

**RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE**  
**MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**  
**UNIVERSITÉ ABDEL HAMID IBN BADIS MOSTAGANEM**



**Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie**

**Domaine : SNV**

**Filière : Sciences Agronomiques**

**Spécialité : Génétique et Reproduction animale**

## **Mémoire**

**PRÉSENTÉ POUR L'OBTENTION DU DIPLÔME MASTER  
EN SCIENCE ANIMALE**

**Par**

**M<sup>e</sup> BOUDFIR Fatima Zohra**

**Gestion d'élevage ovin en production de viande d'agneau et  
l'influence de la race (Rembi, Ouled Djellal) sur les paramètres  
physico-chimiques et le profil protéique**

### **Composition du jury de soutenance**

| Nom et prénom                         | Grade | Qualité          | Appartenance administrative |
|---------------------------------------|-------|------------------|-----------------------------|
| <b>M. BOUZOUINA Mohamed</b>           | MCA   | <b>Président</b> | Université de Mostaganem    |
| <b>M. BENABDELMOUMENE<br/>Djilali</b> | MCA   | <b>Encadreur</b> | Université de Mostaganem    |
| <b>M. MAZOUZ Mustapha</b>             | MC    | <b>Examineur</b> | Université de Mostaganem    |

Université de Mostaganem  
Année universitaire : 2019/2020

## ***Remerciements***

Je souhaite exprimer mes sincères remerciements à monsieur **Benabdelmoumen Djilali**, mon encadreur, pour la confiance qu'il m'a accordé aussi pour son soutien indéfectible et inestimable. J'espère être à la hauteur de votre attente et votre espérance.

Je tiens à remercier très chaleureusement Monsieur **Halbouche Miloud**, Professeur à l'Université de Mostaganem, d'avoir accepté de présider le Jury.

J'exprime ma gratitude et ma reconnaissance à Monsieur **Belfdal Mohamed** qui a bien voulu accepter de me recevoir pour la réalisation d'une grande partie de mon travail au sein de son unité.

Finalement, que tous ceux et celles qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail soient assurés de ma profonde sympathie.

## *Dédicaces*

*À mon **CHER** papa **BOUDEFIR MOHAMED** Allah yerhmou, pour son soutien inconditionnel et leur sacrifice.*

*À ma mère qui a pris soin de moi.*

*À mon frère **Boudefir Ahmed el Habib** et mon petit amour **Imad Elddin**.et mon frère **Kamel**.*

*À mes sœurs et mes chertés **Amina Mohamed serouri** et **Meriem Berrouachedi**.*

*Merci de former une famille unie, aimante, qui m'a toujours soutenu et encouragé.*

*À tous mes amis,*

*Pour notre amitié et tous les bons moments passés et à venir,  
pour votre présence, vos bons conseils et nos fous rires  
partagés, un très grand merci à tous.*

# Liste des abréviations

ACC: Acétyl-Coa carboxylase

ADF: Acid Detergent Fiber

ADL: Acid Detergent Lignine

ADP: adénosine di phosphate

AGT : acide gras trans

ANR: apports nutritionnels recommandés

AlCl<sub>3</sub>: Aluminum chloride hexahydrate

AGT : Acide gras trans

ARA : acides arachidonique

BF<sub>3</sub>: trifluorure de bore.

CIE : commission internationale de l'éclairage

DC: diènes conjuguées

DHS-SPE : Odeur active des arômes sont souvent évalués par l'utilisation de l'extraction de l'espace de tête-phase solide

EQ: équivalent quercitine

Elov : Elongation of very long-chain fatty acids

F : fibres oxydatives

FAS: fatty acids synthase

FASN : acide gras synthase synthétique.

FADS1: désaturase d'acides gras 1

FADS2: désaturase d'acides gras 2

GC/FID : chromatographie en phase gazeuse / détecteur d'ionisation de flamme.

GC/MS : chromatographie en phase gazeuse ou spectrométrie de masse.

GC/O : chromatographie en phase gazeuse-olfactométrie

HPLC: High Pressure Liquid Chromatography

MPS : multifunctional autosampler and sample preparation

NEFA: acides gras non estérifiés

OAV: valeur d'activité d'odeur

PAF : facteur d'activation plaquettaire

# Liste des Figures

| Titre de figure  | Page |
|--|------|
| <b>Figure 1.</b> Structure d'un muscle strié (Marieb et Laurendeau 1993).....  | 14   |
| <b>Figure 2.</b> Niveau d'organisation du muscle (a), de la fibre musculaire (b), d'une myofibrille (c) et des myofilaments (d). (Sherwood <i>et al.</i> 2006) ..... | 15   |
| <b>Figure 3.</b> Régénération du NAD <sup>+</sup> en anaérobie.....  | 18   |
| <b>Figure 4.</b> L'évolution du cheptel d'ovin en Algérie (millions de têtes) (FAO stat, 2010).....  | 19   |
| <b>Figure 5.</b> Représentant les différentes races ovines algériennes (effectifs en %).....<br>(AnGR, 2003 ; Lafri, 2011)   | 21   |
| <b>Figure 6.</b> Réaction d'un antioxydant avec le radical DPPH.....   | 29   |
| <b>Figure 7.</b> Hydrolyse thermique.....  | 33   |

# Liste des Tableaux

| Titre de tableau  | Page |
|---|------|
| <b>Tableau 1</b> : Caractéristiques des fibres musculaires chez les mammifères..... | 17   |
| <b>Tableau 2</b> . Diversité du cheptel ovin en Algérie (AnGR, 2003) .....          | 20   |

## *Table des matières*

|                        |   |
|------------------------|---|
| Remerciements          |   |
| Dédicaces              |   |
| Liste des abréviations |   |
| Liste des figures      |   |
| Liste des tableaux     |   |
| Résumé                 |   |
| Introduction. ....     | 9 |

## Partie bibliographique

### Chapitre 1 :

|   |    |
|---|----|
| 1.1. Muscle .....                                 | 13 |
| 1.1.1. Structure générale .....                   | 13 |
| 1.1.2. La fibre musculaire .....                  | 14 |
| 1.1.2.1. Morphologie.....                         | 14 |
| 1.1.2.2. Muscle chez l'ovin.....                  | 16 |
| 1.1.3. La transformation du muscle en viande..... | 18 |

### Chapitre 2 :

|   |    |
|---|----|
| 2. Introduction.....                                | 19 |
| 2.1. Espèce ovine dans le monde.....                | 19 |
| 2.2. Situation de l'élevage ovin en<br>Algérie..... | 20 |
| 2.3. Aperçu sur les races ovines en Algérie.....    | 20 |
| 2.3.1. Description de la race Ouled<br>Djellal..... | 22 |
| 2.3.2. Description de la race<br>Hamra.....         | 22 |

## Partie expérimentale

|   |    |
|---|----|
| Introduction.....   | 25 |
| I. Détermination du pH de la viande.....                        | 25 |
| I.1. Principe.....  | 25 |
| I.2. Appareillage.....  | 25 |
| I.3. Mode opératoire des produits qui ont été homogénéisés..... | 25 |
| I.4. Expression des résultats.....                              | 25 |
| I.5. Répétabilité.....  | 25 |
| II. Détermination de la teneur en matière grasse totale.....    | 25 |
| II.1. Définition.....   | 25 |
| II.2. Méthode Soxhlet.....                                      | 26 |
| II.3. Mode d'opérateur.....                                     | 26 |
| II.4. Expression des résultats.....                             | 26 |
| II.4. a. Mode de calcul et formule.....                         | 26 |
| II.4. b. Répétabilité.....                                      | 26 |
| III. Détermination de la teneur en matière sèche.....           | 27 |
| III.1. Définition.....  | 27 |
| III.2. Principe.....  | 27 |
| III.3. Appareillage.....  | 27 |
| III.4. Mode opératoire.....                                     | 27 |
| III.5. Expression des   |    |

|  |    |
|--|----|
| résultats.....   | 27 |
| III.5. a. Mode de calcul et<br>formule .....   | 27 |
| III.5. b.<br>Répétabilité.....   | 28 |
| IV. Détermination de la matière<br>minérale.....   | 28 |
| IV.1<br>Principe.....  | 28 |
| IV.2<br>Protocole .....  | 28 |
| V. Détermination de la matière<br>organique.....   | 28 |
| V.1. Extraction des composés<br>phénoliques.....   | 28 |
| Objectifs du<br>projet.....  | 31 |
| <b>Chapitre 1 : Influence de la race (Rembi et Ouled Djellel), du sexe et du poids<br/>d'abattage sur la qualité de la viande d'agneau</b> |    |
| 1. Introduction.....   | 32 |
| 2. Effet de la cuisson sur la qualité de la<br>viande.....   | 32 |
| 2.1. Matières et méthodes<br>.....   | 33 |
| 2.2. Résultats et<br>Discussion.....   | 34 |
| 3. Effet de la cuisson sur les propriétés<br>sensorielles.....   | 37 |
| 3.1. Effet de la cuisson sur l'oxydation des lipides de la viande<br>d'agneau.....   | 37 |
| 3.2. Couleur de la<br>viande.....  | 38 |
| Discussion<br>générale.....  | 40 |

Conclusion.....

....42

العنوان: إدارة تربية الأغنام في إنتاج لحم الضأن وتأثير السلالة (رمبي، أولاد جلال) على المتغيرات الفيزيائية والكيميائية ومظهر البروتين.

#### الملخص

الهدف من هذه الدراسة هو تقييم تأثير سلالة الرمبي وأولاد جلال والجنس ووزن الذبح على جودة لحم الضأن. عند الذبح ، تم أخذ عينات من **LD (longissimus dorsi)** لتقييم الخصائص الأنزيمية النسيجية للعضلة (أنواع الألياف ، **CS** ، **LDH**) والعديد من معايير جودة اللحوم (درجة الحموضة ، الرقة ، اللون والتركيب الكيميائي والمياه وخسائر الطبخ). يحتوي **LD** على نسبة عالية من الألياف الوسيطة (**50-65%**) ومحتوى مرتفع (**< 90%**) من الألياف سريعة النشل. لم يلاحظ أي ارتباط بين خصائص الألياف والحنان. بشكل عام ، كان للجنس ووزن الذبح والسلالة تأثير معنوي ضئيل على جودة لحم الضأن **LD** . هذا منتج استثنائي للمستهلكين المصابين بفقر الدم ونقص كبير في فيتامين **PP** و **B6** وبشكل خاص **B12**. والريادة في سوق نكهة الضأن الكبيرة حول العالم.

أيضا لمتابعة إدارة جيدة في مزارع الأغنام لدينا على وجه التحديد في السلالتين ريمبي وأولاد جلال (المعلومات الوراثية).

**Gestion d'élevage ovine en production de viande d'agneau, Influence de la race (Rembi, Ouled Djellal) sur les paramètres physico-chimiques et le profil protéique.**

**Résumé**

Cette étude avait pour objectif d'évaluer l'effet de la race ***Rembi et Ouled Djellal***, du sexe et du poids d'abattage sur la qualité de la viande d'agneau. À l'abattage, des échantillons du *longissimus dorsi* (LD) ont été prélevés pour l'évaluation des caractéristiques histo-enzymologiques du muscle (types de fibres, CS, LDH) et de plusieurs paramètres de qualité de la viande (pH, tendreté, couleur, composition chimique, pertes en eau et à la cuisson). Le LD possède une forte proportion de fibres intermédiaires (50-65 %) et une teneur élevée (>90 %) en fibres à contraction rapide. Aucune corrélation n'a été observée entre les caractéristiques des fibres et la tendreté. Globalement, le sexe, le poids d'abattage et la race ont eu peu d'effets importants sur la qualité de la viande du LD d'agneau. . Il s'agit d'un produit exceptionnel pour les consommateurs malades d'anémie, carence majeure de vitamine PP, B6 et plus particulièrement B12. ET leadership dans le grand marché de la saveur de la viande d'agneau dans le monde entier.

Aussi pour suivre une bonne gestion dans nos élevages ovins spécifiquement chez les deux races Rembi et Ouled Djellal (paramètres génétiques).

**Title : Management of sheep farming in lamb meat production and the influence of the breed (Rembi, Ouled Djellal) on the physico-chemical parameters and the protein profile.**

**Abstract**

The objective of this study was to assess the effect of Rembi and Ouled DJellal breed, sex and slaughter weight on the quality of lamb meat. At slaughter, samples of longissimus dorsi (LD) were taken for the evaluation of the histo-enzymological characteristics of the muscle (types of fibers, CS, LDH) and of several meat quality parameters (pH, tenderness, color, chemical composition, water and cooking losses). LD has a high proportion of intermediate fibers (50-65%) and a high content (> 90%) of fast twitch fibers. No correlation was observed between fiber characteristics and tenderness. Overall, sex, slaughter weight, and breed had little significant effect on the meat quality of LD lamb. . This is an exceptional product for consumers sick with anemia, a major deficiency of vitamin PP, B6 and more particularly B12. AND leadership in the large lamb flavor market around the world.

Also to follow a good management in our sheep farms specifically in the two breeds Rembi and Ouled Djellal (genetic parameters).

# Introduction générale

L'industrie ovine algérienne a toujours su convaincre sa clientèle de la qualité exceptionnelle de son produit, la concurrence du nord et du sud algérienne se fait de plus en plus sentir. Pour rester les leaders dans le secteur « haute de gamme » de la viande d'agneau, les intervenants en production ovine doivent trouver des stratégies d'élevage qui permettront aux éleveurs ovins du Sud algérien de conserver leur longueur d'avance en ce qui a trait à la qualité de leur production.

Selon certaines études, les deux principaux paramètres qui définissent un agneau de qualité sont sa composition en gras et la qualité de sa viande. Par qualité de sa viande, le consommateur décrit un produit rosé, tendre, juteux, ayant un goût savoureux.

En Algérie, la classification des carcasses d'animaux d'élevage ne valorise que le rendement en muscle. Il semble que l'absence d'un incitatif à produire en fonction de la qualité ait résulté, malheureusement, en une détérioration des qualités organoleptiques de la viande chez certaines espèces, telle la volaille (poulet, dinde, etc...) qui ont été fortement sélectionnées en fonction de la vitesse de la croissance et du développement musculaire ainsi la méthode de classification des carcasses d'agneaux permet d'estimer la composition en gras d'un agneau que sa qualité de viande.

La steppe algérienne constitue une vaste région qui s'étend sur une superficie de 36 millions d'hectares, dont environ 20 millions d'hectares de parcours (*Mohammedi et al., 2006*). Ces zones, situées principalement dans la gamme des isohyètes de 100-600 mm, concernent 38% de la population du pays et 48% de son cheptel ovin (*Saïdi et Gintzburger, 2013*). Ce cheptel contribue à près de la moitié de la production animale du pays (*Nefzaoui et El Mourid, 2008*). La dégradation croissante des parcours dans les zones steppiques conduit à la désertification de la biodiversité (*Nefzaoui et El Mourid, 2008*), engendre aussi une forte baisse de l'approvisionnement en aliments pour les ruminants, du fait de la faible production locale de la biomasse (*Le Houerou, 1992*). Pour ce faire, l'élevage dans les régions arides, semi-arides et tropicales doit survivre dans une pénurie récurrente de ressources alimentaires à valeur nutritionnelle adéquate (*Robles et al. 2008*).

L'herbe est l'un des liens au terroir d'origine qui pourrait conférer à la viande des spécificités (*Givens, 2005*), sous l'effet de la flore responsable de la réduction de la biohydrogénation (*Chilliard, 2007*).

*Maene, (2002)* rapporte que l'herbe augmente la quantité des acides gras polyinsaturés dans le muscle et leurs homologues : acide eicosapentaénoïque (EPA), acide docosahéxaénoïque (DHA), acide Docosapentaénoïque (DPA), et en acide linoléique conjugué (CLA) par rapport à un régime à base de concentré. Dans l'alimentation animale, l'utilisation de matière grasse riche en AGPI et plus particulièrement en AG n-3 permet d'augmenter notablement la part de ces acides gras dans la viande (*Mourot et al., 2010*).

Dans notre société actuelle, les habitudes et surtout les exigences de consommation riment généralement avec la qualité. Cette qualité est en particulier mise en exergue pour la viande ovine. Les facteurs d'élevage influencent fortement la qualité de la viande, notamment

nutritionnelle (*Mourot et al., 2007*). Ces facteurs sont liés à la génétique (race, souche), à la physiologie (sexe, âge à l'abattage, castration), aux pratiques d'élevage (alimentation, conduite, plein air...etc) (*Lessire, 2001*).

Pour ces raisons, à fin de différencier la qualité de la viande des agneaux de pâturage de la viande des agneaux de concentré, il est donc important d'attribuer à chaque type génétique un système alimentaire adapté.

La viande rouge des ruminants représente l'un des aliments les plus importants de notre alimentation, en raison de nombreux atouts dont elle dispose notamment sa richesse en lipides et en acides gras saturés (AGS). Limiter les teneurs en AGS et augmenter celles des acides gras polyinsaturés (AGPI) est un objectif primordial des différents programmes nutritionnels ( $AGPI/AGS = 0,45$  et  $n-6/n-3 = 5$ ) (*Scollan, 2005*).

Le régime alimentaire des animaux et le système de production sont des facteurs susceptibles de modifier ces teneurs et ces rapports. Cependant, il est maintenant bien connu qu'un tel enrichissement en AGPI peut conduire à une augmentation des processus de lipoperoxydation dans la viande notamment au cours de son conditionnement (*Gobert et al., 2010*).

Le choix de la cuisson comme paramètre de cette étude se justifie par le fait que la viande est toujours consommée après cuisson. L'étape de cuisson, outre son rôle dans la destruction des micro-organismes, elle est capitale quant à l'élaboration des qualités sensorielles et nutritionnelles des aliments. Ce traitement technologique (cuisson), modifie profondément les caractéristiques chimiques de la viande. Ces modifications affectent directement la qualité organoleptique et la valeur nutritionnelle de la viande.

Les caractéristiques sensorielles ou organoleptiques de la viande à savoir la couleur et la flaveur déterminent l'appétence ou l'acceptabilité de cet aliment chez le consommateur (*Wismer et al., 2008*). De plus, chacune de ces caractéristiques sensorielles jouerait un rôle important dans la décision d'achat du consommateur (*O'sullivan et Kerry, 2009*).

L'effet de l'activité physique sur le type de la fibre musculaire pourrait influencer la qualité de la viande, notamment sa couleur qui pourrait être plus foncée si le muscle est composé d'une part plus importante de fibres oxydatives (*Choi and Kim, 2009*).

Les lipides sont également des précurseurs des composés volatils impliqués dans la flaveur de la viande après cuisson y compris : des alcanes, des aldéhydes, des alcools, des esters et des acides carboxyliques (*Gandemer, 2002*).

L'augmentation de la carcasse peut être reliée à la diminution du gras de couverture et à un changement des paramètres de qualité (tendreté, couleur, pouvoir de rétention d'eau). Les particularités du système de production (alimentation, race et croisement, sélection génétique ...) nous portent de croire qu'il est possible de maintenir les propriétés de qualité tout en augmentant le poids des agneaux à l'abattage. De plus, certaines races pourraient avoir le potentiel de produire des carcasses plus lourdes sans augmentation simultanée du gras de couverture tandis que d'autres en seraient incapables.

La sélection sur la diminution du gras et l'augmentation de la proportion en muscle des

carcasses d'agneaux doit se faire dans l'optique de conserver les qualités organoleptiques tant recherchées de la viande d'agneau. En fait, en Algérie précisément côté nord-ouest les paramètres de la qualité de la viande d'agneau sont liés à la composition chimique et aux qualités organoleptiques de la viande.

NB : ces paramètres n'ont jamais été mesurés aussi que les abattoirs qui font la commercialisation de l'agneau et les éleveurs producteurs et les détaillants réclament depuis des années sur les propriétés qualitatives de la viande d'agneau algérienne. En ce sens, les résultats de ce projet permettront de mieux positionner l'industrie ovine algérienne et aussi espérer une amélioration de la capacité concurrentielle pour tous les producteurs ovins algériens.

Cette étude a donc pour objectif de caractériser l'évolution en fonction :

- Du poids d'abattage.
- Des paramètres qualitatifs de la viande d'agneau.
- Comparaison entre les deux races les plus populaires en Algérie.
- L'évolution de l'influence du sexe sur la qualité de la viande.

Le but ultime visé est d'établir les conditions d'élevage permettent d'optimiser les paramètres de la viande d'agneau produit en Algérie

# **Partie bibliographique**

# Chapitre 01

## 1.1. Muscle

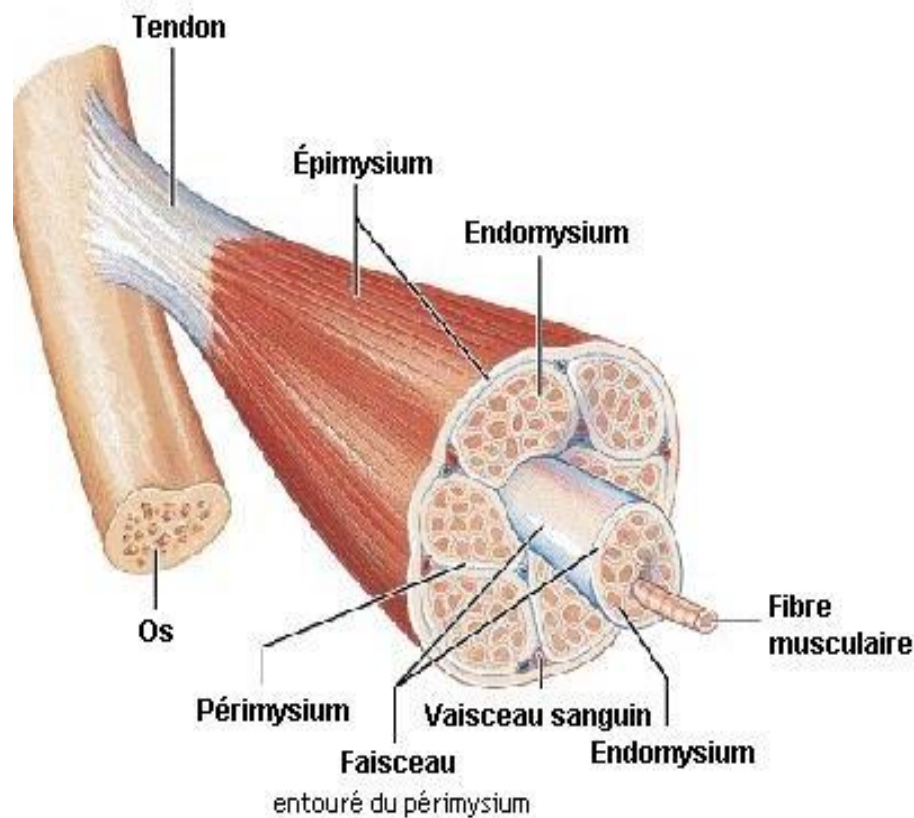
En production animale, les muscles squelettiques sont d'une importance majeure. En plus de permettre le maintien de la posture, la locomotion, de contribuer à la thermogénèse et au

métabolisme de l'animal, les muscles squelettiques sont une source très importante de protéines en alimentation humaine. Ils composent entre 35 et 60 % de la masse corporelle des animaux d'élevage. Le muscle squelettique est constitué d'environ 70-78% d'eau, 19- 25 % de protéines, 1-6 % de lipides, 1-2 % de sucres et 1-2 % de sels minéraux (Pearson et Young 1989; Geay et al. 2001).

Le muscle squelettique a la capacité de s'adapter tant sur le plan morphologique, physiologique que métabolique à divers stimuli; un caractère bien décrit par le terme plasticité (Pette 2001). La synthèse et la dégradation protéiques jouent un rôle clé dans ce processus. La complexité de la structure myofibrillaire requiert une régulation rigoureuse du renouvellement protéique afin de préserver l'intégrité musculaire. Selon les conditions auxquelles le muscle est soumis, la plasticité mènera à un gain (hypertrophie) ou à une perte (atrophie) de masse musculaire.

### **1.1.1. Structure générale**

Le muscle squelettique est constitué de milliers de fibres musculaires, unité structurale du muscle, de vaisseaux sanguins qui permettent l'apport et l'élimination des substrats nécessaires au bon fonctionnement des cellules, de cellules nerveuses qui sont responsables de la transmission de l'influx nerveux, d'adipocytes qui servent de réserves énergétiques et de tissus conjonctifs qui jouent un rôle de tissu de soutien et de protection (Bailey et Light 1989; Lawrence et Fowler 2002). En effet, chacune des fibres est entourée de tissu conjonctif appelé endomysium. Une enveloppe plus épaisse de tissu conjonctif regroupe plusieurs fibres afin de former les faisceaux; il s'agit du périmysium (Lawrie 1998). C'est d'ailleurs dans ce tissu que l'on retrouve la majorité des vaisseaux sanguins irriguant le muscle. Les différents faisceaux sont finalement regroupés en muscle par une gaine encore plus épaisse appelée épimysium. Cette différenciation très hiérarchique et définie entre ces tissus est très utile d'un point de vue didactique afin de décrire la matrice extracellulaire, mais reste, selon certains auteurs, une approche simplifiée (Gillies et Lieber 2011). L'arrangement tridimensionnel de ces tissus et leurs interactions seraient beaucoup plus complexes et de nombreuses questions demeurent sans réponse pour le moment quant à leur nature (Gillies et Lieber 2011). Le muscle est donc constitué d'un agencement de faisceaux qui lui confèrent forme et fonction, tandis que ces derniers sont constitués d'un agencement de fibres (Figure 1.1)

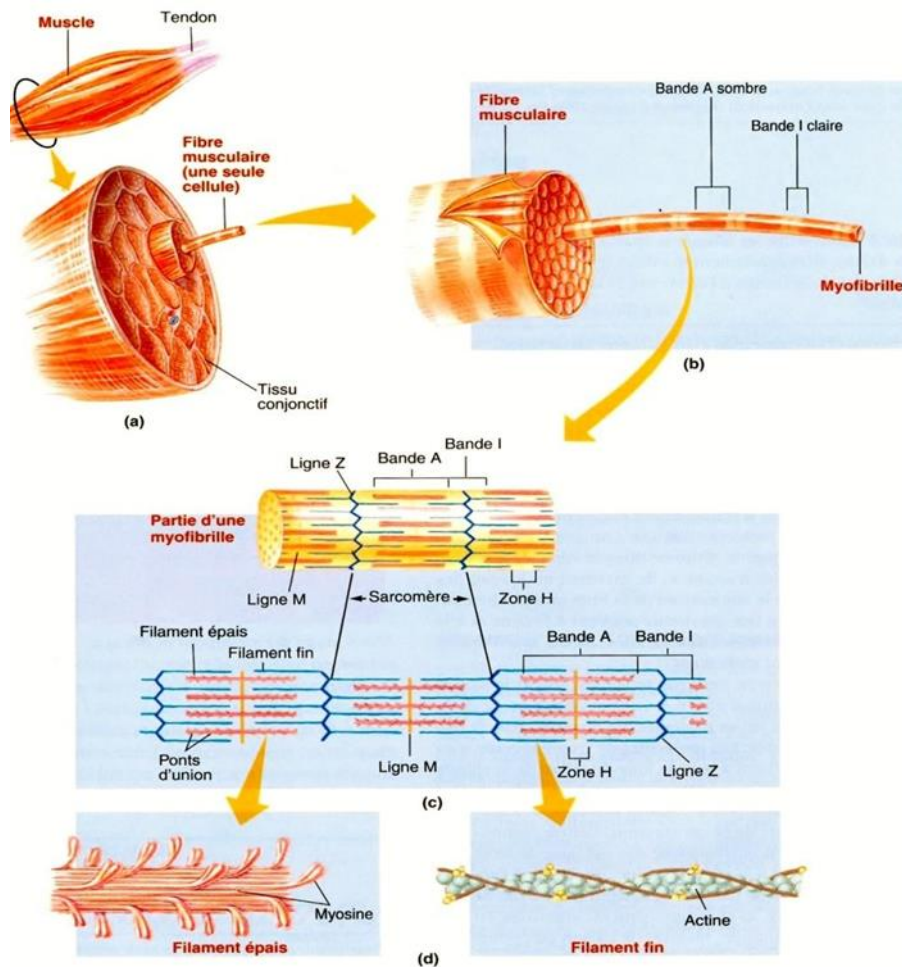


**Figure 1. Structure d'un muscle strié (Marieb et Laurendeau 1993)**

## **1.1.2. Fibre musculaire**

### **1.1.2.1. Morphologie**

La fibre musculaire est l'unité structurale du muscle. Il s'agit d'une cellule très allongée pouvant mesurer quelques centimètres (Pearson et Young 1989). Elle est formée par la fusion de plusieurs cellules lors du développement embryonnaire (Picard et al. 2002). Elle possède donc plusieurs noyaux et est dite plurinucléée. Chez ces cellules, le cytoplasme se nomme sarcoplasme et on y retrouve la myoglobine, une chromoprotéine responsable d'emmagasiner l'oxygène au sein des muscles (Livingston et Brown 1981; Pearson et Young 1989). Des mitochondries sont également présentes de même que le réticulum sarcoplasmique responsable de la régulation calcique. Dans le sarcoplasme on retrouve également des enzymes, des lysosomes, des granules de glycogène et des lipides (Pearson et Young 1989; Dufour et Renou 2002). Par contre, ce qui est particulier chez ces cellules, c'est la présence de milliers de fibrilles organisées de manière très structurée. Les fibres musculaires sont constituées à l'image des faisceaux d'une certaine façon, c'est-à-dire qu'elles regroupent un ensemble de myofibrilles parallèles qui occupe près de 80 % du volume de la fibre (Pearson et Young 1989; Figure 1.2).



**Figure 2. Niveau d'organisation du muscle (a), de la fibre musculaire (b), d'une myofibrille (c) et des myofilaments (d). (Sherwood *et al.* 2006)**

La myofibrille est l'élément qui confère aux cellules musculaires leur principale fonction soit la capacité de contraction. Elle est constituée de deux types de myofilaments, soit un dit épais et principalement composé de myosine et un dit mince et composé d'actine (Figure 1.2). C'est d'ailleurs ces myofilaments qui confèrent l'apparence striée au muscle squelettique. À la surface des myofibrilles, on observe une alternance de bandes sombres aussi nommées bandes A et de bandes claires aussi nommées bandes I. La bande A est composée de filaments d'actine et de myosine, la bande I de filaments d'actine et la zone H (zone claire au centre de la bande A) de myosine (Pearson et Young 1989; Lawrie 1998). Au centre des bandes I on retrouve la ligne Z qui lie les filaments d'actine ensemble. Au centre des bandes A, on retrouve la ligne M où s'attachent les queues de myosine. Les filaments épais se dirigent dans des directions opposées à partir de la ligne-M, et ce, vers la ligne Z. On appelle sarcomère l'unité de la myofibrille comprise entre deux lignes Z. Le sarcomère est formé par la moitié d'une bande I, une bande A et une seconde moitié de bande I. Lorsqu'il y a contraction, les filaments d'actine « glissent » vers le centre des filaments de myosine engendrant un raccourcissement des sarcomères qui se manifeste par des bandes I plus courtes et des bandes A constantes. La myosine et l'actine sont donc les protéines dont l'interaction produit la contraction.

La myosine est une protéine hexamérique composée de deux chaînes lourdes et quatre chaînes légères (deux alcalines et deux de régulation; Pearson et Young 1989). Les chaînes lourdes s'entrelacent en double hélice dans la partie C-terminale pour former la partie fibreuse de la protéine, responsable de la structure en filament. Elles deviennent globulaires dans la partie N-terminale pour former deux têtes. Chacune des têtes est « enveloppée » par deux chaînes légères (une de chaque type) responsables de la régulation de la vitesse de contraction (Pearson et Young 1989). Les têtes ont la capacité d'hydrolyser l'ATP, de se lier à l'actine et de changer de conformation (Pearson et Young 1989). Il existe plusieurs isoformes des chaînes lourdes et légères de myosine et leur assemblage détermine les caractéristiques métabolique et physiologique de la fibre (Pette et Staron 2000). C'est d'ailleurs pour cette raison que la myosine est aujourd'hui un marqueur moléculaire important pour déterminer le type de fibre musculaire (Pette et Staron 2000). L'actine est une protéine globulaire (G-actine) qui se retrouve sous forme polymérisée dans les myofilaments (F-actine) formant ainsi un double filament hélicoïdal (Pearson et Young 1989). Les filaments minces sont formés de l'agencement de ce filament hélicoïdal le complexe de la troponine (TnI qui se lie à l'actine, TnT qui se lie à la tropomyosine et TnC qui se lie au calcium) et la tropomyosine (Pearson et Young 1989; Lawrie 1998). Le complexe de la troponine (I, T et C) et la tropomyosine sont des protéines impliquées dans la régulation calcique de la contraction. Il existe différentes isoformes de l'actine qui sont très semblable les unes aux autres ne variant que de quelques acides aminés (Clark et al. 2002).

Outre les protéines contractiles, on retrouve d'autres protéines myofibrillaires et du cytosquelette qui assurent le fonctionnement et le maintien de la structure des myofibrilles et de la cellule musculaire (Pearson et Young 1989). En fait, une analyse protéomique des sarcomères a permis d'identifier 65 protéines impliquées dans cette structure (Fraterman et al. 2007), nombre qui serait inférieur à la réalité si l'on tient compte des différents isoformes (Huff-Lonergan et al. 2010). Pour les besoins de cette revue, il sera brièvement question de la titine, de la nébuline et de la desmine.

La titine, jadis nommée connectine, est la troisième protéine myofibrillaire la plus abondante après la myosine et l'actine. Cette protéine de 3000 kDa, la plus grosse chez les mammifères, s'étend de la ligne Z à la ligne M et participe ainsi au maintien de la structure des myofibrilles (Pearson et Young 1989; Clark et al. 2002). Son élasticité est une caractéristique importante afin qu'elle puisse remplir ce rôle, puisque les sarcomères sont amenés à se contracter et s'étirer (Tskhovrebova et Trinick 2010). Elle pourrait aussi jouer un rôle de gabarit au cours développement des myofibrilles, particulièrement dans la formation des filaments épais (Pearson et Young 1989; Clark et al. 2002).

Également une protéine géante ( $\approx$ 700-900 kDa), la nébuline est ancrée à la ligne Z à une extrémité et elle s'étend sur toute la longueur des filaments minces (Clark et al. 2002; Ottenheijm et Granzier 2010). Cette protéine inélastique pourrait bien agir comme gabarit pour les filaments minces et être impliquée dans la détermination de leur longueur (Labeit et al. 1991; Clark et al. 2002; Ottenheijm et Granzier 2010). Au niveau de la ligne Z, la nébuline interagit avec la desmine et contribue au maintien de l'alignement des lignes Z (Clark et al. 2002;

Ottenheijm et Granzier 2010). Outre son rôle structural, il a été proposé qu'elle pourrait avoir un rôle de régulation dans l'interaction actine et myosine (Clark et al. 2002).

La desmine est la protéine la plus abondante des filaments intermédiaires (Clark et al. 2002; Capetanaki et al. 2007). Les filaments intermédiaires ont un rôle structural majeur au sein des fibres musculaires. Ils forment un réseau cytosquelettique qui lie les myofibrilles ensemble au niveau de la ligne Z et qui lie les myofibrilles au sarcolemme, membrane qui enveloppe chaque fibre musculaire, via une structure nommée costamère (Capetanaki et al. 2007). De plus, les filaments intermédiaires sont également associés à l'enveloppe nucléaire et aux mitochondries (Capetanaki et al. 2007).

### **1.1.2.2. Muscle chez l'ovine**

Les muscles sont composés d'une proportion variable des différentes fibres musculaires qui confèrent aux muscles leurs caractéristiques. Par exemple, le longissimus dorsi (LD), un des muscles les plus étudié et surtout consommé chez l'agneau, présente des caractéristiques métaboliques et contractiles le classant comme muscle « fast twitch oxidative glycolytic » (FOG), c'est-à-dire un muscle rouge à contraction rapide présentant un métabolisme à la fois glycolytique et oxydatif (Tableau 1.1). En effet, Suzuki (1971) a observé 49 % de fibres FOG, 40 % de fibres « fast twitch glycolytic » (FG) et 10 % de fibres « slow twitch oxidative » (SO) dans le LD ovine alors que Ouali et al. (1988) ont déterminé que ce dernier était composé de 66,7 % de fibres FOG, 20,6 % de FG et 10,0 % de SO. Deux études menées au Québec chez des agneaux de race Dorset ont observé respectivement que la proportion des fibres dans le LD était de 58-65 % FOG, 28-35 % FG et 6-8 % SO (Dragomir 2005) et 52-55 % FOG, 38-40 % FG et 7-9 % SO (Pouliot et al. 2009). Malgré une certaine variation qui, au-delà des techniques d'évaluation utilisées, peut s'expliquer par la variation génétique des individus et par la conduite d'élevage, l'ensemble de ces résultats démontre bien la prépondérance des fibres rouges et plus particulièrement des FOG dans ce muscle chez l'ovine. Des études menées chez l'ovine, mais également chez d'autres espèces, indiquent que les muscles ayant une forte proportion de fibres FOG ont généralement une activité oxydative supérieure aux muscles composés principalement de fibres SO, de même qu'une activité et un bagage enzymatiques du métabolisme glycolytique supérieur aux muscles composés de fibres FG (Peter et al. 1972; Briand et al. 1981a, b).

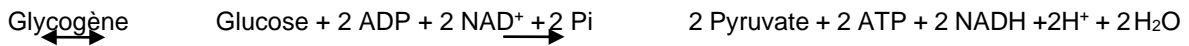
**Tableau 1 caractéristique des fibres musculaires chez les mammifères.**

| <b>Nomenclature</b>              |          | <b>Type de fibres</b> |              |
|----------------------------------|----------|-----------------------|--------------|
| Brooke et Kaiser (1970)          | I        | IIA                   | IIB          |
| Ashmore et Doerr (1971)          | βR       | αR                    | αW           |
| Peter et al. (1972) <sup>Z</sup> | SO       | FOG                   | FG           |
| <b>Caractéristiques</b>          |          |                       |              |
| Chaîne lourde de myosine         | I        | Ila                   | Ilb          |
| Métabolisme                      | Oxydatif | Oxydo-glycolytique    | Glycolytique |
| Nombre de mitochondries          | +++      | +++                   | +            |
| Vitesse de contraction           | Lente    | Rapide                | Rapide       |
| ATP-ase myofibrilaire            | +        | +++                   | +++          |
| Réticulum sarcoplasmique         | +        | +++                   | +++          |
| Résistance à la fatigue          | +++      | ++                    | +            |
| Source énergétique               | Lipides  | Lipides               | Sucres       |
| Teneur en lipides                | +++      | +++                   | +            |
| Teneur en glycogène              | +        | +++                   | +++          |
| Couleur                          | Rouge    | Rouge                 | Blanche      |
| Myoglobine                       | +++      | +++                   | +            |
| Aire de section                  | +        | +++                   | +++          |
| Acidification postmortem         | Lente    | Lente                 | Rapide       |

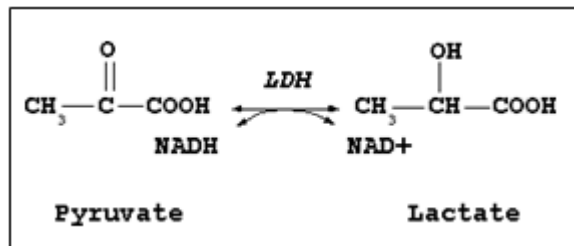
<sup>Z</sup>SO, « Slow oxidative »; FOG, « fast oxido-glycolitic »; FG, «fast glycolitic». Adapté de Lefaucheur (1989)

### 1.1.3. Transformation du muscle en viande

Suite à l'arrêt de la circulation sanguine lors de la mort de l'animal, l'apport en oxygène aux différents muscles et organes est compromis. Bien qu'un certain métabolisme aérobie puisse perdurer pour les muscles en contact avec l'air à la surface des carcasses, c'est plutôt le métabolisme anaérobie qui prend le relai pour assurer la production d'énergie pendant un certain temps après la mort de l'animal. L'ATP nécessaire aux cellules musculaires est produite grâce aux réactions faisant intervenir la créatine phosphokinase (CPK), la myokinase ainsi que la glycolyse anaérobie. En ce qui a trait à ces réactions, disons que la myokinase permet de convertir deux ADP en ATP et AMP, tandis que CPK permet la production d'un ATP suite au transfert d'un groupement phosphate de la créatine phosphate (CP) vers un ADP ( $CP + ADP + H^+ \leftrightarrow \text{créatine} + ATP$ ; Pearson et Young 1989). Pour sa part, la glycolyse est une suite de réaction permettant de convertir une molécule de glucose en deux molécules de pyruvate et deux ATP :



Cette réaction est commune aux voies anaérobie et aérobie. Ce qui différencie ces voies, c'est l'ensemble des réactions permettant de régénérer les  $\text{NAD}^+$  nécessaires en présence ou en absence d'oxygène. En effet, lorsque la voie anaérobie est empruntée, le pyruvate est réduit en lactate via le lactate déshydrogénase (LDH), ce qui permet de régénérer le  $\text{NAD}^+$  (Figure 1.4).



**Figure 3. Régénération du  $\text{NAD}^+$  en anaérobie.**

Après une courte période pendant laquelle la CP fournit l'ATP nécessaire, la glycolyse anaérobie prend donc la relève et engendre la production d'acide lactique lors de la régénération du  $\text{NAD}^+$ , ce qui, combiné à l'hydrolyse de l'ATP qui produit des ions  $\text{H}^+$ , a pour effet d'abaisser le pH de la viande (Pearson et Young 1989; Ferguson et Gerrard 2014). Au fur et à mesure que le pH chute, certaines enzymes participant au métabolisme anaérobie sont inactivées, notamment la phosphofructokinase qui a récemment été identifiée comme principale responsable de l'arrêt de la glycolyse postmortem (England et al. 2014). Le pH final de la viande (ou pH ultime) dépendra des réserves de glycogène et il devrait être de 5,5-5,7 si la chute est normale. Lorsque la glycolyse anaérobie cesse, ou ne permet plus le maintien d'une quantité suffisante d'ATP, le rigor mortis est atteint. À ce stade, la concentration en ATP est trop faible pour permettre la séparation du complexe actomyosine. Les têtes de myosine ne peuvent plus se dissocier des filaments d'actine et le muscle passe d'un état pantelant à un état ferme (rigidité cadavérique). La vitesse de la chute du pH et de l'atteinte du rigor mortis varient en fonction de la typologie des fibres et des réserves énergétiques et par le fait même elles varient entre les muscles, les animaux et les espèces animales (Pearson et Young 1989; Lawrie 1998; Honikel 2004b). Des facteurs externes comme le stress des animaux avant l'abattage et la température de refroidissement des carcasses ont également des impacts importants sur ces processus physiologiques (Pearson et Young 1989; Lawrie 1998).

## **Chapitre2**

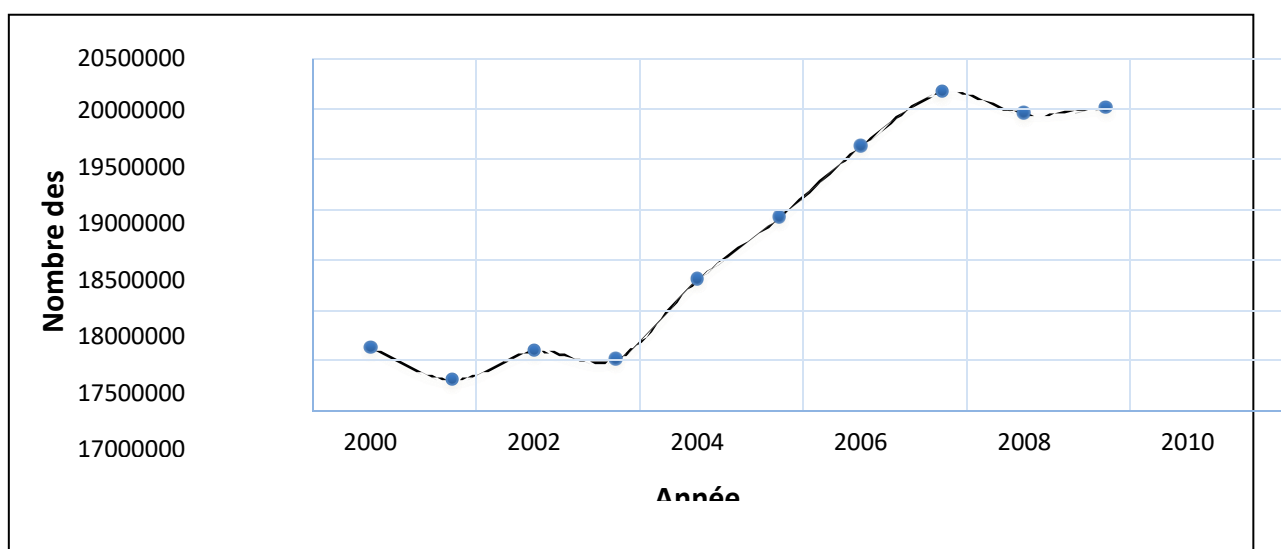
# **ÉLEVAGE des ovins**

## Introduction

Les chèvres, puis les brebis ont été les premières à être domestiquées par l'homme comme des animaux de ferme il y a environ 10.000 ans (Haenlein, 2007). Originaires de quelque races ovines sauvages se trouvent dans la région actuelle de l'Irak, l'Iran, la Syrie et la Turquie orientale (Zeuner, 1963; Schaller, 1977; Zeder et Hesse, 2000; Hatziminaoglou et Boyazoglu, 2004). Les brebis ont été développées à travers le monde, dont des centaines de races différentes totalisant actuellement plus de 1,1 milliard d'ovins (Park et Haenlein, 2006). Ce cheptel est surtout exploité actuellement pour sa viande et pour sa laine.

### 2.1. Espèce ovine dans le monde

Le cheptel ovin dans le monde est constitué de 1071 millions d'animaux. L'Asie représente 42 % du total, suivie par l'Afrique (27 %), l'Europe (12 %), l'Océanie (10 %), l'Amérique du Sud (8 %), l'Amérique centrale (0,8 %) et enfin l'Amérique du Nord (0,6 %) (FAO stat, 2010) annexe (1). En Algérie, il y a 20 millions de têtes. Leur répartition au cours de dix ans est indiquée dans la figure (4) (FAO stat, 2010).



**Figure 4. L'évolution du cheptel d'ovin en Algérie (millions de têtes) (FAO stat, 2010).**

### 2.2. Situation de l'élevage ovin en Algérie

L'Algérie de la part de sa position géographique et la structure de ses étages bioclimatiques très contrastés représentent un grand centre de biodiversité biologique, et sont considérées à juste titre comme un gisement de ressources génétiques animales et végétales. L'élevage ovin est conduit généralement selon un système de production extensif basé sur

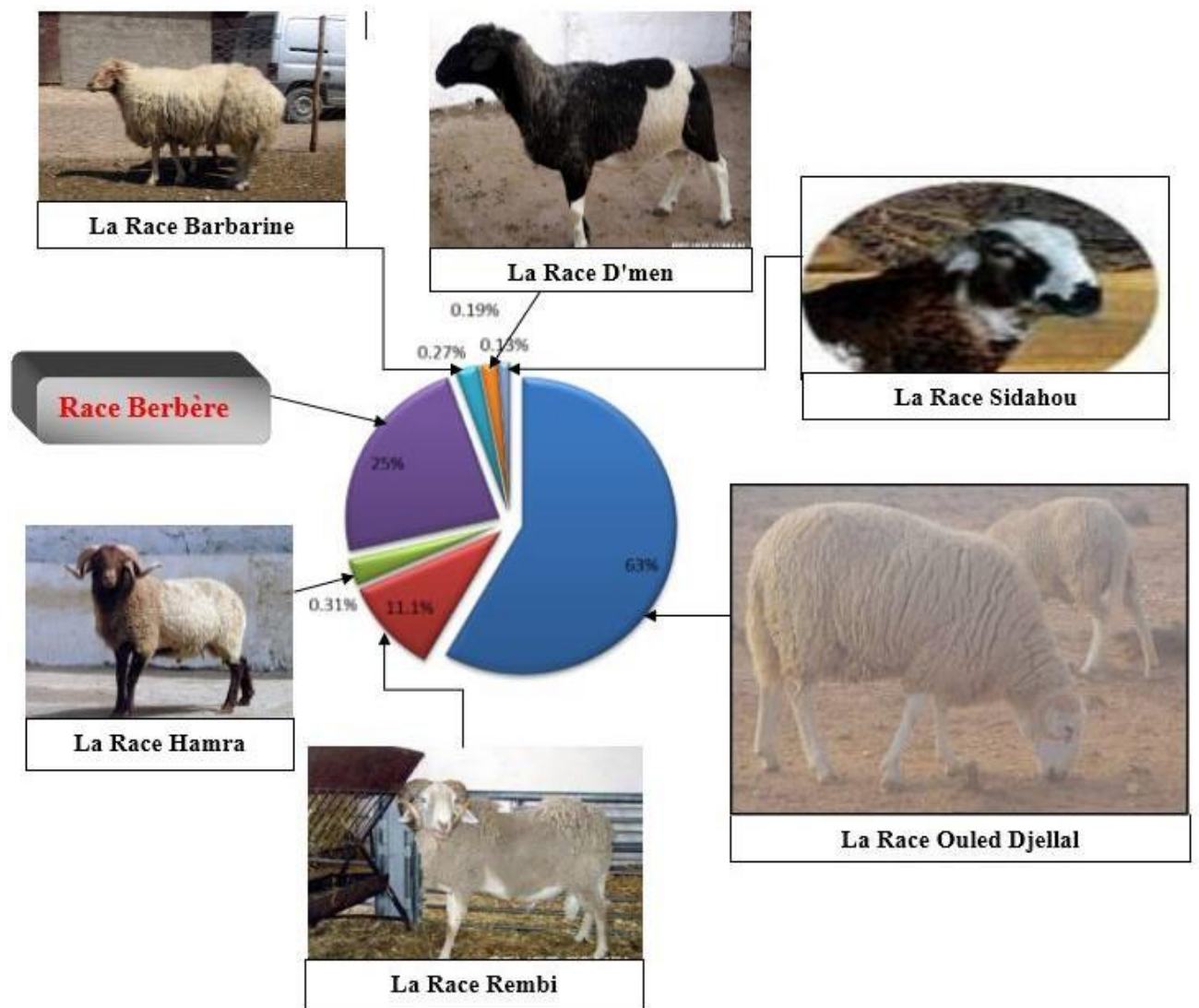
l'exploitation des unités fourragères gratuites (AnGR, 2003). C'est un système qui concerne particulièrement l'ovin et le caprin dans les zones steppiques et les parcours sahariens (Harkat et Lafri, 2007; Lafri, 2011).

### 2.3. Aperçu sur les races ovines en Algérie

Le cheptel ovin en Algérie est constitué de sept races (**tableau 2**), ces deniers sont classés selon leurs effectifs et leurs importances économiques. Elles sont groupées en races principales, dominantes (La Ouled-Djellal, Hamra et Rembi) et des races secondaires (La Berbère, Barbarine, D'men et Sidaoun) (Chellig, 1992; AnGR, 2003) (**Figure 5**).

**Tableau 2. Diversité du cheptel ovin en Algérie (AnGR, 2003).**

| Races         | Aire de repartition                     | Effectif   | Part % |
|---------------|---|------------|--------|
| Ouled Djellal | Steppe et hautes plaines                | 11.340.000 | 63 %   |
| Rembi         | Centre Est (Steppe et hautes plaines)   | 1.998.000  | 11.1 % |
| Hamra         | Ouest de Saïda et limites zones sud     | 55.800     | 0.31 % |
| Berbère       | Massifs montagneux du nord de l'Algérie | 4.500.000  | 25 %   |
| Barbarine     | Erg oriental sur frontières tunisiennes | 48.600     | 0.27 % |
| D'men         | Oasis du Sud-ouest algérien             | 34.200     | 0.19 % |
| Sidaoun       | Le grand Sahara Algérie                 | 23.400     | 0.13 % |



**Figure 5. Représentant les différentes races ovines algériennes (effectifs en %) (AnGR, 2003 ; Lafri, 2011)**

### 2.3.1. Description de la race Ouled Djellal

Historiquement, cette race aurait été introduite par les Béni-Hilal venus en Algérie au XI<sup>ème</sup> siècle, du Hidjaz (Arabie) en passant par la Haute Égypte. Il faut cependant remarquer que les races ovines du Moyen-Orient et d'Asie sont toutes des races barbarines à queue grasse. C'est pour cette raison que, d'après le Dr Trouette, la race Ouled-Djellal à queue fine et laine fine aurait été introduite par les Romains, grands amateurs de laine, au cinquième siècle venant de Tarente en Italie où ce type de mouton existe jusqu'à présent.

Il est d'ailleurs représenté sur les stèles funéraires des ruines de Timgad (Chellig, 1992).

Le mouton Ouled-Djellal est un animal puissant, qui présente un squelette un peu fort, une ligne dorsale bien droite et un rein assez ample (**Figure 5**). La toison est blanche souvent courte, descendant jusqu'aux jarrets et aux genoux et s'arrêtant généralement sur la nuque à la limite des cornes. La production de laine est de 2,5 à 3,5 kg chez le bélier et 1,5 à 2,5 kg chez la brebis. Le poids de l'agneau au sevrage (4 mois) est de 30 kg et son taux de prolificité est de 110 %. Actuellement, cette race est considérée comme la principale race pour la production de viande en Algérie (Chellig, 1992; Lafri, 2011). Il existe trois variétés de la race Ouled Djellal : la Variété Chellalia, la Variété lourde (Hodnia) et la Variété Djellalia (Lafri, 2011)

La brebis Ouled Djellal se laisse traire facilement. La traite se fait surtout pendant le printemps.

La production est de 70 à 80 kg en 6 mois de lactation (Chellig, 1992).

La race Ouled-Djellal qui constituait presque la moitié de l'effectif ovin algérien était répartie sur presque l'ensemble du pays, essentiellement au centre et à l'Est (Chellig, 1992). Mais, récemment, cette race a connu une extension au niveau du tell, de la steppe et du nord du Sahara, ce qui a provoqué le rétrécissement des aires de répartition des races Hamra, Berbère, Barbarine, Rembi et D'men (Gaouar *et al.*, 2005 ; Lafri, 2011).

### 2.3.2. Description de la race Rembi

Selon la légende, le mouton Rembi est probablement issu d'un croisement entre le Mouflon de Djebel AMOUR (appelé également LAROUÏ) et la race Ouled Djellal. Le Rembi aurait ainsi hérité les cornes particulières du mouflon et la conformation de la Ouled Djellal. Le nom Rembi proviendrait du mot arabe «El Arnabi » ce qui signifie couleur de lièvre.

Il est particulièrement adapté aux régions de l'Ouarsenis et des Monts de Tiaret. La race Rembi occupe la zone intermédiaire entre la race Ouled Djellal à l'Est et la race El Hamra à l'Ouest. Elle est limitée à son aire d'extension puisqu'on ne la rencontre nulle part ailleurs.

- Qualités de la race

Caractéristique particulière du produit Le poids des animaux aux différents âges est supérieur de 10 à 15% de ceux de la race Ouled Djellal.

- Adaptation à un environnement particulier

Cette race est particulièrement rustique et productive. Elle est très recommandée pour valoriser les pâturages pauvres de montagnes. La race Rembi a une forte dentition résistante à l'usure qui lui permet de valoriser au mieux les végétations ligneuses et de retarder à 9 ans l'âge de réforme contrairement aux autres races réformées à l'âge de 6 à 7 ans.

- Couleurs de la race

Unicolore : tête entre la fauve rouge et l'acajou ainsi que les pattes, corps bai-fauve uni.

- Autres caractères visibles particuliers

La race Rembi a les mêmes caractéristiques que la race Ouled Djellal à l'exception de la couleur des membres et de la tête qui est fauve. C'est une race ro-buste au pied sûr avec de gros os et des articulations résistantes. C'est la plus grande race ovine en Algérie

de point de vue gabarit.



# **Partie expérimentale**

\*

# Objectifs du projet

La présente revue de littérature souligne la grande variabilité des résultats publiés en ce qui concerne les différents facteurs zootechniques qui peuvent influencer la viande d'agneau.

Dans le cas spécifique de l'Algérie, il n'existe pas d'étude qui se soit attardée à évaluer les effets de différents facteurs d'élevage sur la qualité de la viande.

Dans le cas spécifique de l'Algérie, il n'existe pas d'étude qui se soit attardée à évaluer les effets de différents facteurs d'élevage sur la qualité de viande d'agneau. Il apparaissait donc pertinent de mener une telle étude surtout dans le contexte où l'industrie ovine Algérienne cherche par tous les moyens possibles à se démarquer de la concurrence étrangère. La qualité de la viande d'agneau fait partie des éléments sur lesquelles la renommée de l'agneau algérien s'appuie.

Ainsi, le projet de recherche, présenté dans le prochain chapitre, avait pour objectif général d'évaluer l'effet de la race, du sexe et du poids d'abattage sur certains paramètres qui déterminent la qualité de la viande d'agneau lourde produite en Algérie.

Les objectifs spécifiques étaient :

- i. Évaluer les différences de qualité de la viande entre des agneaux de race Ouled Djellel et Rembi.
- ii. Évaluer l'effet du sexe sur la qualité de la viande d'agneau.
- iii. Déterminer les variations des paramètres liés à la qualité de la viande d'agneau en fonction du poids d'abattage.
- iv. Enrichir notre banque de données provinciale sur la qualité de l'agneau algérien de façon à pouvoir éventuellement la comparer et la différencier des autres pays et provinces.

# Article 1 : Influence de la race (Rembi et Ouled Djellel), du sexe et du poids d'abattage sur la qualité de la viande d'agneau

## 1. Introduction

Les deux principales raisons les plus couramment évoquées par les consommateurs pour justifier leur refus d'acheter de la viande d'agneau sont l'excès de gras et le faible rendement en viande des coupes commercialisées. Pour les producteurs ovins, la production du type de carcasses recherché fait intervenir plusieurs aspects de la régie, notamment le choix des races et de leurs croisements, l'alimentation, le poids d'abattage. Cependant, le travail de recherche sur l'augmentation du rendement en viande des carcasses doit se faire de concert avec le maintien de la qualité de la viande, critère de premier plan pour le consommateur.

Il existe une grande variabilité des résultats publiés en ce qui concerne les différents facteurs zootechniques qui peuvent influencer la qualité de la viande d'agneau. Dans le cas spécifique d'Algérie, il n'existe pas d'étude qui se soit attardée à évaluer les effets de différents facteurs d'élevage sur la qualité de viande. Il apparaissait donc pertinent de mener une telle étude surtout dans le contexte où l'industrie ovine Algérienne cherche par tous les moyens possibles à se démarquer de la concurrence étrangère. La qualité de la viande fait partie des éléments sur lesquelles la renommée de l'agneau d'Algérie s'appuie.

Ainsi, ce projet de recherche avait pour objectif d'évaluer l'effet de la race, du sexe et du poids d'abattage sur certains paramètres de qualité (qualités chimiques et organoleptiques) de la viande d'agneau Rembi produite en Algérie. Plus spécifiquement, nous avons évalué les différences de qualité de la viande entre des agneaux de race Rembi et ceux de race Ouled Djellal, deux races qui sont reconnues pour avoir des patrons de croissance musculaire différents et qui sont les races les plus populaires en Algérie. Dans l'objectif est d'avoir une meilleure qualité de la viande d'agneau (l'idole) issu d'une meilleure gestion d'élevage ovine entre les deux races Rembi et Ouled Djellal.

## 2. Effet de la cuisson sur la qualité de la viande

Le traitement de la viande par la cuisson permet d'améliorer sa qualité, mais pourra aussi conduire à l'oxydation de ses lipides et de ses protéines avec un impact négatif sur la qualité nutritionnelle (*Gatellier et Santé-Lhoutellier, 2009*) et la qualité sensorielle (*Haak et al., 2006*).

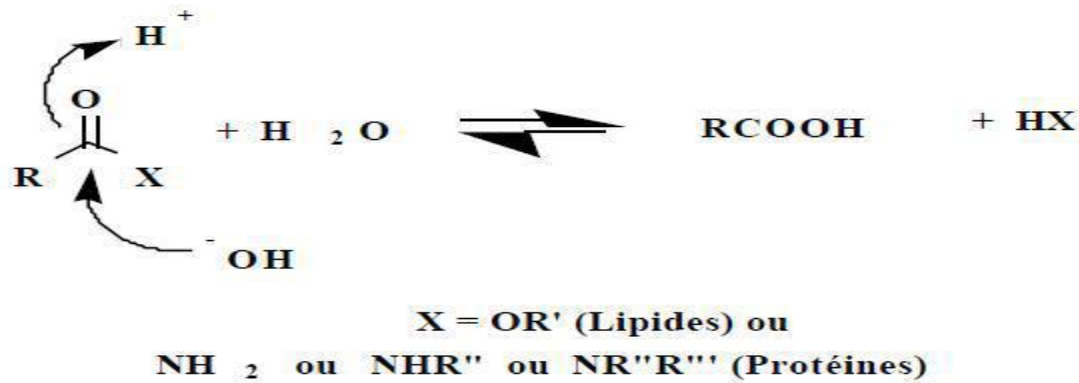
Le mode de cuisson influence la quantité et la qualité de la matière organique. On assiste à une modification de la composition en acides gras du produit fini par rapport à la composition de la matière première ainsi que le rapport des acides gras entre eux (*Bourre, 2003*).

À la cuisson, on peut observer une perte en eau qui entraîne essentiellement des protéines, mais à l'inverse, la quantité des lipides va se trouver concentrée par la diminution de la matière sèche. On peut donc penser que les valeurs observées sur des produits frais sont souvent sous-estimées par rapport à des produits consommés après cuisson (*Mourot et al., 2006*).

Dans les aliments, les réactions d'hydrolyse comme processus de dégradation thermique (Fig 30) dépendent fortement de la composition du produit et de l'activité de l'eau  $A_w$  = pression de vapeur de l'échantillon à la même température / pression de vapeur de l'eau. Les réactions d'hydrolyse se

développent à forte activité de l'eau ( $A_w > 0,8$ ). Une courbe d'absorption représentant la teneur en eau (g d'eau par g de matière sèche) en fonction de l'activité de l'eau  $a_w$  (*Richard et al., 1997*).

## PROTÉINES ET LIPIDES



**Figure 7 : Hydrolyse thermique.**

Par ailleurs, plus la température est élevée, plus la vitesse de réaction d'hydrolyse croît. À pression atmosphérique, cette température est toutefois limitée à 100°C, point d'ébullition de l'eau. À l'opposé, les réactions d'oxydations se développent en milieu anhydre ou à très faible activité de l'eau ( $a_w < 0,2$ ) dans le cas de l'auto-oxydation, et à l'interface eau-milieu polaire dans le cas de l'oxydation catalysée par les enzymes.

Dans le premier cas, plus la température est élevée, plus le milieu s'oxyde, dans le second, la température est limitée par la stabilité des enzymes et dépasse rarement 80°C. Ce sont les lipides insaturés (triglycérides et phospholipides) qui sont le plus sensibles à ce type de réaction (*Mastrocola et al., 2000*)

### 2.1. Matières et méthodes :

#### 2.1.1. Procédures de la cuisson

La cuisson est la dernière étape de préparation de la viande avant consommation. Cependant, le mode de cuisson, la durée et l'intensité sont adaptés à l'origine et à la qualité de la viande. La totalité des prélèvements des trois lots (Tiaret, Djelfa et Ghardaïa) dont le poids était équivalent à 100g des viandes conservés a été utilisée à cette fin.

Les échantillons de viande ont été soumis à chacune des méthodes de cuisson (bouillon, grillade) sans ajout d'ingrédients ni de corps gras, tandis que la viande crue a été échantillonnée directement en tant que témoin non cuit. La température interne a été surveillée à l'aide d'un thermomètre (thermomètre ST-131 imperméable à l'eau numérique). La cuisson au bouillon a été effectuée à une température d'environ 100°C (température de l'eau) pendant 30 minutes dans un moule. La température interne pendant l'ébullition était de 97°C. Cependant, le couple température/temps préconisé pour la cuisson en grillade était de 250°C/30mn.

### 2.1.2. Analyses physicochimiques de la viande

L'ensemble des analyses effectuées sur la viande crue ont été faites aussi sur la viande cuite avec les mêmes techniques expérimentales qui ont été déjà citées dans notre contexte.

## 2.2. Résultats et Discussion

Les rendements de la cuisson sur le plan nutritionnel fournissent une indication sur les pertes et les modifications de la matière organique d'une part et les gains d'autre part. Il est primordial de signaler que les protéines et les lipides subissent des variations sous l'effet de la température et le mode de cuisson.

### 2.2.1. Teneur en matière sèche et en humidité

Les résultats enregistrés ont dévoilé que la cuisson de la côte a entraîné un gain en matière sèche ( $P < 0,05$ ). Ceci est expliqué par la perte en eau dans le muscle de côte et de gigot. *Nikmaram et al., 2011* ont affirmé que la cuisson de type « rôti » de la viande de veau entraîne une augmentation significative de la teneur en matière sèche. La cuisson conduit à une perte significative ( $P < 0,05$ ) en eau par évaporation dans les muscles étudiés (côtes, gigots). Les pertes en eau à la cuisson sont souvent liées à la dénaturation des protéines musculaires après l'abattage de l'animal qui est provoqué par l'association d'un pH de la viande déjà bas alors que la température du muscle est encore élevée (*Asturc, 2007*).

Il est bien connu que les pertes dépendent du processus de transfert de masse pendant le traitement thermique, qui est directement lié à la procédure de cuisson (température, temps) et à la composition biochimique de la viande crue (humidité, lipides totaux, protéines, MDA, pH, etc.) (*Serrano et al., 2007; Gerber et al., 2009*).

La perte d'eau au cours de la cuisson obéit à un mécanisme en deux phases: une phase de déliaison de l'eau fixée par les protéines myofibrillaires à l'état natif sous l'effet du traitement thermique, et une phase d'expulsion du jus par la contraction du muscle et par écoulement sans contrainte entre les fibres musculaires. La gélatinisation du collagène au cours de laquelle la protéine absorbe de l'eau s'oppose de manière modérée à la perte en jus de la viande (*Picgirard L.2010*).

*García et al., (2007)* ont observé que les changements dans les pertes de cuisson avaient tendance à être linéaires avec le temps, avec une augmentation de la température. En effet, nous avons observé que l'augmentation de la température interne finale (grillade par rapport au bouillon) a entraîné des pertes de cuisson plus importantes, vu les pertes en humidité par évaporation, il a été suggéré que les pertes d'eau ont tendance à être plus élevées après le chauffage au bouillon et plus bas après la cuisson en grillade (Tab 23, 24), en raison de l'absence de formation de croûte lors de la cuisson (*Serrano et al., 2007*).

### 2.2.2. Teneur en matière minérale

La cuisson a présenté un effet significatif ( $P < 0,05$ ) sur la teneur en matière minérale du muscle *Longissimus dorsi*. Celle-ci passe de (1,72% vs. 2,37% vs. 3,37%) à Tiaret, (1,30% vs. 1,80% vs. 2,74%) en Djelfa et (1,41% vs. 2,55% vs. 2,85%) après traitement au bouillon et en grillade, respectivement.

L'accroissement de la teneur en cendres après cuisson s'explique par la grande perte en eau déjà présente dans la côte, cette dernière a été de l'ordre de 82,48% à Tiaret, 74,8% en Djelfa et 74,99% à Ghardaïa. Cette observation est déjà confirmée par *Ali port et al., (2010)*, qui ont révélé que la cuisson de type « grillade » du poisson (esturgeon) entraîne une augmentation du taux de cendre. Une étude réalisée par *Kadim I.T et al., (2011)* sur la viande de chameau a révélé que les composants les plus touchés par la cuisson étaient les macros et les microminéraux.

Selon *Nikmaram et al., (2011)*, la cuisson au micro-ondes du muscle *Longissimus dorsi* de veau engendre une élévation de la teneur en matière minérale.

### 2.2.3. Teneur en protéines

L'analyse statistique a fait ressortir un effet significatif ( $p < 0,05$ ) de la cuisson sur la proportion des protéines dans les muscles étudiés. La teneur en protéines dans les muscles des gigots s'avère plus importante que dans les côtes, avec une prédominance à Tiaret par rapport à Djelfa et Ghardaïa, soient des gains de 2,87%, 6,2% et 8,47%, respectivement. Ces résultats sont similaires à ceux de *Vautier et al., (2010)* qui ont trouvé que la cuisson de type « rôti à 75°C » de la viande de porc augmente les teneurs en protéines (22,5g Vs 34g).

*Howe et al., (2006)* mettent en évidence le même type d'effet, toutefois moins important en accord avec une température à coeur plus faible (65°C).

Une étude menée par le *CIV, (2011)* sur la viande d'agneau a révélé que le taux de protéines varie selon le site anatomique de la viande, cette teneur était de 20g/100g de viande dans le gigot contre 16,9g/100g dans la côte. Ainsi, un morceau de viande, placé au four se couvre rapidement d'une croûte de protéines coagulées et cela empêche la fuite des sucs contenus à l'intérieur.

### 2.2.4. Teneur en lipides et acides gras:

Pour ce qui est des matières grasses, la cuisson affecte sensiblement la répartition et les proportions de différentes catégories de lipides et acides gras de la viande exprimée en pourcentages d'AG identités.

Pour ce qui est des matières grasses, la cuisson affecte sensiblement la répartition et les proportions de différentes catégories de lipides et acides gras de la viande exprimée en pourcentages d'AG identités

Au cours du traitement thermique, l'aliment subit des déformations thermomécaniques. Il est le siège de transferts couplés de chaleur et d'eau. Ces phénomènes génèrent une pression qui fait migrer le jus du centre du muscle de la viande vers sa surface d'où la formation d'une croûte qui freine la migration de l'eau, modifie profondément l'évolution de la température de surface et détermine la qualité finale du produit (*Kondjoyan et Peynon, 2006*).

Les résultats obtenus, montrent que le muscle de la côte gagne des lipides après le traitement thermique au bouillon et en grillade ( $P < 0,001$ ), soient (7,70% vs. 13,42%) à Tiaret et (11,78% vs. 18,98%) en Djelfa.

Ces teneurs progressent significativement par l'augmentation de température de cuisson (bouillon par rapport aux grillades), une progression de l'ordre de 18,98% à Tiaret et 20,15% en Djelfa, respectivement. Nos résultats corroborent ceux de *Nikmaram et al., (2011)* qui ont trouvé que la cuisson de type rôti de la viande de dromadaire entraîne une augmentation du taux de lipides due à la

déshydratation de la viande. Comparativement à d'autres études de recherche sur la teneur en lipides des produits carnés après cuisson, un gain de 30% était observé pour la côte du porc, 22% pour la saucisse et 100% (teneur la plus importante) pour la viande de lapin (*Mourot et al., 2006*).

Ainsi la variation des teneurs en acides gras après cuisson s'avère significativement importante dans la viande d'agneau pour les deux systèmes de production. Ces différences s'expliquent selon *Normand et al., (2006)* par un simple phénomène de concentration lié aux pertes d'eau à la cuisson. Les contenus en C16:0, C18:0 et C18:1 n-9c sont prédominants dans les 2 groupes, avec une prédominance enregistrée dans la viande d'agneaux de Djelfa (Fig 33). Aucune différence significative n'a été révélée pour le C18:1n-9c entre les 2 groupes d'animaux. Cette observation corrobore les résultats obtenus par *Gatellier, (2005)*. Les viandes des côtes d'agneau de la zone Djelfa ont une teneur plus élevée en C18:2 n-6c comparativement à celle de Tiaret ( $P < 0,05$ ), des teneurs plus élevées dans les muscles ovins de Djelfa ont été enregistrées après la cuisson au bouillon en comparaison avec celles générées en grillade (5,67% vs. 4,53%), respectivement

après la cuisson, la viande pour l'ensemble des régions a permis de montrer une amélioration sensible de la qualité nutritionnelle des lipides. Ainsi, pour 100g de viande, la cuisson a permis d'atteindre, une élévation des taux AGS, AGMI et AGPI. Aucune différence significative n'a été révélée pour le C18:1n-9c entre les 2 groupes d'animaux. Cette observation corrobore les résultats obtenus par *Gatellier, (2005)*. Les côtes d'animaux de la zone Djelfa ont une teneur plus élevée en C18:2 n-6c comparativement aux celles du groupe Tiaret ( $P < 0,05$ ). L'acide gamma linoléique (C18:3 n-6) est beaucoup plus présent dans la viande des deux groupes pour les deux muscles, relativement supérieur dans les côtes d'animaux de Djelfa ( $p < 0,001$ ). Cet AG, indicateur de la consommation d'herbe comme l'a rapporté *Dufey, (2008)*, nous laisse penser que les animaux pour l'ensemble des régions ont effectivement consommé de l'herbe. L'influence de l'alimentation à base d'herbe de la steppe de Djelfa se manifeste également sur l'augmentation intramusculaire de l'acide linoléique (C18:3 n-3) comparativement à Tiaret (0,92% vs. 0,51%), respectivement. Les AGPI longues chaînes sont représentés dans la viande des 2 groupes quoique des différences significatives sont observées entre les différentes viandes pour le EPA (C22:5 n-3) qui apparaît relativement plus prédominant dans le groupe de Tiaret ( $P < 0,05$ ) comparativement aux zones Djelfa. Ces résultats sont similaires à ceux de *Nürnberg, (2001)*; *Yang, (2002)* où le EPA et le DHA ont connu une stabilité aux environs de (0,48% vs 0,44%) et (0,58% vs 0,53%) pour la viande à l'état de bouillon. Plus globalement les quantités totales des AGS et AGMI sont peu variables. Ces observations sont en accord avec celles rapportées par *Popova, (2006)* sur *M. Longissimus lumborum* et *M. semimembranosus* et sur des agneaux d'herbe et de bergerie en système d'élevage conventionnel et en agriculture biologique. Toutefois, la différence est beaucoup plus perceptible pour les AGPI, où la viande de la région Djelfa apparaît en contenir des teneurs plus importantes en AGPI que celles de la région Tiaret après des traitements au bouillon (15,81% vs. 14,24%,  $p < 0,05$ ) et en grillade (16,64% vs. 15,75%,  $p < 0,05$ ) (Tab 25). Cette variabilité est expliquée par la présence de niveaux imprévisibles de graisses sous-cutanées et intermusculaires, qui se liquéfient pendant la cuisson et l'absorption par le tissu maigre entraîne des valeurs supérieures à 100% (*Bragagnolo & Rodriguez, 2003*).

Des résultats similaires ont été obtenus par *Alfaia et al., (2009)*; *Blanco et al., (2010)* sur des taurillons, alors que les observations de *Bilik et al., (2009)* sont contradictoires. *Bauchart et al., (2005)* ont signalé que les variations des teneurs en AGPI n-3 sont relatives au type métabolique du muscle

puisque, un muscle possède une activité oxydative, par sa richesse en TG à l'opposé d'un muscle à tendance glycolytique, par sa richesse en PL. À travers les résultats de l'effet de la cuisson, il est permis de constater que l'évolution de l'acide linoléique, de l'acide alpha linoléique et des AGPI ont varié différemment, des élévations significatives ont été constatées (Tab 25). Ces résultats s'expliqueraient par la richesse du régime alimentaire en antioxydants naturels (polyphénols et flavonoïdes) qui ont protégé les acides gras contre l'oxydation. Les AGPI n-3 totaux sont significativement supérieurs dans la viande des agneaux aux pâturages ( $P < 0,05$ ), dominés par le C18:3 n-3, montrant des quantités significatives dans la viande d'agneau du groupe Tiaret de 0,49%, et qui augmente après cuisson à 0,92% ( $P < 0,001$ ) (Tab 25). Les AGPI n-6 sont en quantité moyenne ( $P < 0,05$ ), représentées essentiellement par l'acide linoléique surtout dans la viande d'agneaux ( $p < 0,05$ ) ayant reçu un complément en concentré (tab 25). La relative stabilité lors de la cuisson n'altérerait pas la valeur santé de la viande surtout que cette viande provenant du Djelfa renferme plus d'AGPI n-3, que celle provenant de Tiaret (15,81% vs. 14,24%) en cuisson au bouillon et (16,64% vs. 15,75%) en grillade. Il est donc clair que l'enrichissement de la viande par l'alimentation au concentré est directement proportionnel à la qualité de lipides gagnée au cours de la cuisson. Malgré les améliorations observées, le rapport AGPI/AGS reste loin de la norme admise de 0,45. L'importance relative de ces deux voies de synthèse dans l'organisme est donc largement contrôlée par la quantité d'AGPI présent dans l'alimentation, mais aussi par le rapport n-6/n-3 et le rapport AL/ALA des AG ingérés (*Nakamura & Nara, 2004; Harnack et al., 2009*). Cependant, le rapport n-6/n-3 et AGPI/AGS s'avère plus important dans le groupe Tiaret par rapport à celui Djelfa (9% vs. 3,01%) ( $p < 0,001$ ) et (0,31% contre 0,27%) ( $p < 0,01$ ), respectivement. La cuisson semble modifier d'une manière importante les rapports C18:2 n-6 /C18:3 n-3 (3,45 vs. 6,66%) à Tiaret et (5,67% vs. 6,26%) ( $p < 0,05$ ) en Djelfa, respectivement. Ces résultats dépassent la valeur de 5 préconisée par les nutritionnistes. Toutefois, elles peuvent être prises en considération au regard du rapport enregistré en Europe, voisin de 11 (*Normand et al., 2006*). Ces différents ratios sont plus souhaitables pour la santé humaine, vu les intérêts nutritionnels et l'effet positif des acides gras polyinsaturés de la famille (n-3) sur la prévention des maladies cardio-vasculaires.

#### 2.2.5. Potentiel d'hydrogène:

L'analyse de variance pour les résultats du pH a fait ressortir que la cuisson a un effet significatif ( $P < 0,05$ ) sur l'évolution du pH dans le gigot et dans la côte pour l'ensemble des régions (Tiaret, Djelfa et Ghardaïa) .

Nous avons constaté que le pH était plus important dans la viande provenant de la région Tiaret, qui est de 5,28 dans la côte crue pour progresser à 6,26 et 6,55 après cuisson au bouillon et en grillade, soit des gains de 0,98%, 1,27% environ. Pour le gigot, le pH évolue de 5,20 à l'état cru à 6,38 après cuisson grillade : soit un gain de 1,18% environ. Le pH des agneaux nourris par une alimentation à base d'herbe et d'autres à base des concentrés varie en fonction de leur alimentation (*CIV, 2011*).

### 3. Effet de la cuisson sur les propriétés sensorielles

Plusieurs travaux se sont penchés sur l'impact de la cuisson sur les aspects sensoriels de la viande (*Mourot et al., 2006; Kouba et al., 2008*). Les fractions de lipides et d'acides gras recensés après analyse influencent la couleur et la flaveur de la viande (*Kadim et al., 2008*).

#### 3.1. Effet de la cuisson sur l'oxydation des lipides de la viande d'agneau

D'après les analyses statistiques, le traitement thermique révèle un effet non significatif sur la teneur en (MDA) des muscles étudiés. Toutefois, une augmentation de la teneur en MDA est enregistrée dans le lot Ghardaïa suite à la cuisson qui passera de 0,16 vers (0,58mg/kg de lipide), et de 0,11 vers (0,45mg/kg de lipide), soit un gain de 42% au niveau des côtes et 34% de en gigot.

Durant cette analyse, nous avons constaté que la teneur en MDA a évolué d'une façon non significative ( $P < 0,05$ ), après cuisson dans les muscles (côtes vs. gigots) étudiés. D'après les résultats obtenus, on constate que la viande d'agneau alimenté à base d'herbe à Tiaret présente une meilleure stabilité à l'oxydation par rapport à celle générée de l'aliment au concentré en Djelfa et Ghardaïa (0,12 vs. 0,14 vs. 0,16) pour les côtes et (0,09 vs. 0,11 vs. 0,13) pour les gigots.

*Selon Benguendouze , (2012)* le taux de MDA est d'autant plus élevé dans le muscle de côte que dans le muscle du gigot soit avant ou après cuisson. Cela est expliqué par la richesse de la côte en matière grasse sensible aux phénomènes d'oxydation favorisant par la suite l'accroissement des composés toxiques notamment le Malon dialdéhyde.

D'autre part, le Malon aldéhyde, produit ultime de la peroxydation lipidique, est un dialdéhyde. Il peut, en se fixant à deux chaînes peptidiques différentes, entraîner des pontages qui peuvent participer, comme les liaisons amides et les ponts disulfures, à l'agrégation des protéines *Gatellier et al., (2008)*.

En outre, le traitement thermique comme la cuisson de la viande stimule la peroxydation lipidique donnant naissance de ce fait à des aldéhydes réagissant avec les groupements amines des protéines pour donner des bases de « Schiff ». Ces oxydations vont entraîner des dénaturations importantes des protéines qui peuvent modifier leurs propriétés fonctionnelles et leur digestibilité (*Santé-Lhoutellier et al, 2008*).

Cependant, l'augmentation de ces teneurs après cuisson est liée d'une part aux pertes en vitamine E, principal antioxydant lipophile ainsi que la dénaturation des protéines intervenant vraisemblablement sur cette augmentation, et d'autre part à la richesse de la côte en matière grasse sensible aux phénomènes d'oxydation favorisant le dégagement du Malondialdéhyde (*Durand D et al, 2006*).

Il est intéressant de signaler que les résultats obtenus à travers notre expérimentation corroborent ceux de *Durand et al., (2006)* qui ont trouvé que la cuisson de type « rôti » du rumsteck et surtout celle en braisé du paleron génère des quantités très importantes de MDA (près de 4 µg/g de tissu), pouvant ainsi atteindre les valeurs limites d'acceptabilité déterminées par des tests organoleptiques comme rapportés par *Campo et al., (2006)*.

La cuisson n'altère pas les AGPI n-3, en effet leur concentration dans la viande d'herbe qui a subi une cuisson est significative. Les effets du système d'élevage sont conservés. Ce type d'élevage à l'herbe augmente les qualités nutritionnelles de cette viande d'agneau pour le consommateur.

Aucun goût désagréable (rancissement) lié à l'oxydation de la viande n'est détecté, cela explique que le niveau de peroxydation est réduit en cas de viande produite exclusivement à base d'herbe, en raison de l'activité antioxydante notamment de la vitamine E et les différents polyphénols contenus dans l'herbe.

### 3.2. Couleur de la viande

Les résultats statistiques indiquent que les paramètres de couleur des muscles (côtes et gigots) étudiés ont été affectés d'une façon significative par les différentes méthodes de cuisson. Les différents paramètres de couleur sont résumés dans les tableaux.

Les paramètres de la couleur après cuisson sont dans des niveaux élevés pour les deux types de muscle.<sup>2</sup>la valeur de luminosité la plus élevée a été observée dans les gigots d'agneau issus des pâturages de Tiaret, ayant subi une cuisson au bouillon, alors que la luminosité la plus faible a été détectée dans les côtes d'agneau issues des parcours steppiques après une cuisson en grillade (Tab 28, 29). Selon *Jeon et al., 2013*, la couleur des viandes produites après la cuisson varie selon la méthode de cuisson.

D'après les résultats obtenus, la viande d'agneaux alimentés aux pâturages steppiques et au concentré est plus foncée que celle d'agneaux nourris uniquement d'herbe (14,05 vs. 8,01). Cependant, ces valeurs de l'indice de rouge ont été significativement affectées après cuisson au bouillon et en grillade (14,05 vs. 5,46 et 6,38), respectivement. *Gutzke et Trout, (2002)* ont constaté que le niveau d'autoxydation de la myoglobine augmentait 5 fois pour chaque augmentation de température de 10°C.

Divers auteurs ont démontré que la température et l'intensité lumineuse ont des effets significatifs sur le taux de changement de couleur (*Rosenfold et Wiklund, 2011*).

# Discussion générale

En termes de performances zootechniques, les poids vifs initiaux étaient comparables pour les agneaux des trois groupes. Cependant, les poids vif à l'abattage ont montré des différences significatives relatives à la vitesse de croissance des agneaux en fonction de leur régime. La différence des gains moyens mensuels s'est manifestée nettement à la fin de l'expérimentation ( $P < 0,05$ ). En effet, les agneaux recevant du concentré dans le système alimentaire de Ghardaïa et Djelfa ont gagné des gains de poids supérieurs par rapport à ceux des agneaux recevant un aliment à base d'herbe dans la région de Tiaret. Ces résultats sont similaires aux résultats des travaux de *Turner et al. (2012)*. Selon ces auteurs, l'herbe consommée par les agneaux, bien qu'elle ait été d'une bonne valeur nutritive, n'a probablement pas permis l'ingestion d'autant d'énergie que ceux ayant reçu du concentré. Les agneaux alimentés à l'herbe (Tiaret, Djelfa, Ghardaïa) semblent être affectés par la durée (3 mois saison printemps) réduite de pâturage, un âge (7mois) précoce à l'abattage et en fin des pertes de poids sous forme de chaleur durant les déplacements. Certains auteurs préconisent des durées de pâturages prolongées pour exprimer un bon potentiel de croissance proportionnel à la richesse de l'herbe en matière sèche. *Appel et al., (2005)* confirment que l'état de chair et le gras dorsal à la palpation des agneaux nourris avec des concentrés à volonté étaient supérieurs comparativement aux agneaux nourris à l'herbe. Même, pour des poids similaires à l'abattage (ce n'est pas le cas dans notre étude) les carcasses du groupe d'agneaux élevées au pâturage étaient légères par rapport aux carcasses des groupes d'agneaux alimentées au concentré. Cette différence est probablement due au fait que les agneaux au pâturage ont une plus grande liberté de sélection lorsqu'ils s'alimentent, ainsi, ils consomment les parties plus digestibles de la plante (feuilles) et délaissent les tiges (*Ådnøy et al., 2005*). Sur le plan qualité nutritionnelle de la viande obtenue dans cette expérimentation, principalement sur l'évaluation de la quantité des lipides totaux extraite à froid, des trois viandes examinées et l'analyse du profil des acides gras, nous avons constaté que les morceaux de viande crue ou cuite analysés provenant des carcasses d'agneaux élevés aux pâturages sont plus maigres surtout au niveau du groupe Tiaret comparativement aux échantillons des carcasses d'agneaux alimentés par un aliment concentré dans le système Djelfa et Ghardaïa ( $p < 0.001$ ). Concernant la composition en acides gras, les animaux alimentés au pâturage produisent une viande caractérisée par un profil en acides gras potentiellement bénéfique. Ceci est en étroite corrélation avec la composition et la nature des lipides alimentaires ingérés. Les travaux de *Vasta et al., (2009b)*; *Nuernberg et al., (2008)* ont montré l'effet régime sur le profil des acides gras de la viande. La quasi-totalité des acides gras exprimés en (% AG identifiés) dans les muscles *Longissimus dorsi* et *Biceps fémoris* des agneaux élevés dans différents systèmes d'élevages qui ont affiché des différences hautement significatives au niveau des viandes de groupe Tiaret par rapport aux viandes des groupes Djelfa et Ghardaïa. Les acides gras polyinsaturés n-3 avec en tête de file l'acide alpha linoléique suivi des acides gras polyinsaturés Longues Chaines représenté essentiellement par Le DPA et DHA sont très bien représentés dans les viandes des pâturages. Ces résultats concordent avec des recherches antérieures selon lesquelles la composition en acides gras intramusculaire est influencée par la composition en acides gras des aliments. Les AGPI n-6 et les AGMI sont prédominants dans les viandes d'agneaux élevés en intensif par un aliment concentré. Les proportions des principaux acides gras saturés notamment le C16 :0 et le C18 :0 ont connu des variations avec et sans signification statistique en fonction de la nature des

viandes analysées et le traitement qu'a subit ses viandes. Globalement, les deux acides gras sont pratiquement présents dans les deux types de muscles. Les rapports n-6/n-3 et AL/ALA sont nettement influencés par ces concentrations en faveur des viandes issues d'agneaux de pâturages contrairement à celles issues du concentré (3.45 vs. 3.01) et AL/ALA (9 vs. 5.67), respectivement. En fin, l'amélioration de la qualité du gras intramusculaire est tributaire du type du régime riche en AGPI n-3 dominant dans les herbes des pâturages. La viande d'agneaux élevés au pâturage pourrait permettre de développer un produit à valeur santé. La couleur des viandes issues d'agneaux du système Djelfa est plus foncée que celle des agneaux élevés sur des pâturages de Tiaret avec un indice a\* plus ou moins prononcé surtout dans les muscles des côtes que des gigots. Ceci est relatif à la teneur en myoglobine qui augmente en fonction de l'âge (*Luciano et al., 2009*). L'indice b\* a été en faveur des agneaux consommant du concentré (côtes et gigots), ce qui indique que le gras de ces agneaux est plus jaune que celui des agneaux consommant de l'herbe des pâturages. Ces résultats sont accord avec ceux de *Joy et al., (2008)*. En matière de flaveur, les viandes rouges enrichies en acides gras polyinsaturés, au pâturage semble être améliorée par les antioxydants naturellement présents dans l'herbe du système Tiaret et Djelfa. La lipoperoxydation observée durant la conservation de ces viandes est souvent accompagnée par l'altération de la flaveur avec des taux de Malondialdéhyde élevés surtout dans les muscles des côtes que dans les muscles des gigots. Cette augmentation est liée à la richesse de la côte en lipides sensibles aux phénomènes d'oxydation favorisant par la suite la libération du Malondialdéhyde (*Durand D et al, 2006*). La flaveur des viandes des côtes d'agneau du lot Tiaret est caractérisée par une moindre intensité que celle des viandes du lot Djelfa, ceci apparait être un avantage, car les consommateurs sont sensibles à la présence du goût "mouton" qui peut devenir un facteur de rejet s'il est trop prononcé (*Auroussou, 2004*). Parmi les composés responsables de la flaveur typique de la viande ovine, les acides gras à courtes chaînes jouent un rôle important, en particulier les acides 4méthyl-octanoïques et 4méthyl-monanoïque (*SH Reurs et al, 2007*). L'enrichissement des viandes en AGPI obtenu par l'incorporation de l'herbe dans la ration de l'agneau a une incidence sur les qualités gustatives perçues par le consommateur. Le goût étant moins prononcé que les viandes des pâturages. Aucun gout désagréable (Rancissement) lié à l'oxydation de la viande n'est détecté, cela explique l'absence d'une peroxydation des AGPI (la peroxydation est à des taux importants en comparaison entre régions pour les deux muscles, mais les résultats ne sont pas significatifs).

# Conclusion

La viande des ruminants reste un produit alimentaire très attractif de par ses apports nutritionnels et ses qualités sensorielles. Ces facteurs sont influencés par le niveau et la nature des apports alimentaires notamment en lipides.

Les résultats de cette étude suggèrent que les régimes alimentaires issus des hauts plateaux de Tiaret et des régions steppiques de Djelfa et Ghardaïa jouent un rôle important dans la composition des arômes et des acides gras de la viande d'agneau. La proportion d'acides gras polyinsaturés n-3 était plus élevée dans la viande d'agneau alimenté aux pâturages steppiques, ainsi que le rapport C18:2 n-6/C18:3 n-3 (11,88% en Ghardaia et 5,67% en Djelfa contre 5% à Tiaret pour le muscle de côte), était plus conforme aux recommandations des nutritionnistes. Dans l'ensemble, le régime alimentaire joue un rôle important sur la couleur, cette dernière a été décrite comme plus foncée pour la viande provenant d'agneaux nourris avec du concentré que celle des agneaux nourris d'herbe. Les changements dans les valeurs de l'indice du rouge (a\*) semblent être entraînés par l'oxydation des lipides et sont fortement corrélés avec les valeurs de malondialdéhyde.

En ce qui concerne les composés aromatiques, un grand nombre des substances volatiles ont été identifiées, caractérisées par: des alcanes, des aldéhydes, des alcools, des esters et des acides carboxyliques. Des teneurs appréciables ont été retenues pour: hexanal, 2 méthyl-3- furanithiol, 2,4 bis 1,6 diméthyléthyl et le nonanal, notamment pour la viande d'agneaux alimentés au concentré dans le groupe Djelfa . Ces composés chimiques sont principalement responsables des caractéristiques de la flaveur pastorale de la viande cuite d'agneaux nourris d'herbe que ce soit dans les hauts plateaux ou dans les régions steppiques, avec une flaveur intense décrite pour la viande d'agneaux alimentés au concentré, ce dernier lui confère une saveur typique. Il est également important de souligner que l'Algérie a d'importants écosystèmes naturels. L'écosystème de la steppe algérienne est très intéressant pour l'élevage de moutons en plein air et permet d'obtenir une viande à valeur diététique recommandée par les nutritionnistes et une qualité sensorielle attrayante.

Élever des agneaux à base d'herbe des pâturages semble une alternative intéressante et avantageuse. Toutefois, la qualité des viandes peut être influencé par de nombreux facteurs comme l'adaptation des systèmes d'élevages aux conditions climatiques, le choix des rations de base et la situation géographique relative au terroir qui pourra lui conférer le caractère label.

Les résultats de notre expérimentation se sont montrés prometteurs dans la mesure où les concentrations des AGPI n-3 exprimés en % d'AG identités de viande sont encourageantes.

La sensibilité des acides gras des viandes d'herbe au phénomène de lipopéroxydation nous laisse penser à la richesse de la ration en antioxydants naturels (polyphénols, flavonoïdes et de la vitamine E), qui lui permettent la protection vis-à-vis des phénomènes d'oxydation et par conséquent une meilleure préservation de ses caractéristiques organoleptiques notamment la flaveur et la couleur qui représentent des éléments de base de la construction de la qualité sensorielle.

La cuisson comme traitement technologique induit une perte en eau qui entraîne essentiellement des protéines, mais à l'inverse, la quantité de lipides va se trouver concentrée par la diminution de la matière sèche.

L'analyse approfondie de la composition biochimique et de l'oxydation lipidique de la viande crue et cuite nous a permis d'établir des différences très nettes pour les côtes et les gigots. Cependant, les muscles étudiés se caractérisent par leurs teneurs différentes en lipides. En effet, les lipides totaux apparaissent dans des proportions relativement élevés dans le muscle *Longissimus dorsi* par rapport au *Biceps femoris*. Présentement, le muscle *longissimus dorsi* est très sensible à l'oxydation lipidique due à sa richesse en lipides, ce qui explique la teneur élevée en **MDA** généré dans ce muscle.

Ce traitement n'altère pas les AGPI n-3, de plus les effets du système d'élevage sont conservés. Ce type d'élevage à l'herbe augmente les qualités nutritionnelles de cette viande d'agneau pour le consommateur.

Dans l'éventualité d'une poursuite de ce travail d'autres investigations sont nécessaires notamment celles portant sur des recherches sur la détermination du profil en acides gras (CLA), les phospholipides et de la vitamine E, ainsi que la qualité organoleptique à travers l'identification des composés volatils contenus dans le régime, et enfin la qualité sensorielle par l'entremise d'un test de dégustation est très nécessaire.

Il conviendrait aussi de tenter d'établir d'autres paramètres comme l'effet de la congélation à long terme, le conditionnement et de l'emballage en relation avec la qualité du pâturage et l'âge des animaux.

## Référence bibliographique :

**Gatellier, P., Santé-Lhoutellier, V., Portanguen, S., Kondjoyan, A., 2009.** Forage Species Alters Animal Performance, Carcass Quality, and Fatty acids of meat lamb. *Meat Science*. 83: 651–656.

**Hanks, K., 2009.** Exploring our biomes. The fynbosbiome. (ii) 40. (pp. 2-7). Jacana Media (Pty) Ltd, 2-7.

**Abdelgarfi, 2003.** Les espèces fourragères et pastorales : leurs utilisations au Maghreb : Algérie,

Maroc, Tunisie : 87-89.

**Achir, M., Hellal, B., 2016.** Réflexions Sur Les Variations Pluviométriques De La Région De Tiaret (Algérie Occidentale) Durant La Période 1984 – 2015. *European Scientific Journal* April 2016 edition vol.12 No.11 ISSN: 1857 – 7881 (Print) e - ISSN 1857- 7431.

**Ådnøy, T., Haug, A., Sørheim, O., Thomassen, M.S., Varszegi, Z., and Eik, L.O., 2005.** Grazing on mountain pastures- Does it affect meat quality in lambs?. *Livestock Production Science* 94, 25–31.

**Ahn, D.U., Jo, C., and Olson, D.G., 1999.** Headspace oxygen in sample vials affects volatiles production of meat during the automated purge-and-trap/GC analyses. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 47, 2776–2781.

**Ahn, J.I.U., Grun, and, Mustapha A. 2007.** Effects of plant extracts on microbial growth, color change and lipid oxidation in cooked beef. *Food Microbiol.* 24:7–14

**Akraim, F.,1977.** Myoglobin oxidation in ground beef: mechanistic studies. *Journal of Food Science* 42:571.

**Akram, M.S., Ali, Q., Athar, H.R., and Bhatti, A.S., 2005.** Ion uptake and distribution in *Panicum antidotale* retz. under salt stress. *Pakistan Journal of Botany.*, 38(5): 1661-1669.

**Alfaia, C.P.M., Alves, S.P., Martins, S.I.V., Costa, A.S.H., Fontes, C.M.G. A., Lemos, J.P.C., Bessa, R.J.B., and Prates, J.A.M., 2009.** Effect of the feeding system on intramuscular fatty acids and conjugated linoleic acid isomers of beef cattle, with emphasis on their nutritional value and discriminatory ability. *Food Chemistry*, 114, 939-946.

**Alipour, H.J., Shabanpoor, B., Shabani, A., and Mahoonak, A.S., 2010.** Effects of cooking methods on physicochemical and nutritional properties of Persian sturgeon *Acipenser persicus* fillet. *International Aquatic Research*, 2: 15-23.

**Allison, M.J., 1978.** Production of branched-chain volatile fatty acids by certain anaerobic bacteria. *Appl. Environ.Microbiol.* 35, 872–877.

**Ames, J.M., Guy, R.C.E., & Kipping, G.J., 2001.** Effect of pH and temperature on the formation of volatile compounds in cysteine/reducing sugar/starch mixtures during extrusion cooking. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 49, 1885-1894.

**Amlan, K., Patra, 2010.** Meta-analyses of effects of phytochemicals on digestibility and rumen

fermentation characteristics associated with methanogenesis. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 37/125 ISSN: 1097-0010.

**Andersen, J.M.L 2005.** Scheep meat: Can we adapt to forth-coming demands meat and livestock commission. P.O box winterkill house snow don drive, Milton kaynes MK 61AX,UK.

**Annison, G., and Choct, M., 1993.** Enzymes in poultry diets in : *Enzymes in Animal Nutrition*.

Proceedings Ist Symposium, Switzerland. Oct 13-16. pp: 61-63.

**AOAC. 1990.** Official methods of analysis of the AOAC, 15th ed. Methods 932.06, 925.09, 985.29, 923.03. Association of official analytical chemists. Arlington, VA, USA.

**Appel, L.J., Sacks, F.M., Carey, V.J., Obarzanek, E., Swain, J.F., Miller, E.R., Conlin, P.R., Erlinger, T.P., Rosner, B.A., Laranjo, N.M., Charleston, J., McCarron, P., Bishop, L.M., 2005.** Effects of protein, monounsaturated fat, and carbohydrate intake on blood pressure and serum lipids: results of the OmniHeart randomized trial. *Journal of the American Medical Association*; 294(19): 2455-64.

**Arhab, R., 2007.** Etude de la fermentescibilité in vitro et de la digestibilité in vivo de végétaux des zones arides et de sous produits de l'agronomie saharienne par l'estimation de l'activité métabolique du microbiote ruminal d'ovins. Thèse de Doctorat. Université Mentouri Constantine. Algérie. 204 p.

**Aruoma, O.I., Spencer, J.P., Warren, D., Jenner, P., Butler, J., Halliwell, B., 1997.**

Characterization of food antioxidants, illustrated using commercial garlic and ginger preparations. *Food Chemistry*, 60: 49–156

**Astruc, T., 2007.** Unité: Qualités des Produits Animaux (QuaPA) - INRA de Clermont-Ferrand-Theix. Association Française de Normalisation (AFNOR)., 1985. *Aliments des animaux, méthodes d'analyses françaises et communautaires*. 2ème édition. 200.

**Association Française de Normalisation (AFNOR)., 1999.** Norme V09-500. Directives générales pour la réalisation d'épreuves hédoniques en laboratoire d'évaluation sensorielle ou en salle en conditions contrôlées impliquant des consommateurs. Pages 227–256 in AFNOR, *Recueil de normes. Analyse sensorielle*

**Association Française de Normalisation, Paris, France.**

**Association of Official Analytical Chemists (AOAC)., 1990.** Official methods of analysis, volume 215th edition. AOAC, Arlington, VA, USA.

- Attwood, G., Li, D., Pacheco, D., Tavendale, M., 2006.** Production of indolic compounds by rumen bacteria isolated from grazing ruminants. *J. Appl. Microbiol.* 100, 1261–1271.
- Aurousseau, B., Bauchart, D., Calichon, E., Micol, D., and Priolo, A., 2004.** Effect of grass or concentrate feeding systems and rate of growth on triglyceride and phospholipid and their fatty acids in the *Mlongissimus thoracis* of lambs. *Meat Science* 66, 531–541.
- Ba, H.V., Ryu, K.S., Lan, N.T.K., & Hwang, I., 2013.** Influence of particular breed on meat quality parameters, sensory characteristics, and volatile components. *Food Science and Biotechnology*, 22, 651–658.
- Ba, H.V., Park, K., Dashmaa, D., & Hwang, I., 2014.** Effect of muscle type and vacuum chiller ageing period on the chemical compositions, meat quality, sensory attributes and volatile compounds of Korean native cattle beef. *Animal Science Journal*, 85, 164–173.
- Bas, P., Morand-Fehr, P., 2000.** Effect of nutritional factors on fatty acid composition of lamb fat deposits. *Livestock Production Science*, 64, 61–79.
- Coulon, J.B. et Priolo, A., 2002.** La qualité sensorielle des produits laitiers et de la viande dépend des fourrages consommés par les animaux. *INRA Production Animale*, 15: 333-342.
- Couvreur, S., Hurtaud, C., Lopez, C., Delaby, L., Peyraud, J.L., 2006.** The linear relationship between the proportion of fresh grass in the cow diet, milk fatty acid composition and butter properties. *Journal dairy science*, 89, 1956-1969.
- Cramer, D. A., Barton, R. A., Shorland, F. B., and Czochanska, Z., 1967.** A comparison of the effects of white clover (*Trifolium repens*) and of perennial ryegrass (*Lotium perenne*) on fat composition and flavor of lamb. *Journal of Agricultural Science Camb.*, 69-367-373.
- Cuvelier, C., Clinquart, A., Hocquette, J.F., Cabaraux, J.F., Dufresne, I., Istasse, L., & Hornick, J.L., 2006.** Comparison of composition and quality traits of meat from young finishing bulls from Belgian Blue, Limousin and Aberdeen Angus breeds. *Meat Science*, 74, 522-531.
- Czochanska, Z., Shorland, F.B., Barton, R.A. and Rae, A.L., 1970.** A note on the effect of the length of the resting period before slaughter on the intensity of flavour and odour of lamb. *N.Z. Journal of Agricultural Research.*, 13, 662–663.
- Gatellier, P., Kondjoyan, A., Portanguen, S., Grève, E., Yoon, K., and Santé-Lhoutellier, V., 2009.** Determination of aromatic amino acid content in cooked meat by derivative spectrophotometry: implication in nutritional quality of meat. *Food Chemistry*. 114, 1074-1078.
- Geay, Y., 2001.** Effects of grass feeding systems on ruminant meat colour and flavour. *Animal Research Sciences*, 50 (3), pp.185-200.
- Geay, Y., Bauchart, D., Hocquette, J.F., and Culioli, J., 2002.** Valeur diététique et qualités

sensorielles des viandes de ruminants. Incidence de l'alimentation des animaux. Dans : INRA Productions Animales 15, 37-52.

**Genot, C., 1996.** Some factors influencing TBA test, Annual report of the Vth PCRD EU project: Dietary treatment and oxidative stability of muscle and meat products: nutritive value, sensory quality and safety (Diet-ox), AIR III-CT-92-1577.

**Gerber, N., Scheeder, M.R.L., Wenk, C., 2009.** The influence of cooking and fat trimming on the actual nutrient intake from meat. Meat Science, 81, pp. 48–154.

These B.Dumont. LA TENDRETE DE LA VIANDE. Annales de zootechnie. INRA / EDP Science, 1952 , 1(3) , PP. 71-95. Hal-00886576.

Guide-de-caractérisation phénotypique des races ovins de l'Algérie