum* sont également utilisées comme astringent (Clapham *et al.*, 1962), par ailleurs d'autres espèces : *B.persicum* est utilisé comme antispasmodique, anti-

obésité et hypoglycémiant (Lefahalet al., 2017), l'espèce *B. paucifolium* sert à traiter l'inflammation urinaire (Cakilciogluet al., 2011).

2.2.1.4. Effets des extraits organiques de *bunium incrassatum* sur quelques paramètres hématologiques chez les lapines

L'étude de boulahbel et al, 2018 sur l'impact des extraits organiques des graines de *Bunium incrassatum* (Talghouda) sur l'évolution de quelques paramètres hématologiques des lapines de population locale (*Oryctolagus cuniculus*), indique qu'aucun changement statistiquement significatif ($P > 0.05$) n'a été observé dans le nombre des globules rouges, VGM ; DCMH, CCNH chez les groupes traités avec les doses testées de *Bunium incrassatum* par rapport au témoin . En outre, l'élévation du pourcentage des lymphocytes chez les lapines traitées par les doses 100 et 200mg/kg/j indique directement un renforcement du système immunitaire. Ceci confirme que l'extrait brut de *Bunium incrassatum* renferme des substances bioactives qui ont un pouvoir amplificateur de la réponse immunitaire. Des données préliminaires ont suggéré que les sitostérols peuvent également apporter des bénéfices généraux pour la santé, en particulier, en renforçant le système immunitaire.

Partie Expérimentale

Matériels et méthodes

1. Objectif de travail

Les objectifs de notre travail s'établissent comme suit :

- Évaluer l'effet de l'incorporation de la noix de terre « *Bunium Bulbocastanum* » dans l'alimentation des lapins, sur leurs paramètres pondéraux et physiologiques.
- En deuxième lieu, on se propose d'étudier l'effet d'un régime à base de noix de terre sur les qualités de la viande de lapin.

2. Matériel biologique

L'étude a porté sur cinq lots de lapins « *Oryctolagus Cuniculus* » (mâles), âgés de 35-42 jours, de taille homogène, d'un poids vif moyen de 0.949kg. Pour chaque lot, l'engraissement des lapins s'est déroulé dans des cages métalliques.

Les tubercules de noix de terre, une fois récoltés, ils ont subi un nettoyage à sec et puis ont l'eau froide, découpée en lamelles et séchée à l'air libre Figure 04.



Figure 05 : Préparation des ratios alimentaire par lot

Des tubercules de noix de terre « *Bunium Bulbocastanum* » ont été incorporés dans l'alimentation des lapins (tête de lion) à plusieurs doses 25% 37% 50% et 75% voir figure05.

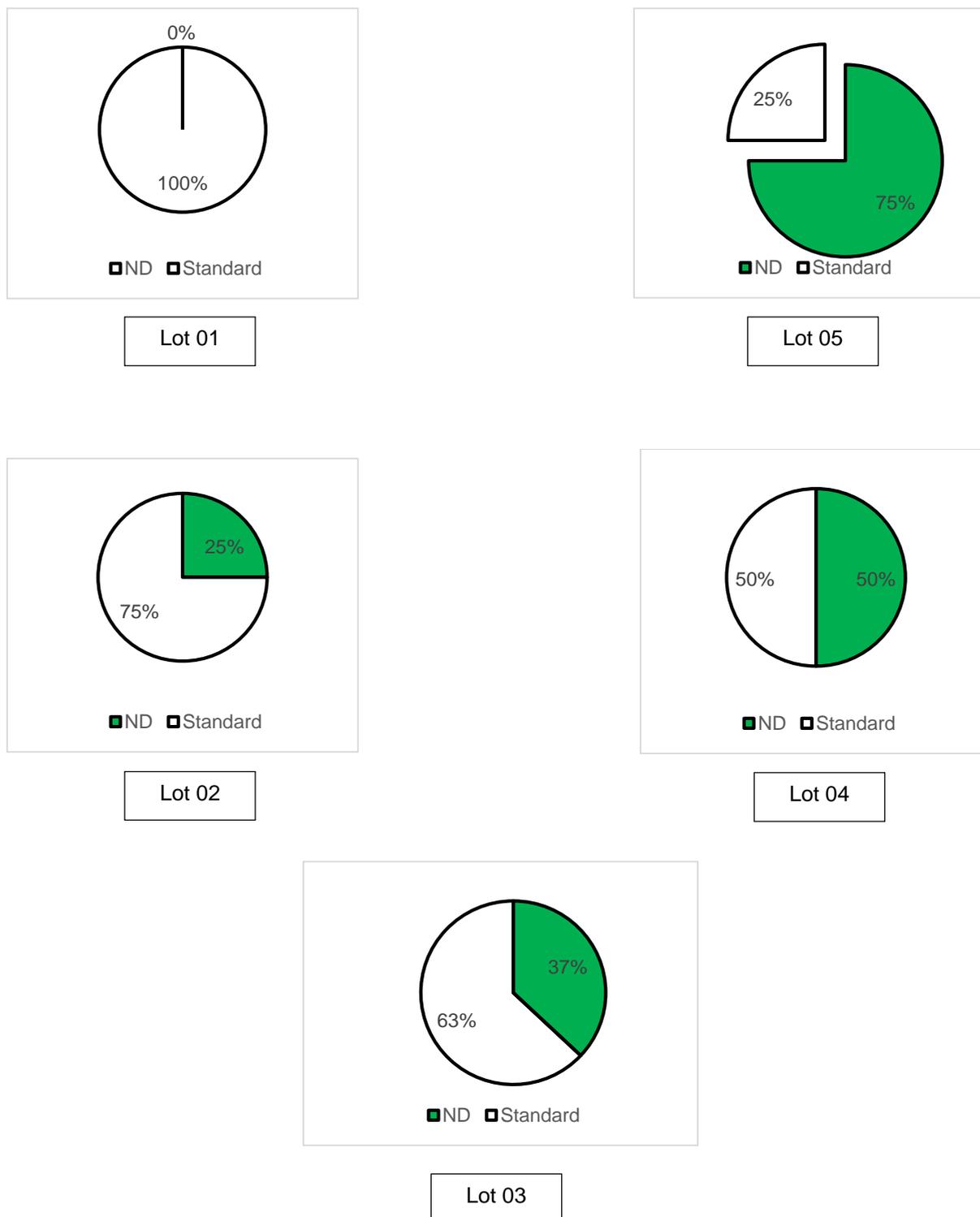


Figure 06: Présentation des taux d'incorporation de la noix de terre

3. Matériels et méthodes

3.1.GMQ

Le Gain moyen quotidien (GMQ en g/j) renseigne sur la vitesse de croissance d'un individu.

C'est une mesure indirecte qui est déduite à partir du poids hebdomadaire des animaux. Le gain moyen quotidien est calculé pour chacune des semaines d'engraissement.

$$\text{GMQ (g/ jour)} = \frac{(\text{poids vif à la fin de la période (g)} - \text{poids vif au début de la période (g)})}{\text{Nombre de jours de la période}}$$

3.2. Technique d'abattage

L'abattage s'est déroulé comme suit :

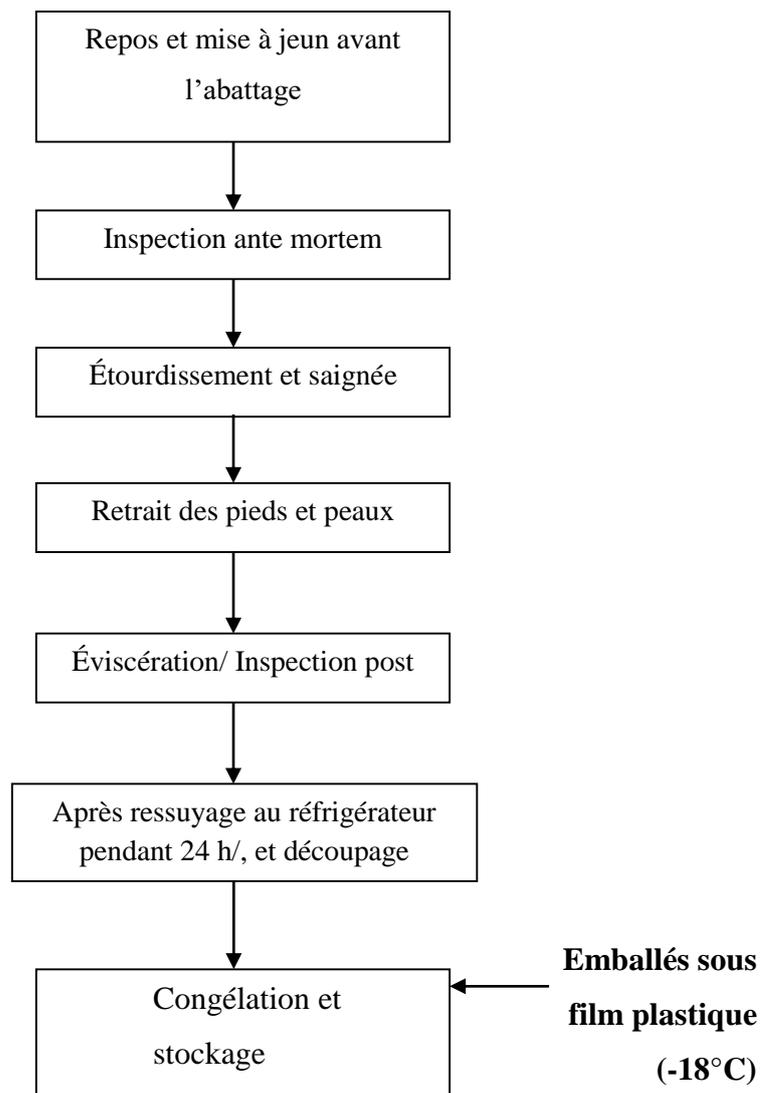


Figure 06 : Diagramme du processus d'abattage

3.3. Poids et rendement de la carcasse des lapins

Pour chacun des essais, la totalité des lapereaux présents en fin d'essai, est abattue. Sur chaque animal, les paramètres suivants sont relevés :

• Après l'abattage	Après ressuyage
<ul style="list-style-type: none"> • Poids de la peau (g). • Poids du tube digestif plein (g). • Poids de la carcasse chaude (g) (la tête, manchons, le foie, les reins. Elle est pesée environ une demi-heure après la saignée, puis elle est mise au réfrigérateur à 4°C. • Les foies et les thyroïdes ont été prélevées pour des analyses microscopiques, des prélèvements sanguins ont été réalisés dans le but de tester les taux de TSH, FT3 et FT4. 	<ul style="list-style-type: none"> • Poids de la carcasse froide (g). • Poids des manchons (g). • Poids du membre postérieur (g) : poids de la cuisse prélevée sur la carcasse froide

3.4. Lieu d'analyse

L'ensemble des analyses ont été réalisées au niveau du laboratoire de Technologie alimentaire de Nutrition de l'université de Mostaganem, laboratoire d'analyses médical (Maglumi 800 Snibe electroluminescence), et laboratoire des pathologies (examens microscopiques) à Mostaganem.

3.5. Analyses physico-chimiques et nutritionnelles

a) Détermination du pH

Le pH des échantillons de viande a été déterminé selon la norme **AFNOR NF ISO 10-390**. Une masse de 20g de matière sèche est mise dans 100 ml d'eau distillée. La suspension est

homogénéisée à l'aide d'un homogénéisateur « ultra thurax » pendant 15 minutes. La mesure du pH se fait directement par lecture sur un pH-mètre.

b) Détermination de la matière sèche et de la teneur en eau (AFNOR, 1985)

Le dosage de la matière sèche consiste en une dessiccation d'un poids défini de la prise d'essai de l'échantillon à 105 °C dans une étuve pendant 24 heures.

➤ **Préparation de l'échantillon**

- L'échantillon est représentatif d'un lot.
- Broyer l'échantillon coupé en morceaux dans un mortier ou un hachoir jusqu'à obtention d'un mélange bien homogène

➤ **Mode opératoire**

- Peser la capsule vide (m_0);
- Transvaser de 5g de l'échantillon dans la capsule .
- Sécher à l'étuve pendant 24h à 105°C .
- Placer la capsule dans un dessiccateur, laisser refroidir jusqu'à température ambiante;
- Peser après séchage(m).

➤ **Calcul et expression des résultats**

La teneur en matière sèche est déterminée par un calcul :

$$\% \text{ MS} = \frac{\text{poids de MS}}{\text{poids de prise d'essai}} \times 100$$

Ainsi, le taux d'humidité est déterminé par déduction :

$$\% \text{ H}_2\text{O} = 100\% - \% \text{ MS}$$

c) Détermination de l'activité de l'eau

Les essais sont effectués à l'aide d'un appareil (Aw-mètre) dédié à la mesure de l'activité de l'eau par infrarouge LabSwift-aw. L'échantillon est mis dans une chambre de mesure étanche. L'eau libre humidifie ou assèche l'air à l'intérieur de la chambre. Seule l'eau libre peut faire cela. Cet échange dure jusqu'à l'équilibre. Une unité de mesure très précise mesure en permanence les conditions climatiques à l'intérieur de la chambre. Si la mesure est stable après la période définie et ajustable par l'opérateur, l'appareil convertit les différentes informations pour donner une valeur aw. L'indication de la valeur d'aw est en permanence affichée sur l'appareil.

d) Méthodes de dosage des cendres (AFNOR, 1985)

➤ Mode opératoire

Le dosage des cendres consiste à une incinération de la prise d'essai de l'échantillon à 550 °C dans un four à moufle pendant 3 heures, conduisant à une destruction totale de la matière organique.

➤ Calcul et expression des résultats

La teneur en matière minérale est calculée de la manière suivante :

$$\% \text{ MM} = (M2-M0/M1-M2) \times 100$$

M0 : poids du creuset vide (g)

M1 : poids du creuset avec la prise d'essai (g)

M2 : poids du creuset avec le poids des cendres brut (g)

e) Dosage de la matière grasse totale Folch et al, (1957)

Les lipides sont extraits suivant la méthode de **Folch et al, (1957)**. Cette technique repose sur le principe d'une extraction à froid des lipides par un mélange de solvant chloroforme / méthanol (2/1 ; v/v). L'addition d'une solution aqueuse de NaCl à 0,58% permet la séparation des phases.

La phase supérieure constituée de méthanol et d'eau contient les composés hydrophiles (glucides et protéines) dont la dissolution est favorisée par la présence de sel, tandis que les lipides sont dissous dans la phase organique inférieure. La pesée du ballon contenant l'extrait

lipidique après évaporation du solvant permet de calculer la teneur en lipide exprimée en g par 100g d'échantillon.

➤ **Mode opératoire**

10 g de l'échantillon de muscle (*Femoris* ou *Longissimus dorsi*) a subi un broyage à l'homogénéisateur (type Thurax ou broyeur MSE) en présence de 60 ml de réactif de Folch (méthanol-chloroforme).

Le mélange obtenu est filtré à vide sur verre frité.

Le filtrat est additionné d'une solution de NaCl à 0,73% à raison d'un volume de NaCl pour 4 volumes de filtrat est soumis à décantation pendant deux heures.

Après décantation, les deux phases apparaissent incolores, limpides séparées par un ménisque. La phase inférieure (organique : (chloroforme – lipides) est filtrée sur du sulfate de sodium qui à la propriété d'absorber l'eau.

La phase supérieure est rincée avec 50 ml d'un mélange à 20% de NaCl (0,58%) et 80% de réactif de Folch de façon à obtenir le reste des lipides dans cette phase. La phase inférieure est ainsi filtrée comme précédemment.

➤ **Calcul et expression de résultats**

Le chloroforme est évaporé *in vacuo* dans un rotavapor, la quantité de lipides mise à sec est pesée. Par rapport au poids initial de l'échantillon, le pourcentage des lipides totaux est déterminé.

Dans le but d'un passage en CPG, les lipides sont recueillis et placés dans un petit pilulier stocké à -18 °C.

f) Dosage de l'indice de peroxyde

Les produits secondaires de l'oxydation des lipides 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 532 nm. 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 trichloroacétique (TCA). La méthode est adaptée par Génot (1996).

➤ Mode opératoire

Un échantillon de viande de 2 g est placé dans un tube de 25 ml contenant 16 ml d'acide trichloroacétique à 5% (p/v) et 100µl d'acide ascorbique (Vitamine C 0,1%).

Le mélange est homogénéisé 3 fois pendant 15 secondes à l'aide d'un homogénéisateur (*Ultra-Thurax*) à une vitesse d'environ 20 000 tpm. Le broyat est passé à travers un papier filtre afin d'obtenir un filtrat. Puis de ce filtrat 2 ml sont additionnés à 2 ml d'acide thiobarbiturique. Pour les blancs, 2 ml d'acidethiobarbiturique sont ajoutés à 2 ml d'acide trichloroacétique.

Les tubes fermés sont plongés dans un bain-marie à 70°C pendant 30 minutes et placés dans un bain-marie d'eau froide. La lecture se fait à l'aide d'un spectrophotomètre à 532 nm et les résultats sont exprimés en mg équivalent MDA (malonaldehyde) /kg. La coloration reste stable pendant 1 heure.

➤ Calcul et expression de résultats

Les résultats dégagés au cours de ces expériences sont obtenus par les formules suivantes :
mg équivalent MDA/ kg de l'échantillon = $(0,72 / 1,56) \times (A_{532} \text{ cor} \times V \text{ solvant} \times V_f) / PE$

A_{532 cor} : l'absorbance

V solvant : volume de solution de dilution TAC en ml

PE : prise d'essai

V_f : volume du filtrat prélevé

0,72 / 1,56 : correspond à la prise en compte du coefficient d'extinction moléculaire du complexe TBA-MDA à la valeur de : 1,56. 10⁵ M⁻¹. cm⁻¹ (Buedge et coll., 1978) et au poids moléculaire du MDA d'une valeur de 72 g/mol.

3.6.Analyse statistique

Les résultats obtenus au cours de cette recherche sont traités avec un test bifactoriel en bloc à l'aide d'un logiciel informatique (STAT-BOX) suivant le test de Newman et Keuls .

Résultats et discussion

A) Résultats

1. Gain moyen quotidien

Les résultats concernant l'effet de l'incorporation de la noix de terre sur le Gain moyen quotidien sont présentés dans le tableau 06.

Tableau 06 : Évolution des gains moyens quotidiens g/j.

	Lot1	Lot2	Lot3	Lot4	Lot5
Gain1	33,75±16,01 ^b	42,15±11,29 ^b	41,55±9,95 ^b	36±6,16 ^b	25,0±8,04 ^a
Gain2	57,875±14,76 ^b	18,58±0,85 ^b	29,2±0,7 ^b	12,73±6,12 ^b	236,15±35,5 ^a
Gain3	29,875±21,89 ^b	39,77±12,57 ^b	37,25±28,29 ^b	26,475±18,60 ^b	32,03±10,25 ^b

(n 4= ± l'écart type), les valeurs en ligne affectée de lettres (a, b, c...) corrompant à des différences significatives

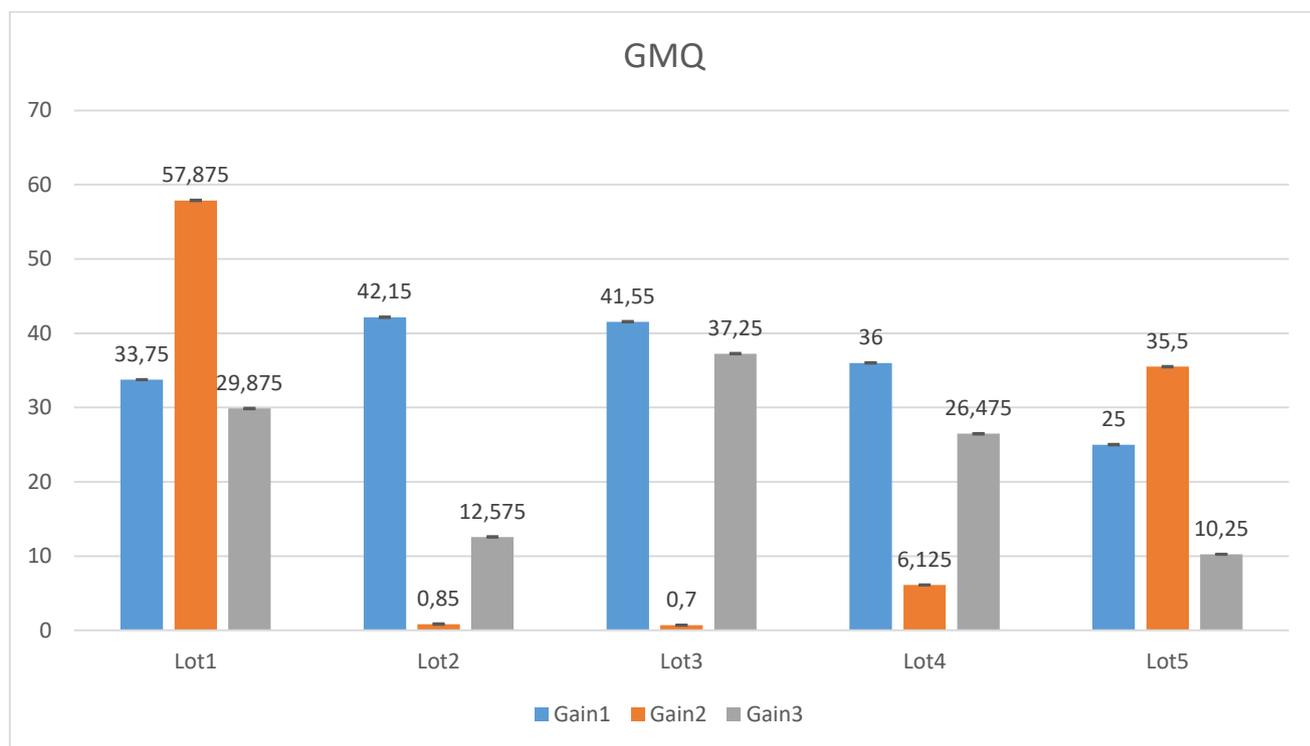


Figure 08: Évolution des gains moyens quotidiens g/j.

Les gains moyens quotidiens enregistrés pour les cinq lots sont significativement différents. Pour l'ensemble de la période expérimentale, le gain moyen quotidien du lot témoin durant la

première dizaine est de 33.75 g/j. soit des valeurs plus élevées 41.55 g/j pour les lots 03. Au cours de la deuxième dizaine, une chute très importante a été signalée pour les lots 02, 03 et 04 avec enregistrement de mortalité dans le lot standard et lots 03. Contrairement à la dizaine précédente, une reprise de gain de poids a été enregistrée dans les lots cités précédemment.

2. Poids et rendement de la carcasse des lapins

Les résultats concernant l'effet de l'incorporation sur les paramètres du rendement à l'abattage et la qualité des carcasses sont présentés dans le tableau 07 ;

Tableau 07: Rendement à l'abattage et qualité de la carcasse (g).

	Lot 01	Lot 02	Lot 03	Lot 04	Lot 05
Poids vif	1752,5 ±314,47 ^b	1788,2±276,21 ^b	1742,5 ± 58,94 ^b	1268,5 ±289,81 ^b	1982,5 ± 533,04 ^a
Poids de la peau	347,75± 41,15 ^a	293 ±80,88 ^b	250 ±49,15 ^b	175,75±46,72 ^b	272,5±65,76 ^b
tête	119,25±33,2 ^b	109±10,1 ^b	118±14,9 ^b	175,75±46,72 ^a	122,25±18,82 ^b
poids du tube digestif	304,75 ±103,70 ^b	482,75±37,93 ^a	393±29,14 ^a ^b	330,75±44,16 ^b	474,25±65,58 ^a
Foie	58,045±18,48 ^{NS}	67,783±11,07 ^{NS}	74,125±11,99 ^{NS}	57±19,44 ^{NS}	85,25±22,99 ^{NS}
Reins	14,563±4,59 ^{NS}	16,25±2,062 ^{NS}	20,25±9,287 ^{NS}	14,5±2,38 ^{NS}	12,75±3,594 ^{NS}

(n 4= ± l'écart type), les valeurs en ligne affectées de lettres (a, b, c...) corrompant à des différences significatives

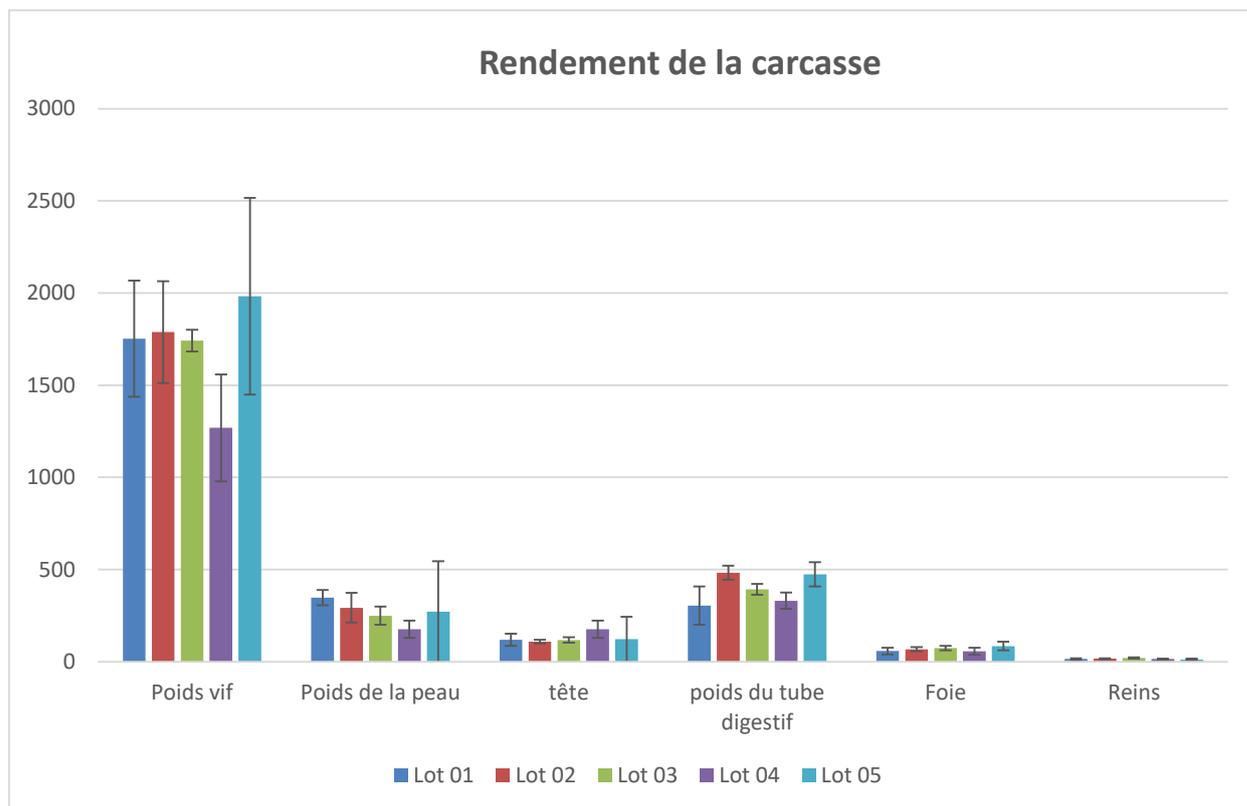


Figure09 : Rendement à l'abattage et qualité de la carcasse (g).

Les résultats révèlent un effet signification ($P < 0.05$) des taux d'incorporation de la Telghouda sur les poids vifs, le poids plus important a été enregistré dans le lot 05 par rapport au lot témoin (1752,5g vs 1982,5g) respectivement. La proportion de la peau diminue significativement ($P < 0.05$) à partir du lot 02. La proportion du tube digestif plein est plus élevée dans les lots 02 et 05. Aucun effet significatif n'a été enregistré sur les tailles des reins et Foies.

3. Hormones thyroïdiennes et examens microscopiques

Les résultats des dosages hormonaux sont illustrés dans le tableau 08 et la figure 10 suivants

Tableau 08: Taux des TSH/FT3/FT4 dans le sang

	Lot 01	Lot 02	Lot 03	Lot 04	Lot 05
TSH	<0,01µl/ml	0,01µl/ml	<0,01µl/ml	0,30µl/ml	<0,01µl/ml
FT3	5,40pg/ml	4,45pg/ml	5,74 pg/ml	5,46 pg/ml	6,93pg/ml
FT4	14,35pg/ml	14,79pg/ml	14,73pg/ml	14,98pg/ml	17,94pg/ml

(n 4= ± l'écart type), les valeurs en ligne affectées de lettres (a, b, c...) corrompant à des différences significatives

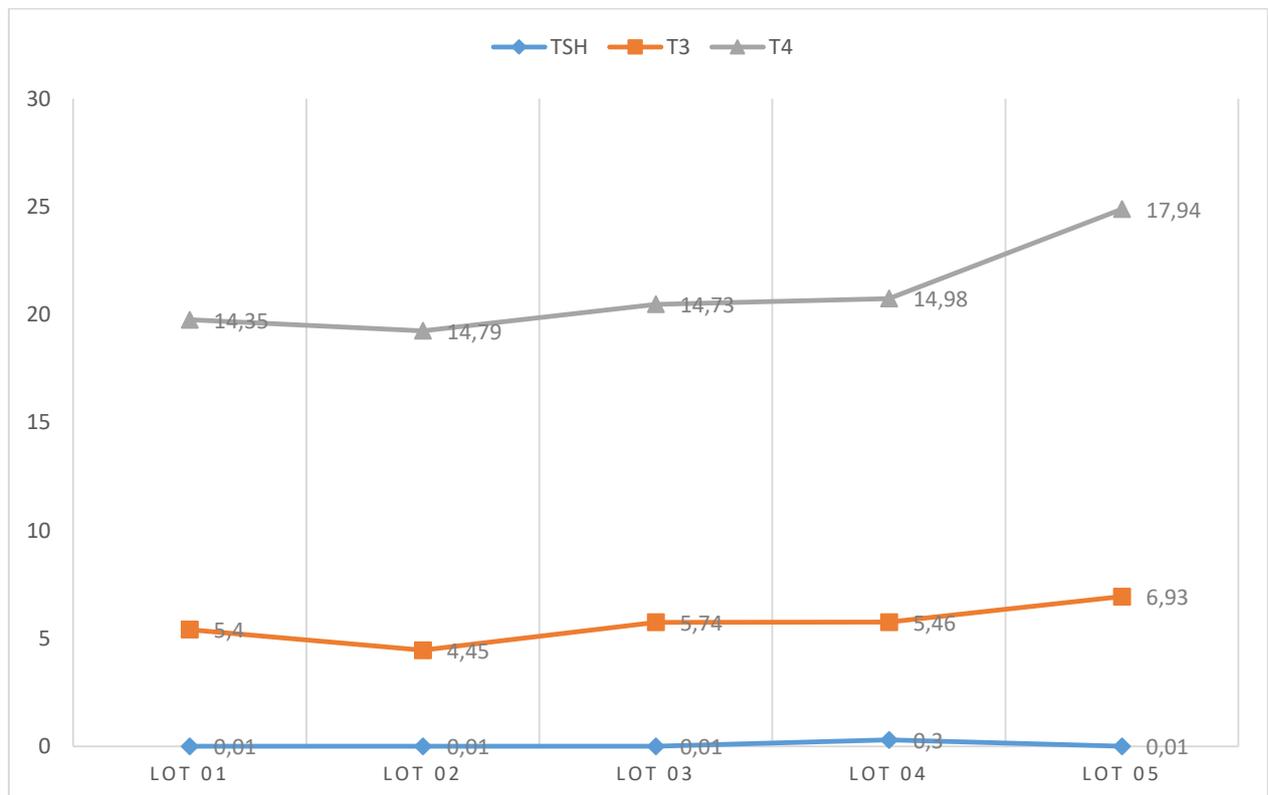


Figure 10 : Taux des TSH/FT3/FT4 dans le sang

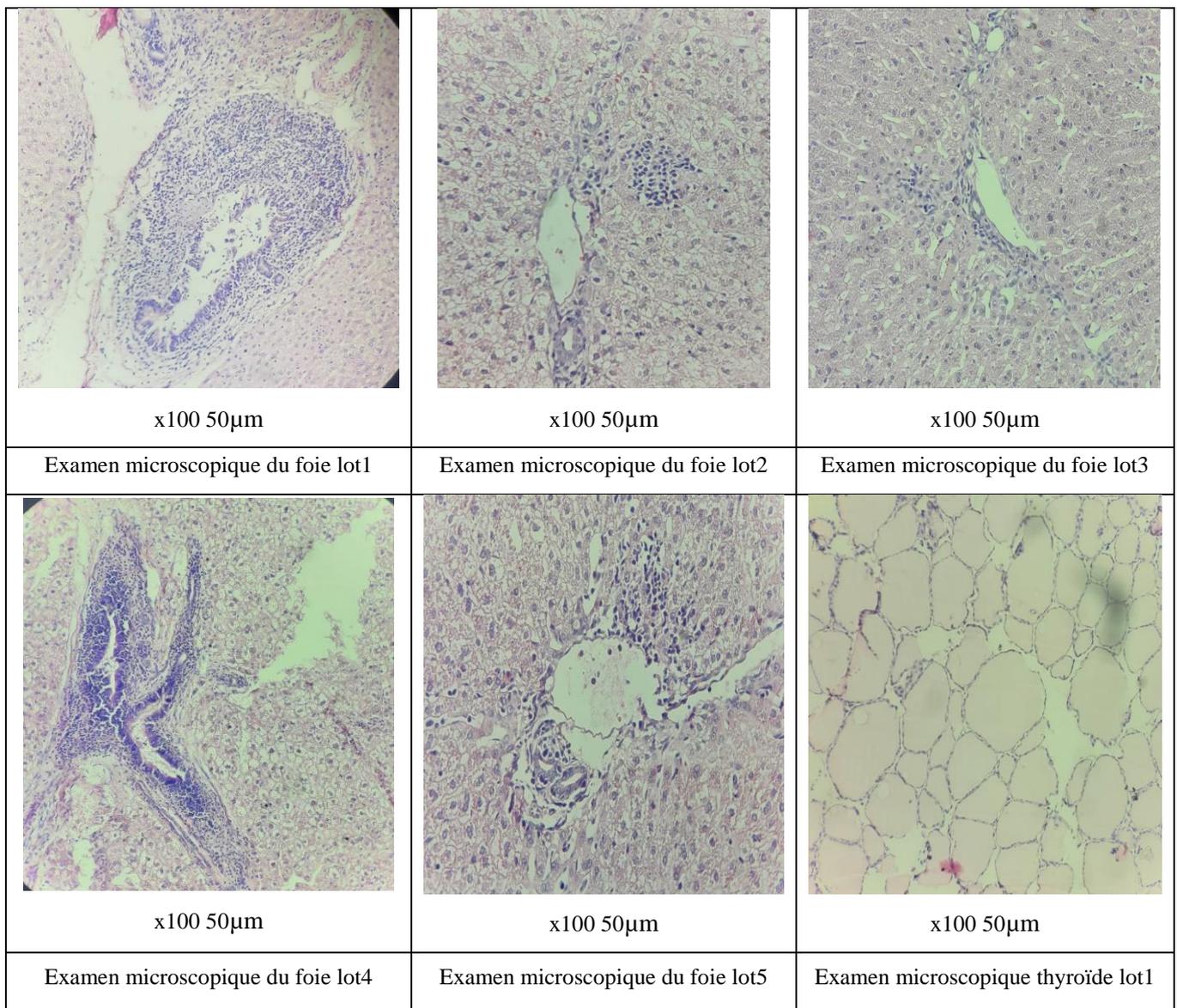


Figure 11 : Examen microscopique des foies et thyroïde.

Les résultats des prélèvements sanguins après abattage, démontrent une augmentation des taux de la FT3 et FT4, avec une évolution de 22.07% de la FT3 et 20.01% de la FT4 entre le lot standard et le lot 05 pour une même valeur de TSH dans le sang estimé de <0,01µl/ml.

L'examen macroscopique des pièces thyroïdectomie démontre une atrophie imperceptible dès le petit dosage de la noix de terre.

L'examen microscopique (figure 11) révèle les points cités ci-dessous :

- La pièce témoin la thyroïde est dans la limite histologique de la normale, avec des follicules de FT et FTaille de forme homogène, sur les autres lots on note une atrophie totale de la glande thyroïde qui devient presque imperceptible au dernier lot.

- Foie : Une hépatite d'activité modérée, sans fibrose d'intensité croissante au fur et à mesure qu'on avance du lot 02 vers le lot 05.

4. Analyses physico-chimiques et nutritionnelles

Les valeurs du pH sont représentées dans le tableau (09) et les figures (12).

a) pH

Tableau 09 : valeurs du pH.

	Lot1	Lot2	Lot3	Lot4	Lot5
Cuisse	6,19±0,02 ^{NS}	6,28±0,13 ^{NS}	6,21±0,21 ^{NS}	6,32±0,16 ^{NS}	6,17±0,19 ^{NS}
Avant	6,17±0,02 ^{NS}	6,29±0,14 ^{NS}	6,33±0,21 ^{NS}	6,32±0,16 ^{NS}	6,17±0,19 ^{NS}
Râble	6,16±0,04 ^{NS}	6,26±0,15 ^{NS}	6,27±0,19 ^{NS}	6,31±0,16 ^{NS}	6,42±0,36 ^{NS}

(n 4= ± l'écart type), les valeurs en ligne affectée de lettres (a, b, c...) corrompant à des différences significatives

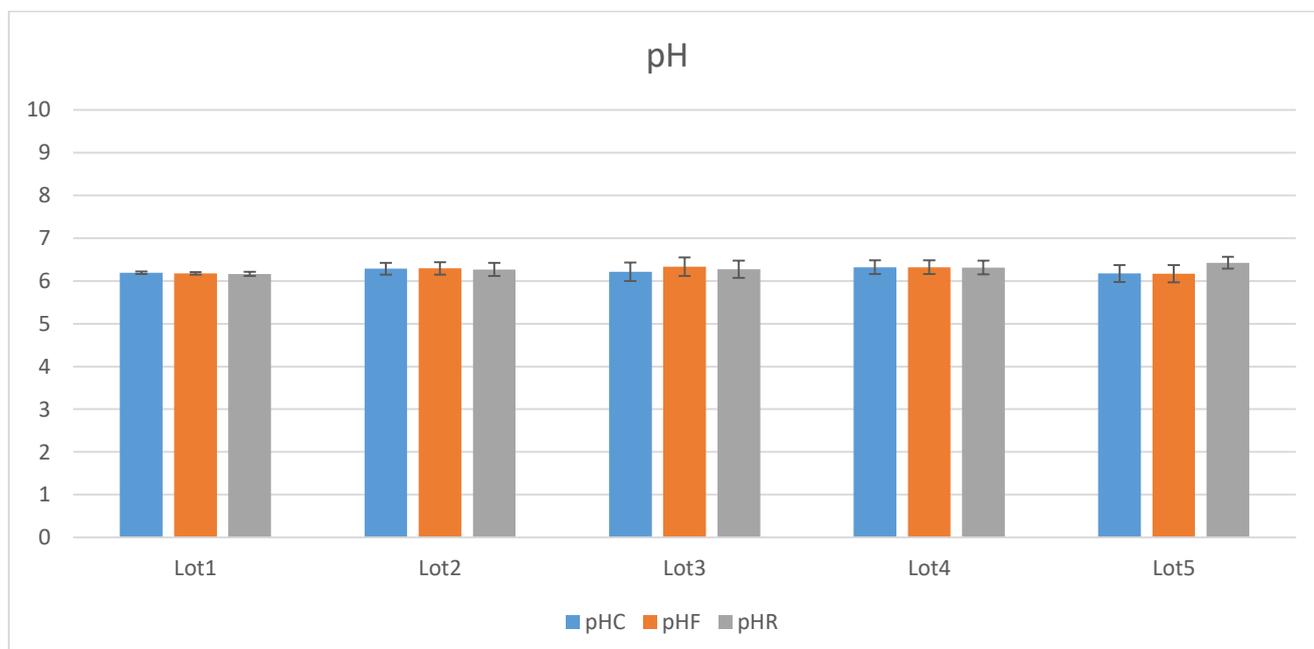


Figure 12: valeurs du pH.

Les valeurs du pH enregistrées sont dans l'intervalle de 6.16 et 6.42 dans les différents morceaux de viande, quel que soit le régime alimentaire sans enregistrement d'effet comité entre ces deux facteurs.

b) Activité de l'eau

Tableau 10: Les valeurs de l'activité d'eau (Aw).

	Lot1	Lot2	Lot3	Lot4	Lot5
Cuisse	0,87±0 ^c	0,88±0 ^b	0,89± ^a	0,89±0,005 ^b	0,89±0 ^b
Avant	0,87±0 ^c	0,889±0 ^b	0,89±0 ^a	0,89±0,005 ^b	0,89±0 ^b
Râble	0,87±0,004 ^d	0,89±0 ^c	0,89±0,001 ^a	0,89±0,001 ^{ab}	0,89±0 ^b ^c

(n 4= ± l'écart type), les valeurs en ligne affectée de lettres (a, b, c...) corrompant à des différences significatives

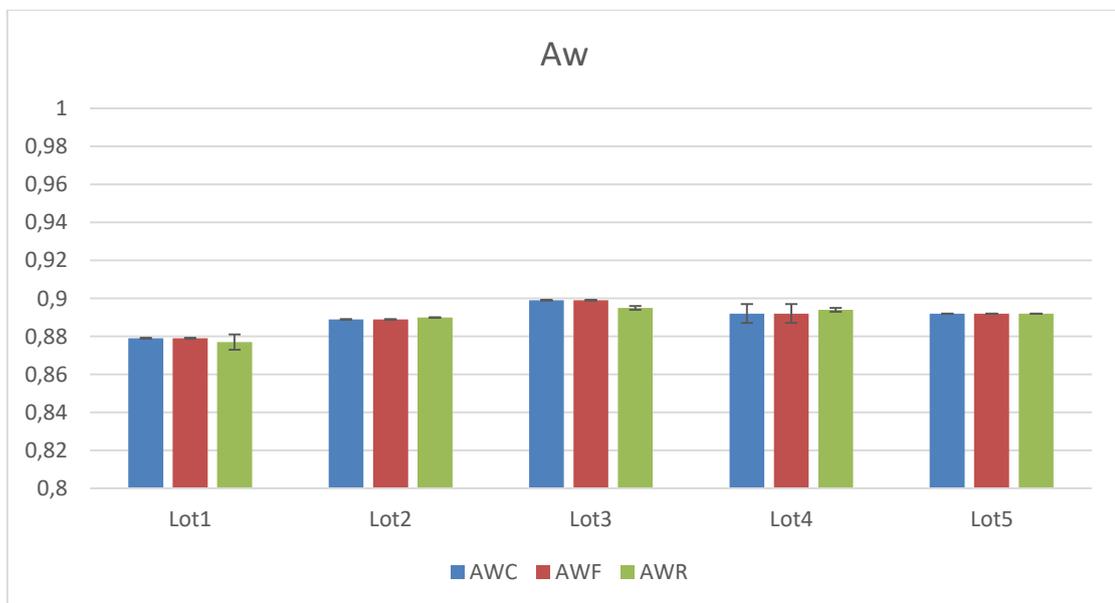


Figure 13 : Les valeurs de l'activité d'eau (Aw).

Aucun effet significatif n'a été enregistré pour les valeurs de l'activité de l'eau, dans les valeurs sont entre 0.87 et 0.89.

c) Matière sèche

Les résultats des taux de la matière sèche illustrés dans le tableau 11

Tableau 11 : Taux de matière sèche dans 100g de viande.

	Lot1	Lot2	Lot3	Lot4	Lot5
Cuisse	22,9±1,50 ^b	23,25±0,91 ^b	23,705±1,03 ^b	21,65±1,7 ^b	32,5±5,43 ^a
Avant	25,5±0,50 ^b	25,55±0,85 ^b	24,1±1,42 ^b	24,05±0,28 ^b	27,85±9,04 ^a
Râble	25,8±0,92 ^b	26,95±8,23 ^b	22,2±1,07 ^b	23,65±1,60 ^b	26,6±5,51 ^a

(n 4= ± l'écart type), les valeurs en ligne affectées de lettres (a, b, c...) corrompant à des différences significatives

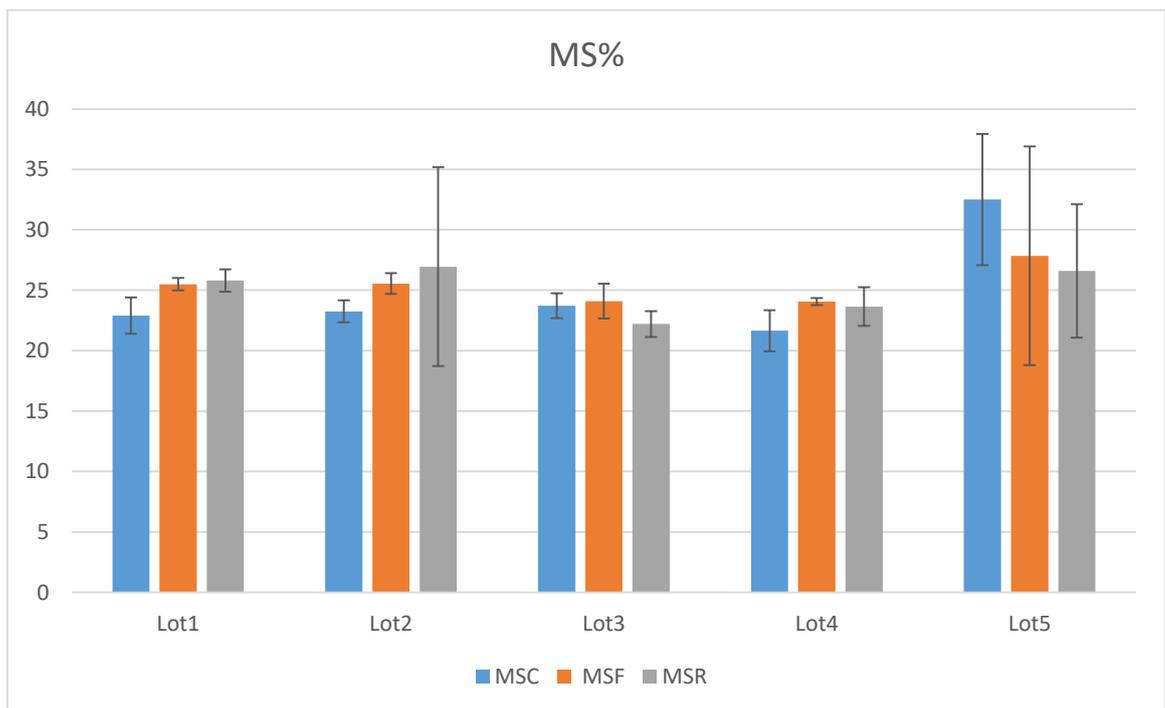


Figure 14 : Taux de matière sèche dans 100g de viande.

Nos résultats dévoilent un effet significatif ($P < 0.05$) du tissu et du régime alimentaire sur le taux de la matière sèche. Les valeurs les plus élevées ont été enregistrées dans le lot 5 pour les trois morceaux (32,5% pour la cuisse, 27,85% pour l'avant et 26,6% pour le râble).

d) Teneur en eau

Tableau 12 : Taux de la teneur en eau pour 100g de viande.

	Lot1	Lot2	Lot3	Lot4	Lot5
Cuisse	77,15±1,56 ^a	76,75±0,91 ^a	76,07±1,27 ^a	78,3±1,66 ^a	67,5±5,43 ^b
Avant	74,6±0,76 ^a	74,45±0,85 ^a	76,05±1,38 ^a	75,95±0,3 ^a	72,15±5,43 ^b
Râble	74,1±1,05 ^a	70,35±4,25 ^a	77,5±0,95 ^a	76,25±1,33 ^a	73,35±5,43 ^b

(n 4= ± l'écart type), les valeurs en ligne affectées de lettres (a, b, c...) corrompant à des différences significatives

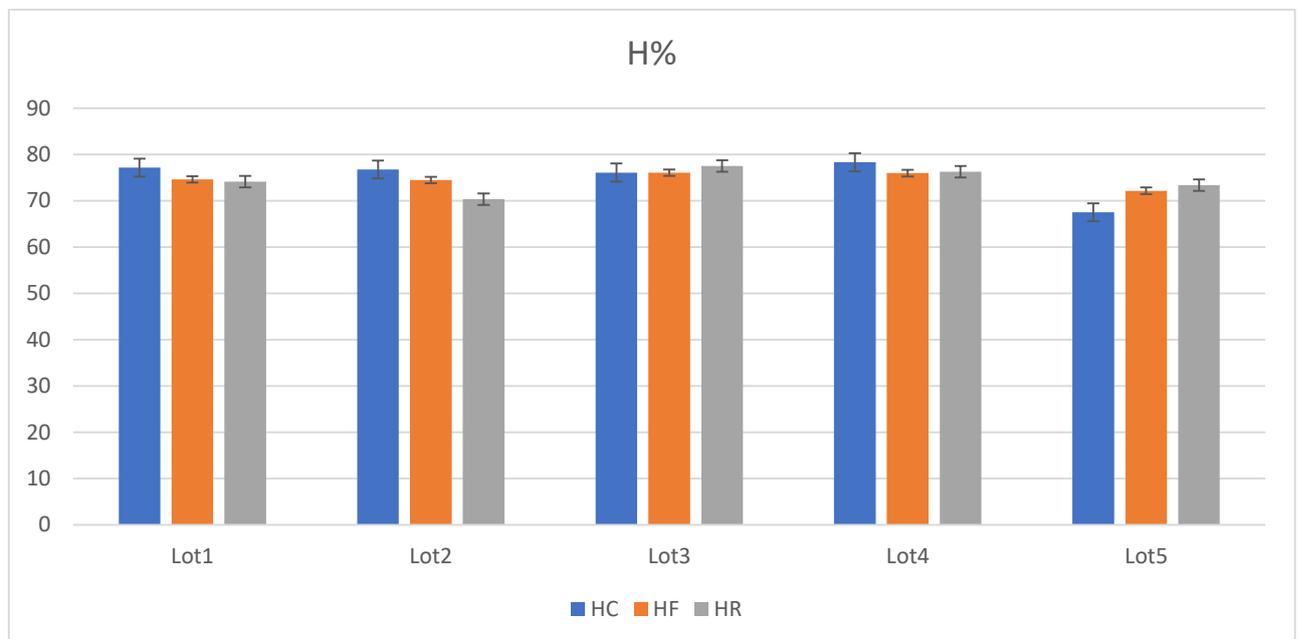


Figure 15: Taux de la teneur en eau pour 100g de viande.

À l'analyse de la teneur en eau, dont les résultats sont illustrés dans la figure 15 ; un effet significatif ($P < 0.05$) du régime alimentaire a été constaté sur la teneur en eau, d'où les valeurs de ces derniers dans le lot standard sont les plus élevées ; 77,15%, 74,6% et 74,1% respectivement.

La teneur en eau la plus faible a été constatée dans la cuisse du lot 05 avec une valeur de 67,5%.

e) Cendres

Les teneurs en cendres sont illustrées dans le tableau 13 suivant

Tableau 13 : Teneur en cendre g/100.

	Lot1	Lot2	Lot3	Lot4	Lot5
Cuisse	2,15±0,191 ^a	1,45±0,342 ^b	1,5±0,383 ^b	1,15±0,1 ^b	1,45±0,1 ^b
Avant	2,6±0,589 ^a	2,15±0,719 ^a ^b	1,25±0,3 ^{ab}	1,5±0,346 ^b	1,95±0,1 ^b
Râble	2,05±0,191 ^{NS}	1,55±0,7 ^{NS}	1,4±0,365 ^{NS}	1,85±0,943 ^{NS}	1,7±0,346 ^{NS}

(n 4= ± l'écart type), les valeurs en ligne affectées de lettres (a, b, c...) corrompant à des différences significatives

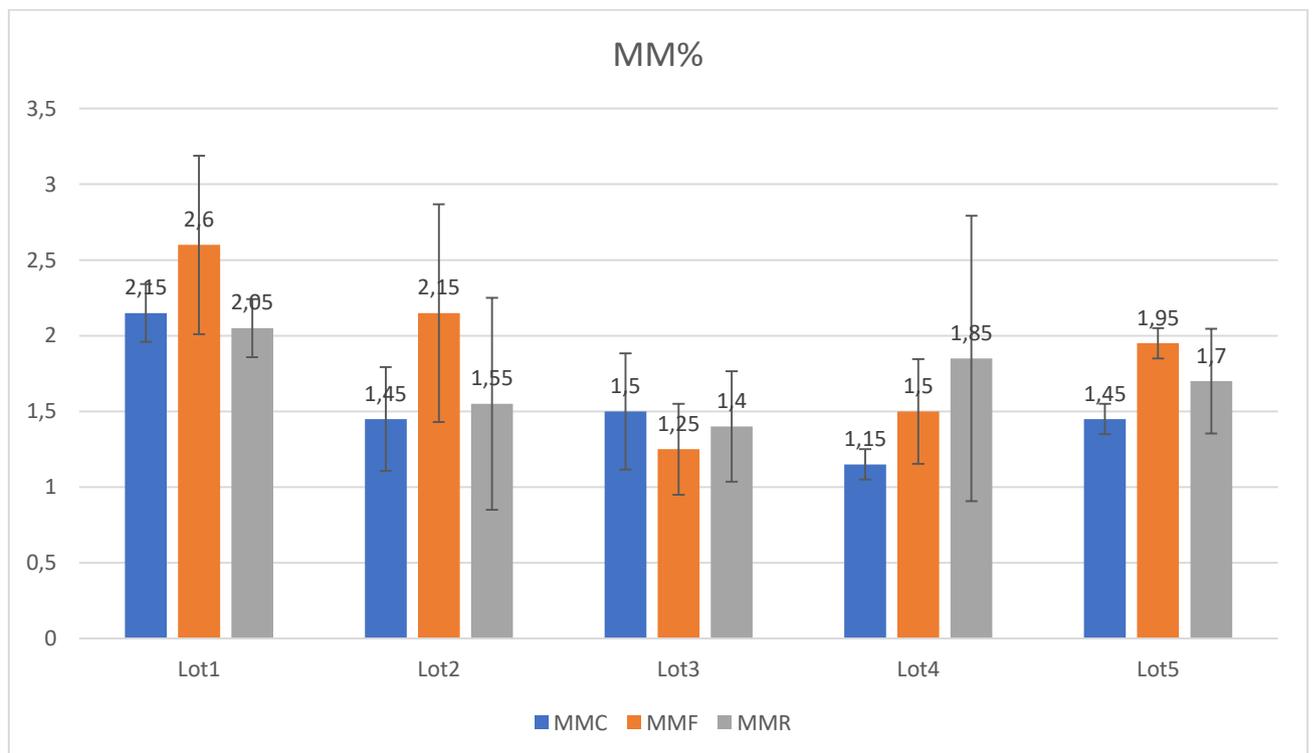


Figure16 : Teneur en cendre g/100.

D'après les résultats illustrés sur le tableau 13, nous constatons un effet significatif (P<0.05) du régime alimentaire et le morceau de viande sur le taux de la matière minérale ; un taux de 2.15% au niveau de la cuisse et 2.6% au niveau de l'avant. Par contre des valeurs plus faibles ont été

enregistrées pour les autres lots 1,45%, 1,5%, 1,15% et 1,45% au niveau de la cuisse et 2,15%, 1,25%, 1,5% et 1,95 au niveau de l'avant, plus en avançant dans le taux d'incorporation de la noix de terre.

Aucun effet significatif n'a été enregistré sur le rable.

f) Matière grasse totale

Tableau 14: Teneur en matière grasse g/100.

	Lot1	Lot2	Lot3	Lot4	Lot5
Cuisse	5,63±3,20 ^{NS}	5,27±3,15 ^{NS}	3,34±0,58 ^{NS}	3,85±0,83 ^{NS}	1,52±0,36 ^{NS}
Avant	4,88±1,50 ^b	3,81±0,70 ^b	4,22±0,12 ^b	7,38±2,59 ^a	2,25±0,53 ^b
Rable	4,02±0,37 ^b	2,96±0,44 ^{bc}	3,09±0,16 ^{bc}	6,1±2,30 ^a	1,53±0,30 ^c

(n 4= ± l'écart type), les valeurs en ligne affectées de lettres (a, b, c...) corrompant à des différences significatives

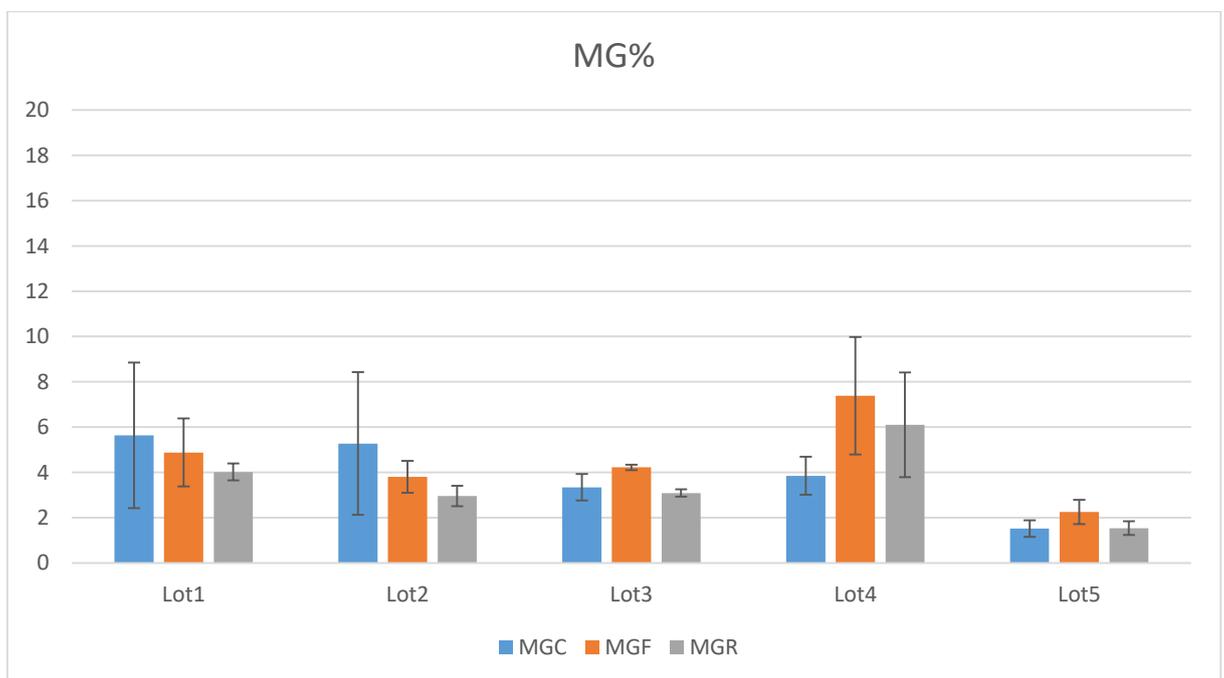


Figure 17 : Teneur en matière grasse g/100 de viande.

Le tableau nous renseigne que le régime alimentaire n'a aucun effet significatif sur la teneur en lipide des viandes de cuisse. Il semble que l'incorporation de la noix de terre conduit à une diminution de la teneur en matière grasse dans le rable et l'avant ;

Dans ces deux muscles, les teneurs plus élevées ont été enregistrées dans les échantillons standards (4,88 et 4.02%) dans l'avant et rable respectivement.

g) **Indice de peroxyde**

Les résultats des peroxydes des viandes sont illustrés dans le tableau 15 et la figure 18

Tableau 15: mg équivalent MDA/ kg de viande

	Lot1	Lot2	Lot3	Lot4	Lot5
Cuisse	0,817±0,173 ^a	0,159±0,156 ^b	0,152±0,066 ^b	0,139±0,014 ^b	0,058±0,046 ^b
Avant	0,612±0,008 ^a	0,261±0,02 ^b	0,122±0,058 ^b	0,132±0,083 ^b	0,046±0,023 ^b
Râble	0,675±0,045 ^a	0,172±0,044 ^b	0,22±0,093 ^b	0,181±0,055 ^b	0,092±0,062 ^b

(n 4= ± l'écart type), les valeurs en ligne affectées de lettres (a, b, c...) correspondent à des différences significatives

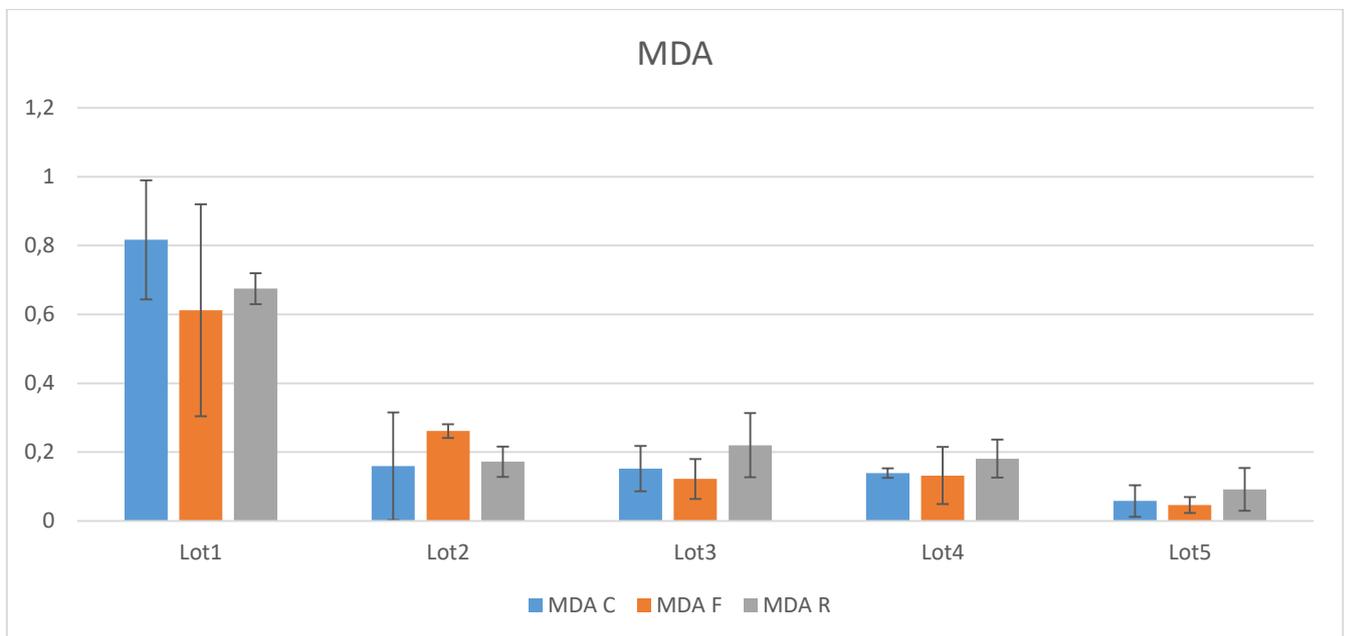


Figure 18: mg équivalent MDA/ kg de viande.

Le type de muscle et le pourcentage d'incorporation ont montré un effet significatif (P<0.05) sur les teneurs en MDA, une corrélation négative est enregistrée entre le pourcentage

d'intégration de la noix de terre et les teneurs en MDA. Nous avons remarqué que la noix de terre a un effet antioxydant et fait chuter les teneurs en MDA.

B) Discussion

• Rendement en carcasse

La mortalité globale durant toute la période d'engraissement est évaluée à 10% pour les régimes 37% de noix de terre et standard. Cette situation peut être reliée à un déficit en fibres, qui, cumulée à l'excès de protéines, favoriserait la prolifération de certaines bactéries pathogènes (Lebas et al., 1998, Gidenne, 2000 ; et Gutiérrez et al., 2003).

Le gain moyen quotidien constaté est en dehors de l'intervalle constaté par COMBES S et al 2006 (35-66 (g/j)) sur la performance de croissance des lapins en fonction du taux d'incorporation de luzerne déshydratée dans le régime. La composition de la carcasse varie au fur et mesure que le lapin prend de l'âge. Par rapport la masse corporelle, le poids musculaire relatif reste constant au-delà de 2 kg de poids vif pour une souche pesant 4 kg à rage adulte (F. Lebas et al., 1996).

Les dépenses énergétiques du lapin sont dépendantes de la température ambiante. L'ingestion d'aliments permettant de faire face aux dépenses est donc elle-même liée à cette température. Ainsi, différents travaux conduits en laboratoire montrent qu'entre 5 et 30 °C la consommation de lapins en croissance passe par exemple de 180 à 120 g par jour pour l'aliment granulé et de 330 à 390 g par jour pour l'eau. Lorsque le lapin se trouve face à plusieurs aliments, il choisit en fonction de critères parfois difficilement prévisibles. Ainsi, quand on distribue en libre choix de la luzerne déshydratée et du maïs-grain sec, l'équilibre se place à 65 pour cent de luzerne et 35 pour cent de maïs. Il serait par exemple 60/40 avec de la luzerne et de l'avoine. Mais, si les grains de maïs sont relativement humides (plus de 14 ou 15 pour cent d'humidité, ce qui peut poser des problèmes de conservation), la proportion de maïs monte à 45-50 pour cent d'humidité. Lorsqu'on présente aux lapins des aliments contenant des luzernes déshydratées ayant des taux variables de saponine, donc plus ou moins amère, leur choix se fixe sur les aliments qui ont un degré d'amertume relativement élevé. Ces mêmes aliments ont par exemple été délaissés par des rats ou des porcs lors des essais réalisés par Cheeke, Kinzell et Pedersen (1977) aux États-Unis.

• Hormones

Comparativement à Rosenthal KL, *et al* 1993, Heard DJ, *et al* 1990 l'étude de sur les furets ; les valeurs des FT3 et FT4 observées dans notre expérience sont supérieures 45–78 ng/dL et 1.01–8.29 µg/dL

La glande thyroïde produit les hormones thyroïdiennes L-thyroxine (T4) et, dans une moindre mesure, la tri-iodothyronine (T3) et la calcitonine. Les hormones thyroïdiennes jouent un rôle important dans la stimulation métabolique. Surtout chez les jeunes animaux, les hormones thyroïdiennes agissent également comme un facteur de croissance tissulaire. L'iode est facteur principal du blocage des hormones thyroïdiennes. (Rijnberk A *et al.*, 2010). Les Maladies de la glande thyroïdienne peuvent entraîner un hypofonctionnement ou un hyperfonctionnement de la glande, mais une production non modifiée d'hormone thyroïdienne peut également être observée.

L'hypothyroïdie est une maladie apparemment rare chez le furet. Les signes cliniques décrits chez les furets souffrant d'hypothyroïdie comprennent l'obésité, léthargie et faiblesse des membres postérieurs. Chute de cheveux, hypoglycémie, et l'hypercholestérolémie, qui sont tous des signes courants décrits chez des chiens hypothyroïdiens, n'ont jusqu'à présent pas été rapportés chez les furets diagnostiqués avec une hypothyroïdie.

- **Paramètres physico-chimiques**

Comparée à celle des autres espèces, la viande de lapin est plus riche en protéines, en certaines vitamines et en minéraux. Elle est par contre plus pauvre en graisses (Legrand et Frangne, 1981).

Le pH musculaire des muscles n'a pas démontré un effet combiné du régime alimentaire et la typologie musculaire. La valeur moyenne du pH est environ 6. Ce résultat s'accorde avec les observations de Cabanes *et al.*, (1996) qui ont noté des pH allant de 5.6 à 5.8. Par contre l'incorporation des racines du réglisse dans l'alimentation des lapins a démontré un effet signification sur les valeurs des pH de la viande (Antonella Dalle Z *et al.*, 2019).

La viande du lapin se caractérise par une teneur faible en matière grasse. Comparativement à la carcasse et aux autres morceaux de découpe, la cuisse est le morceau le plus gras. En effet, la carcasse désossée contient 7.26 % vs 1.76 % de lipides lot01 et 05 respectivement. La Teneur en lipides constatés dans notre étude est dans l'intervalle de 0.6-14.4% défini par (Salvini *et al.*, 1998). Dans la viande des lapins, la teneur en matière grasse entre les muscles varie entre 1-2% dans longissimus et 3-4% dans l'arrière-cuisse (Dalle Zotte *et al.*, 1996).

Les résultats de l'indice de peroxyde sont similaires aux résultats observés par Simona M *et al.*, 2020 quant à l'utilisation des graines de lin et la bière diététique dans le régime des rats ; soit un effet signification pour des valeurs de 0.1 µg MDA/g. La présence des substances naturelles dans le régime alimentaire permet en quelque sort de minimiser l'oxydation des lipides des viandes.

Conclusion

Conclusion :

L'objectif de notre travail est l'incorporation de la noix de terre dans l'alimentation du lapin, afin d'estimer ses effets sur les qualités de la viande et le rendement en carcasse chez les lapins.

Au terme de cette étude, il introduit de dégager les conclusions suivantes :

- Les régimes additionnés de noix de terre ont un impact sur le rendement en carcasse et l'évolution du gain moyen quotidien. Sans effet enregistré en termes de la taille; du foie et le rein.
- Même à des doses faibles de la noix de terre dans le régime des lapins, une atrophie de la thyroïde a été observée dans l'ensemble des lots, soit une évolution de la FT3 et FT4 dans le sang pour une même valeur de TSH.
- Le type de musculature et le régime enrichi de la noix de terre n'ont pas impacté significativement sur les valeurs du pH et l'activité de l'eau.
- L'incorporation de la noix de terre dans le régime des lapins en question a provoqué une diminution de taux de la matière grasse dans l'avant et la cuisse, contrairement à la matière sèche.
- La quantité de MDA dans la viande diminue significativement dans les régimes plus riches en noix de terre.

Nos résultats montrent, l'incorporation de la noix de terre a préservé la qualité de la viande du lapin malgré l'accroissement dans la ration du taux de la noix de terre sans modification de la teneur en fibres, protéine, énergie et en lipides dans l'aliment fini.

Sur le plan hormonal, il est à signaler la présence de la FT3 et FT4 dans le sang malgré l'atrophie observée dans les différents lots contrairement au standard.

Il est important aussi de dire que l'incorporation des substances naturelles dans le régime alimentaire permet en quelque sorte de minimiser l'oxydation des lipides des viandes, les teneurs en MDA des viandes où la noix de terre est incorporée à des doses plus élevées présentent des quantités de manoldialdéhydes moins importantes par rapport aux viandes témoins.

En perspective, il serait opportun de tester la présence des polyphénols totaux dans les fractions du tubercule de la noix de terre.

Liste des références bibliographiques

AFNOR NF ISO 10-390 norme de détermination du pH spécifie une méthode instrumentale de mesurage de routine du pH à l'aide d'une électrode

AFNOR, 1985 (Association Française de Normalisation). Aliments des animaux, méthode d'analyse française et communautaire, 2ème édition, 200p

Ahmad et al., 2014 ahmad H, khan I. Antioxidation and antiglycation properties of bunium bulbocastanum fruts. vitam miner 2014;3:118p

Anderson, 2000 What is pork quality ? Quality of meat and fat in pigs as affected by genetics and nutrition. EAAP publication N°100, Zurich, Switzerland. 25 August 1999. 15-26.

Antonella Dalle Z *et al.*, 2019 Animal fat and vitamin E in rabbit diets: Total tract apparent digestibility, growth performance, carcass and meat quality traits Czech Journal of Animal Science 65(No. 10):380-388

Bendall, J. R., & Swatland., H. J., 1988. A Review of the Relationship of pH with Physical Aspects of Pork Quality. Meat Sci. 24 : 85-96

Berri, C., & Jehl, N., 2001. Facteurs de Variation de la Qualité Technologique et Organoleptique des Viandes de Poulets. Pages 245-252 in : Quatrième Journée de la Recherche Avicole, Nantes, F

Beynen, 1984 ; density profile and cholesterol concentration of surum lipoproteins in expermental animals. comparative biochemistry and physiology 77b, 523-528

Bitam, 2012 Bitam I. Vectors of rickettsiae in Africa. Ticks Tick Borne Dis. 2012 Dec;3(5-6):382-6. doi: 10.1016/j.ttbdis.2012.10.011. Epub 2012 Oct 23. PMID: 23168053.

Blasco et Ouhayoun 1996 ; Harmonization of criteria and terminology in rabbit meat research. Institut National de la Recherche Agronomique France

Boullard, 2001 boullard B., 2001. dictionnaire: plantes médicinales du monde. réalités et croyances. paris France edditions ESTEM. 636 p.

Boumediene A, 2009. de la Qualité des Aliments (GESQUAL). Enquête sur la situation de la filière viande rouge à El-Bayadh. Bousetl et al., 2011

Cabanes, 1996 ; Rabbit meat: factors liable to influence organoleptic qualities and associated characters . Viandes et Produits Carnes (France) ISSN : 0241-0389

Cakilcioglua U., Khatunb S., Turkoglu I., Haytad S.,(2011).Ethnopharmacologicalsurvey of medicinal plants in Maden (Elazig-Turkey).,Journal of Ethnopharmacology., 137: 469–486.

Combes S., et Dalle Zotte., 2005. Valeur nutritionnelle de la viande de lapin. INRA. Productions animales ; 17 (5) : 373-388 Science alimentaire. 23,13-34.

Liste des références bibliographiques

- Combes S., et Dalle Zotte.,** 2005. Valeur nutritionnelle de la viande de lapin. INRA. Productions animales ; 17 (5) : 373-388 Science alimentaire. 23,13-34.
- Dalle Zotte, A., Ouhayoun, J., Parigi Bini, R., Xiccato, G.,** 1996. Effect of age, diet and sex on muscle energy metabolism and on related physicochemical traits in the rabbit. Meat Sci. 43, 15–24.
- Dalle Zotte, A., & Szendrő, Z.** (2011). The role of rabbit meat as functional food. Meat Science, 88, 319–331.
- Dalle Zotte, A., Cossu, M.E., Parigi Bini, R.,** 2000. Effect of the dietary enrichment with animal fat and vitamin E on rabbit meat shelf-life and sensory properties. In: Proceeding of the 46th ICoMST, Buenos Aires, Argentina, August 27–September 1, pp. 4.II–P8.
- Dalle Zotte, 2004
- Dalle Zotte, A.,** 2014. Rabbit farming for meat purposes. Animal Frontiers, 4, 62-67.
- Delmas et Ouhayoun** (1990 delmas d. ouyoun j 1990 technologie de l'abattage du lapin. etude descriptive de la musculature. viande produit carnés, 11 11-14
- El Kolli Meriem et El kolli Hayet** 2017, Chemical composition and biological activities of the essential oils and the Methanolic extracts of Bunium Incrassatum and Bunium Alpinum from Algeria
- FAO,** 1994 Technique et règles d'hygiène en matière d'abattage et de la manipulation
- FELIACHI K.,** 2003 Rapport National sur les Ressources Génétiques Animales: COMMISSION NATIONALE AnGR Algérie
- Fletcher, 1999
- Folch J., Less M., Sloane-Stanely G.H.,** 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipid from animal tissues. J. Biol. Chem.,226 : 497-509.
- Fraysse J-L et Darre A,** 1990. Composition et structure du muscle évolution post mortem qualité des viandes volume 1. Lavoisier technique et documentation. Paris .pp227-228.p374.
- Gondret et Bonneau 1999;** Les F, Bonneau M 199. effet d'une restriction alimentaire en fin d'engraissement sur les caractéristiques biochimiques, cellulaires et métaboliques des muscles chez le lapin journée de la recherche cunicole, Paris, France; 97-100
- Gutiérrez et al., 2003 Gutiérrez I., Espinosa** 2003. effets of starch and protein sources, heat processing and exogenous enzymes in starter diets for early weaned rabbits, Anim Feed sci.Tech., 98:175-186.
- Henry M,** 1992. Les viandes de boucherie dans l'alimentation et la nutrition humaine

Liste des références bibliographiques

.ESF .Paris . .pp738-750.p1533.pp739-741 , pp747-748 .

Heywood V. H., Moore D. M., Richardson I. B. K. et Stearn W. T., (1997). Les plantes à fleurs 306 Familles de la flore mondiale P. 218- 219.

Khan I., Ahmad H., Ali N., Ahmad B and Tanoli H.2013. Screening of Buniumbulbo castanum for antibacterial, antifungal, phytotoxic and haemagglutination activities. Pakistan. Journal. Pharmacy. Sciences 26 (4) : 787-791.

L. CAUQUIL, , S. COMBESP 2001 Caractérisation physico-chimique et rhéologique de la viande de lapin. Application à la comparaison de lapins Label et Standard 9ème Journ. Rech. Cunicole Paris, 2001.

Lefahal M., Zaabat N., Djarri L., Benahmed M., Medjroubi K., Laouer H., Akkal S.2017. Evaluation of the antioxidant activity of extracts and flavonoids obtained from Bunium alpinum Waldst. & Kit. (Apiaceae) and Tamarix gallica L. (Tamaricaceae). Pharmacy and Medical Sciences 30 : 5-9.

Le Bihan-Duval, E., Berri, C., Baeza, E., Millet, N., Beaumont, C., 2001. Estimation of the Genetic Parameters of Meat Characteristics and of their Genetic Correlations with Growth and Body Composition in an Experimental Broiler Line. Poultry Sci. 80 : 839-843 rances.

Lebas, 1996 LE LAPIN Elevage et pathologie organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture Rome, 1996

Lebas, F. 1975. Le lapin de chair: ses besoins nutritionnels et son alimentation pratique. Edition revue et complétée. ITA VI, Paris

Lebas, 1983 Bases physiologiques du besoin protéique des lapins. Analyse critique des recommandations. Cuni-Sciences, 1, 16.

Lebas, 2005 ; Goby J.P., 2005. Valeur nutritive de la luzerne déshydraté a basse température chez le lapin en croissance. Première approche?, 11 eme journées de la recherche Cunicole, Paris.201-2014.

Adrian, J., Legrand, G. & Frangne, R. 1981. Dictionnaire de biochimie alimentaire et de nutrition. Technique et documentation éd., Paris.

Moëvi, 2007. Le point sur la qualité des carcasses et des viandes de gros bovins. Institut de l'Élevage : Paris, 72 p.

Mouin, 1982 Mouin G, 1982. Evaluation post mortem du tissu musculaire dans l'hygiène et technologie.

Offer, G. 1991. Modeling of the Formation of Pale, Soft and Exudative Meat: Effects of Chilling Regime and Rate and Extent of Glycolysis. Meat Sci. 30 :157-184.

Liste des références bibliographiques

- Olle et Bender**, 2010 The content of oils in umbelliferous crops and its formation. *Biology Agronomy research* ID: 11405755
- OSANI, S.O.; LUKEFAHR, S.D.** Rabbit production in low-input systems in Africa: situation, knowledge and perspectives – A review. *World Rabbit Science*, [S.l.], v. 22, n. 2, p. 147-160, june 2014. ISSN 1989-8886.
- Ouhayoun et Delmas** 1989 ; Ouhayoun, J. 1989. La composition corporelle du lapin. *INRA Prod. Anim.*, 2: 215-226.
- Ouhayoun et Lebas, 1984** ; la composition corporelle du lapin : facteurs de variation. *INRA* pp 215-22
- Papinaho et al.**, 1996 Papinaho, P. A., & Fletcher D. L., 1996. The Effects of Stunning Amperage and Deboning Time on Early Rigor Development and Breast Meat Quality of Broilers. *Poultry Sci.* 75 : 672–676.
- Pietrzak, M., Greaser, M. L., & Sosnicki, A. A.**, 1997. Effect of Rapid Rigor Mortis Processes on Protein Functionality in Pectoralis Major Muscle of Domestic Turkeys. *J. Anim. Sci.* 75 : 2106–2116.
- Quezel P., Santa S.**,(1963).Nouvelle flore de l'Algerie et des regions desrtiques méridionales. CNRS, Paris.
- Rosset R**, 1984 . Les méthodes de décontamination des viandes dans traitement divers
- Salvini S., Parpinel M., Gnagnarella P., Maisonneuve p., Turrini A.**, 1998. Banca Dati di composozopne degli Alimenti per Studi Epidemiologici in Italia. Ed.IEO.Milan.
- Serge**, 2012
- Simona Mattioli., Cesare Castellinia.**, 2020 Effect of trub and/or linseed dietary supplementation on in vivo oxidative status and some quality traits of rabbit meat 0309-1740/. Elsevier
- Sintespros**, 1981 Los peligros de la Obesidad. Editorial Sintes, Biblioteca Naturista, 1963, Barcelona. (January 1, 1981) ISBN-10 843020573X
- Smith, D. P.**, Fletcher, D. L., & Papa, C. M., 1992. Post mortem Biochemistry of Pekin Ducking and Broiler Chicken Pectoralis Muscle. *Poultry Sci.* 71: 1768-1772.
- Sofowara**, 2010 **Plantes médicinales et médecine traditionnelle d'Afrique** Karthala
- Spichigeret**, 2004 Geographical zonation in the Neotropics of tree species characteristic of the Paraguay-Paraná Basin. *Journal of biogeography* 31, 1489-1501.
- Szendrő, Zs.; Gerencsér, Zs.; Szabó, A.; Fébel, H.; Szín, M.; Radnai, I.; Dalle Zotte, A.; Matics, Zs.**, 2012. Effect of supplementation of linseed oil, vitamin E and selenium in diet for growing rabbits on productive and carcass traits. 10th World Rabbit Congress, Sharm El-Sheikh: 881-885

Liste des références bibliographiques

- Taufel A.**, et.al,(Hrsg) : lebensmittel-lexikon,Behr'sVerlage, Hamburg 1993, Nachdruck 1998
- Thebud R. & Santarius K.A., 1982. Effects of hightemperature stress on various biomembranes of leaf cells in situ and in vitro. *Plant Physiol.*, 70, 200-205.
- Teixidor-Toneu, Martin,Ouhammou, Puri, &Hawkins**, 2016 Teixidor-Toneu I, Martin GJ, Ouhammou A, Puri RK, Hawkins JA. An ethnomedicinal survey of a Tashelhit-speaking community in the High Atlas, Morocco. *J Ethnopharmacol.* 2016 Jul 21;188:96-110. doi: 10.1016/j.jep.2016.05.009. Epub 2016
- Virling E**, 2003. Les viandes dans l'aliment et boissons. CRDP. France .pp58-78.p170.
- Warriss, P. D., & Brown, S. A.**, 1987. The Relationship between Initial pH, Reflectance and Exudation in Pig Muscle. *Meat Sci.* 20 : 65-74.
- Warriss, P. D.**, 1982. The Relationship between pH45 Hydrogen Isotope and Drip in Pig Muscle. *J. Food Technol.* 17 : 573-583.
- Williams et Harborne**, 1972 Flavonoid patterns in the fruits of the umbelliferae *Phytochem.* 11, 1741