

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE IBN KHALDOUN TIARET



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences de la Nature et de la Vie

Spécialité : Biologie de la conservation et développement durable

THÈSE DE DOCTORAT

PRÉSENTÉE POUR L'OBTENTION DU DIPLÔME DE DOCTORAT
3^{ème} CYCLE LMD

Par

M^r. RABAH Hocine Fadlallah

Impact des plantes steppiques sur la qualité de la viande et les caractères organoleptiques de la viande ovine, dans la région de Tiaret

Soutenu le : 13/07/2022

Membres de Jury

M^m MELIANI Samia,	Prof.	Présidente	Univ. Tiaret.
M^r. Niar Abdellatif,	Prof.	Rapporteur	Univ. Tiaret.
M^r BERRAYAH Mohamed,	MCA	Examineur	Univ. Tiaret.
M^m ZIDANE Azdinia,	MCA	Examinatrice	Univ. Chlef
M^r BEKADA Ahmed,	Prof.	Examineur	Centre U. Tissemsilet

Année universitaire : 2021/2022

Remerciements

Au terme de ce travail, je voudrais tout d'abord remercier Allah, notre créateur, de nous avoir donné la foi, de la guider, et pour tous les moyens ayant permis la réalisation de ce modeste travail. Ma première gratitude s'adresse au Professeur NIAR Abdellatif, de l'Université de Tiaret. C'est sous sa direction que ce travail a été accompli. Qu'il trouve ici toute ma reconnaissance pour ses encouragements, ses conseils, ses recommandations, le temps qu'il m'a consacré et sa bienveillance.

Que Madame le Professeure MELIANI Samia, de l'Université de Tiaret, trouve ici l'expression de ma profonde gratitude pour me faire l'honneur de présider le jury. Je l'en remercie infiniment.

Mes remerciements les plus sincères vont également aux membres du jury : Professeur BEKADA Ahmed, Docteure ZIDANE Azdinia, et Docteur BERRAYAH Mohamed.

Ce travail n'aurait pu être effectué sans l'aide inestimable du Professeur BOUDEROUA Kaddour, directeur de l'Ecole Supérieure d'Agronomie de Mostaganem, et le Professeur Marc Tor Naudi, directeur de laboratoire de production animale, université de Lleida, Espagne. Je les en remercie infiniment.

Un remerciement particulier aux Docteurs AZZAOUI Mohamed, MAAMAR Benchohra et BELABBES Mohamed.

Je remercie tous ceux qui m'ont rendu service et qui ont contribué de près ou de loin pour accomplir ce travail.

Liste des abréviations

AG : Acides gras.

AGIm : Acides gras intramusculaires.

AGI : Acides gras insaturé.

AGMI : Acides gras monoinsaturé.

AGS : Acides gras saturé.

PUFA : Acides gras polyinsaturé.

AGPILC : Acides gras polyinsaturés longues chaînes.

n-3 : Omega 3.

n-6 : Oméga 6.

DHA : Docosahexaénoïque.

DPA : Docosapentaénoïque.

EPA : eicosapentaénoïque.

CLA : Acide linoléique conjugué.

AV : Acide vaccénique.

AGV : Acides gras volatils.

SNP : polymorphismes mono-nucléotidiques.

TBARS : Substances réactives à l'acide thiobarbiturique.

BVP : Bonne valeur pastorale.

TBVP : Très bonne valeur pastorale.

FVP : Faible valeur pastorale.

TFVP : Très faible valeur pastorale.

SVP : Sans valeur pastorale.

MVP : Moyenne valeur pastorale.

MDA : Malon dialdéhyde.

FADS1 : Enzyme désaturase 1 d'acides gras.

FADS2 : Enzyme désaturase 2 d'acides gras.

GCMS : chromatographie en phase gazeuse ou spectrométrie de masse.

ERO : Espèces réactives de l'oxygène.

PIB : Produit agricole intérieur brut.

Liste des Figures

Figure 1. Les principales voies métaboliques des AG au sein du rumen	13
Figure 2. Principales voies putatives de biohydrogénation ruminale	14
Figure 3. Désaturation et élongation des acides gras ω - 3 et ω - 6 par les enzymes désaturases d'acides gras FADS2 (D6) et FADS1 (D5)	15
Figure 4. Les étapes de l'initiation, de terminaison et de propagation de la lipopyroxydation	16
Figure 5. Localisation de la wilaya de Tiaret	24
Figure 6. Entretien avec un éleveur lors du pâturage de son troupeau en période hivernale.....	25
Figure 7. Obtention directe des esters méthyliques d'acides gras des régimes alimentaires par la trans estérification.....	28
Figure 8. Identification et quantification des acides gras de la viande par la chromatographie en phase gazeuse.....	32
Figure 9. Préparation des morceaux de viande d'agneaux pour la cuisson	33
Figure 10. Diagramme de mesure de la tendance et de la réponse de chaque variable	35
Figure 11. Diagramme étiqueté par l'identifiant de chaque questionnaire.....	35
Figure 12. Valeur pastorale des parcours libres de la région de Chehaima.....	39
Figure 13. Valeur pastorale des parcours libres de la région de Ain D'heb.....	39
Figure 14. Valeur pastorale des parcours libres de la région de N'aima.....	39
Figure 15. Valeur pastorale des jachères de la région de Chehaima.....	40
Figure 16. Valeur pastorale des jachères de la région de Ain D'heb.....	40
Figure 17. Valeur pastorale des jachères de la région de N'aima.....	40
Figure 18. Pourcentages des familles dans les zones d'études.....	42
Figure 19. Pourcentage des espèces végétales vivaces et annuelles.....	43

Liste des Tableaux

Tableau 1. Essentiel acides gras dans l'alimentation.....	19
Tableau 2. Les classes d'appétibilités.....	27
Tableau 3 : Programme d'alimentation du bétail en fonction de la saison.....	36
Tableau 4. Composition en acides gras de certains aliments utilisés pour nourrir les moutons (% des acides gras totaux)	45
Tableau 5. Effet de régime alimentaire sur la composition biochimique de la viande d'agneau.....	46
Tableau 6. Détermination de la jutosité en pourcentage des dégustateurs.....	52
Tableau 7. Détermination de la tendreté en pourcentage des dégustateurs.....	52
Tableau 8. Détermination de la flaveur en pourcentage des dégustateurs.....	53

المخلص

هدفتنا دراسة تأثير نبات السهوب على الخصائص الحسية للحم الضأن، من خلال مقارنة اللحوم من أربع مناطق: الشحيمة، عين دهب، نعيمة وبلدية تيارت، الناتج عن نظامين غذائيين موسمين، وهما: الربيع والشتاء. يشير سلوك التغذية للحملان أثناء الرعي إلى استساغة الأنواع النباتية للرعي، في منطقة الشحيمة، فهي ذات قيمة رعوية جيدة جداً (TBVP، 29٪)، تليها الأنواع ذات القيمة الرعوية المنخفضة (FVP، 26٪). أما في عين دهب، فإن غلبة أنواع نباتية ذات قيمة رعوية منخفضة للغاية (TFVP، 29٪)، (TBVP، 18٪) و (FVP، 18٪)، أما بالنسبة لنعيمة، فهي (TBVP، 43٪) و (FVP، 23٪).

في البور، النباتات السائدة في منطقة الشحيمة هي تلك التي ليس لها قيمة رعوية (SVP، 34٪) تليها أنواع (TBV، 24٪)، أما في منطقة عين دهب فهي أنواع (TBVP، 24٪) انضمت إليها أنواع (BVP، 19٪) و (SVP، 19٪).

سمحت التحليلات الكيميائية الحيوية للحوم باستنتاج أن محتوى الدهون في الحملان المركز أعلى من تلك الموجودة في المرعى (3.64٪ مقابل 3.07٪) على التوالي ($P < 0.05$). أما بالنسبة لمحتوى مالون ديالديهيد، فهو مرتفع في لحم الحملان بتركيز (0.32 مجم MDA / كجم) مقارنة بمحتوى الرعي (0.18 مجم MDA / كجم) ($P < 0.05$).

فيما يتعلق بمحتوى الأحماض الدهنية العضلية، فإن إجمالي محتوى الأحماض الدهنية المشبعة هو السائد إلى حد كبير في الشحيمة (25.42 مقابل 16.66 مجم / 100 جرام)، عين دهب (22.60 مقابل 14.40 مجم / 100 جرام)، والنعيم (24.03 مقابل 14.24 مجم / 100 جرام) ($P < 0.05$) للحملان من المركز، ولكن لم يكن هناك فرق في AGS بالمقارنة مع الحملان من مرعى تيارت.

التركيبية الحمض الدهني (C16: 0) أعلى بشكل ملحوظ في لحم الحملان من المركز مقارنة بتلك الموجودة في المرعى، في تيارت (11.93 مقابل 10.96 مجم / 100 جم)، عين دهب (11.67 مقابل 11، 24 مجم / 100 جم)، ونعيمة (11.23 مقابل 5.65 مجم / 100 جم) على التوالي، والحمض الدهني (C18: 0) في تيارت (7.47 مقابل 6.60 مجم / 100 جرام) وعين دهب (8.82 مقابل 4.97 مجم / 100 جرام) ($P < 0.05$) على التوالي.

لم يتم الإبلاغ عن أي اختلاف في إجمالي محتوى الأحماض الدهنية الأحادية غير المشبعة، ومع ذلك، فإن هيمنة الأحماض الدهنية الأحادية غير المشبعة الفردية في الحملان من التركيز في تيارت، والتي يعتبر الحمض الدهني C18: 1 trans-9 هو الأكثر شيوعاً، يليه C16: 1 و C18: 1 cis-11 على التوالي ($p < 0.05$)، ومع ذلك، لوحظت اختلافات قليلة، تظهر من خلال هيمنة C18: 1 عبر 9 و C20: 1 في عين دهب. بالنسبة إلى PUFA، لم يلاحظ أي اختلافات، على الرغم من أن تركيزات PUFAs n-3 لم تظهر أي أهمية في الحملان للوجبتين في تيارت، ومع ذلك، في الشحيمة وعين دهب ونعيمة، كان تركيز PUFAs n-3 أقل عند أولئك اللذين تناولوا الغذاء المركز مقارنة بأغنام المرعى (0.34 مقابل 1.75، 0.36 مقابل 1.85، 0.27 مقابل 0.59 ملجم / 100 جم) ($P < 0.05$) على التوالي. لم يتم الكشف عن أي فرق لـ PUFAs n-6. يعتبر تركيز C18: 3n-3 أكثر أو أقل أهمية في لحوم الحملان العشبية في تيارت وشحيمة وعين دهب ونعيمة (0.19 مقابل 0.45، 0.12 مقابل 1.34، 0.14 مقابل 1.46، 0.15 مقابل 1.74 مجم / 100 جم) ($p < 0.05$) على التوالي، بينما يُظهر C18: 2 n-6 كمية أعلى قليلاً في الحملان من التركيز في تيارت ونعيمة مقارنة بتلك الموجودة في المرعى (4.06 مقابل 3.6، 4، 20 مقابل 2.53 مجم / 100 جرام) على التوالي.

كانت نسب $\Sigma n6 / n3$ التي لوحظت في الحملان من الوجبتين في تيارت والشحيمة وعين دهب ونعيمة مناسبة لتوصيات خبراء التغذية (0.06، 0.07، 0.09 مقابل 0.12، 0.31، 0.36، 0.12 مجم / 100 جم) ($p < 0.05$) على التوالي، وبالتساوي، لنسبة AGPI / Σ AGS المرغوبة لصحة الإنسان ولصالح حملان المرعى في الشحيمة وعين دهب (0.53 و 0.49 مجم / 100 جم) ($P < 0.05$) على التوالي، ولكن، تظل هذه النسبة غير محبذة بالنسبة للنظامين العلائقيين في المناطق الأخرى نظراً لعدم وفائهم بالتوصيات المرغوبة. فيما يتعلق بالخصائص الحسية للحم خروف، اعتبر 57٪ من المتذوقين أن العصارة والنكهة مقبولة، و53٪ وجدوا الطراوة مقبولة، بينما 50٪ اعتبروا أن العصارة والنكهة من لحم الضأن من المركز مقبولة و57٪ قيموا الرقة بأنها صعبة. وخلص إلى أن الحملان التي ترعى في أراضي السهوب تتميز بمظهر مناسب من الأحماض الدهنية في مراحل مرغوبة للمستهلكين المهمين بالمنتجات العضوية، وهذا يدعم تربية الأغنام في السهوب لتلبية الطلب على إنتاج اللحوم عالية الجودة.

الكلمات المفتاحية:

المرعى، المركز، النظام الغذائي، لحم الضأن، الجودة الحسية، الأحماض الدهنية العضلية.

Résumé

Notre objectif principal a été d'étudier l'incidence de la végétation steppique sur les caractères organoleptiques de la viande d'agneau, en comparant des viandes de quatre régions : Chehaima, Ain Deheb, Naima et la commune de Tiaret, celles-ci sont issues de deux régimes alimentaires saisonniers, à savoir : printanières et hivernale. Le comportement alimentaire des agneaux lors du pâturage indique l'appétibilité des espèces végétales broutées : dans la zone de Chehaima, elle est de très bonne valeur pastorale (TBVP, 29 %), suivie par des espèces à faible valeur pastorale (FVP, 26%). Cependant à Ain Deheb, par des espèces végétales à une valeur pastorale très faible (TFVP, 29 %), (TBVP, 18 %) et (FVP, 18%), quant à Naima, elles sont de (TBVP, 43 %) et (FVP, 23%). En jachère, dans la zone de Chehaima sont celles de sans valeur pastorale (SVP, 34 %), et (TBVP, 24 %). A Ain Deheb par (TBVP, 24 %), (BVP, 19 %) et (SVP, 19 %).

Les analyses biochimiques ont permis de déduire que la teneur en matière grasse dans la viande de concentré est plus élevée que celle de l'herbe (3,64 % vs 3,07 %) respectivement ($P < 0,05$). Quant à la teneur en Malon dialdéhyde, est élevée chez la viande du concentré (0,32 mg MDA/kg) par rapport à celle de l'herbe (0,18 mg MDA/kg) ($P < 0,05$).

La teneur totale en acides gras saturés est largement dominante à Chehaima (25,42 vs 16,66 mg/100g), Ain Deheb (22,60 vs 14,40 mg/100g), et Naima (24,03 vs 14,24 mg/100g) ($P < 0,05$) pour les agneaux du concentré, mais il n'y avait aucune différence en AGS lorsqu'on les a comparés à celle issue des agneaux du pâturage de Tiaret.

La composition en (C16 :0) est significativement supérieure dans la viande de concentré par rapport à celle de l'herbe, à Tiaret (11,93 vs 10,96 mg/100g), Ain Deheb (11,67 vs 11,24 mg/100g), et Naima (11,23 vs 5,65 mg/100g) respectivement, et pour l'acide gras (C18 :0) à Tiaret (7,47 vs 6,60 mg/100g) et à Ain Deheb (8,82 vs 4,97 mg/100g) ($P < 0,05$) respectivement. Aucune différence n'a été signalée en teneur totale des acides gras monoinsaturés AGMI ; toutefois, une dominance des AGMI individuels chez les agneaux du concentré à Tiaret, dont l'AG C18 :1 trans-9 est le plus dominant, suivie par C16 :1 et C18 :1 cis-11 respectivement ($p < 0,05$). Néanmoins, peu de différences sont observées, présentées par la dominance de C18 :1 trans-9 et C20 :1 à Ain Deheb. Pour les en acides gras polyinsaturés AGPI aucune différence n'a été observée, bien que les concentrations des AGPI n-3 n'aient présenté aucune signification chez les agneaux des deux régimes à Tiaret. Cependant, à Chehaima, Ain Deheb et Naima, la concentration des AGPI n-3 a été moins élevée chez ceux du concentré par rapport aux agneaux des pâturages (0,34 vs 1,75, 0,36 vs 1,85, 0,27 vs 0,59 mg/100g) ($P < 0,05$) respectivement. Aucune différence n'a été révélée pour les AGPI n-6. La concentration de C18 :3n-3 a été plus ou moins importante dans la viande des agneaux de l'herbe à Tiaret, Chehaima, Ain Deheb et Naima (0,19 vs 0,45, 0,12 vs 1,34, 0,14 vs 1,46, 0,15 vs 1,74 mg/100g) ($p < 0,05$) respectivement, tandis que le C18 :2 n-6 présente une quantité légèrement élevée chez les agneaux du concentré à Tiaret et Naima par rapport à ceux des pâturages (4,06 vs 3,6, 4,20 vs 2,53 mg/100g) respectivement.

Les rapports $\Sigma n6 / \Sigma n3$ observés chez les agneaux issus des deux régimes à Tiaret, Chehaima, Ain Deheb et Naima, étaient convenables aux recommandations des nutritionnistes (0,05, 0,06, 0,07, 0,09 vs 0,12, 0,31, 0,36, 0,12 mg/100g) ($p < 0,05$) respectivement, et tout autant pour le rapport $\Sigma AGPI / \Sigma AGS$ qui est souhaitable pour la santé humaine et en faveur pour les agneaux des pâturages à Chehaima et Ain Deheb (0,53 et 0,49 mg/100g) ($p < 0,05$) respectivement. Néanmoins, ce rapport demeure déconseillé pour les deux régimes dans les autres régions, puisqu'ils n'ont pas atteint les recommandations désirables. Concernant les propriétés sensorielles de la viande des agneaux des pâturages, 57 % des dégustateurs ont jugé que la jutosité et la flaveur sont acceptables, 53 % ont trouvé que la tendreté est acceptable, tandis que 50 % ont évalué la jutosité et la flaveur de la viande des agneaux du concentré comme acceptable et 57 % ont jugé que la tendreté est dure. Il est conclu que les agneaux qui pâturent dans les parcours steppiques sont caractérisés par un profil d'AG convenables à des stades souhaitables pour les consommateurs qui s'intéressent aux produits biologiques, et cela soutient l'élevage ovin dans la steppe pour répondre à la demande de production de viande de qualité.

Mots clés :

Pâturage, concentré, régimes alimentaires, viande d'agneau, qualité organoleptique, acides gras intramusculaires.

Abstract

Our main objective was to study the impact of steppe vegetation on the organoleptic characteristics of lamb meat, by comparing meats from four regions: Chehaima, Ain Deheb, Naima, and the municipality of Tiaret, resulting from two seasonal diets, namely spring and winter. The feeding behavior of lambs during grazing indicates the palatability of the grazed plant species, in the Chehaima zone, it is of very good pastoral value (TBVP, 29%), followed by species of low pastoral value (FVP, 26%). However, in Ain Deheb, by plant species with a very low pastoral value (TFVP, 29%), (TBVP, 18%) and (FVP, 18%), as for Naima, they are (TBVP, 43%) and (FVP, 23%). In fallow, the Chehaima area are those of no pastoral value (SVP, 34%), and (TBVP, 24%). In Ain Deheb by (TBVP, 24%), (BVP, 19%) and (SVP, 19%).

The biochemical analyzes of the meats allowed to deduce that the fat content in the lambs of the concentrate was higher than those of the pasture (3.64% vs 3.07%) respectively ($P < 0.05$). As for the Malondialdehyde content, it was higher in the meat of lambs in the concentrate (0.32 mg MDA/kg) compared to that of pasture lambs (0.18 mg MDA/kg) ($P < 0.05$). Regarding intramuscular fatty acid content, the total saturated fatty acid content is largely dominant in Chehaima (25.42 vs 16.66 mg/100 g), Ain Deheb (22.60 vs 14.40 mg/100 g), and Naima (24.03 vs 14.24 mg/100 g) ($P < 0.05$) for lambs from the concentrate, but there was no difference in AGS when compared to that of lambs from the pasture of Tiaret.

The fatty acid composition (C16: 0) is significantly higher in the meat of lambs from the concentrate compared to those from the pasture, in Tiaret (11.93 vs 10.96 mg/100 g), Ain Deheb (11.67 vs 11, 24 mg/100 g), and Naima (11.23 vs 5.65 mg/100 g) respectively, and for fatty acid (C18: 0) in Tiaret (7.47 vs 6.60 mg/100 g) and Ain Deheb (8.82 vs 4.97 mg/100 g) ($P < 0.05$) respectively. No difference was reported in total MUFA content, however, the dominance of individual MUFAs in lambs from the concentrate in Tiaret, of which C18: 1 trans-9 GA is the most dominant, followed by C16: 1 and C18: 1 cis-11 respectively ($p < 0.05$), however, few differences are observed, exhibited by the dominance of C18: 1 trans-9 and C20: 1 in Ain Deheb. For PUFA no differences were observed, although the concentrations of n-3 PUFAs did not show any significance in lambs of the two diets in Tiaret, nevertheless, in Chehaima, Ain Deheb, and Naima the concentration of n-3 PUFAs, was lower in concentrate diet compared to pasture lambs (0.34 vs 1.75, 0.36 vs 1.85, 0.27 vs 0.59 mg/100 g) ($P < 0.05$) respectively. No difference was revealed for n-6 PUFAs. The concentration of C18: 3 n-3 is more or less important in the meat of grass lambs in Tiaret, Chehaima, Ain Deheb, and Naima (0.19 vs 0.45, 0.12 vs 1.34, 0.14 vs 1.46, 0.15 vs 1.74 mg/100 g) ($p < 0.05$) respectively, while the C18: 2 n-6 shows a slightly higher amount in the lambs from the concentrate in Tiaret and Naima compared to those of the pasture (4.06 vs 3.6, 4, 20 vs 2.53 mg/100 g) respectively.

The $\Sigma n 6 / \Sigma n 3$ ratios observed in lambs from the two diets in Tiaret, Chehaima, Ain Deheb and Naima, were suitable for the recommendations of the nutritionists (0.05, 0.06, 0.07, 0.09 vs 0.12, 0, 31, 0.36, 0.12 mg/100 g) ($p < 0.05$) respectively, and equally for the $\Sigma AGPI / \Sigma AGS$ ratio which is desirable for human health and in favor of pasture lambs in Chehaima and Ain Deheb (0.53 and 0.49 mg/100 g) ($p < 0.05$) respectively, however, this ratio remains discouraged for the two diets in other regions since they did not meet the desirable recommendations. Regarding the sensory properties of the meat from pasture lambs, 57% of the tasters judged the juiciness and flavor to be acceptable, 53% found the tenderness to be acceptable, while 50% rated the juiciness and flavor of the Lamb meat from concentrate as acceptable and 57% rated the tenderness as tough. It is concluded that lambs grazing in steppe rangelands are characterized by a suitable fatty acid profile at desirable stages for consumers interested in organic products, and this supports sheep farming in the steppe to meet demand for quality meat production.

Keywords:

Pasture, concentrate, diet, lamb meat, organoleptic quality, intramuscular fatty acids.

Table des matières

Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Résumé	
Introduction.....	1

Synthèse bibliographique

I. Présentation de la steppe, l'alimentation et l'élevage d'ovin

1	Aperçu sur la steppe en Algérie	5
2	Ressources pastorales qui caractérisent les parcours steppiques	5
3	La conduite alimentaire	6
4	Systèmes d'élevage pastoraux en Algérie	6
5	Aperçu sur la taille et la gestion des troupeaux	7
6	Structure et composition des troupeaux.....	7
7	Ressources génétiques ovines	8
8	Contraintes et préservation des parcours steppiques.....	8

II. Métabolisme et valeur nutritionnelle des acides gras de la viande ovine

1	Acides gras.....	10
2	Classification des lipides	10
3	Types d'acides gras	10
4	Acides gras des régimes alimentaires.....	11
5	Synthèse de novo des acides gras.....	11
6	Digestion ruminal.....	12
7	Oxydation lipidique.....	15
8	Stabilité oxydative.....	17
9	Alimentation et biosynthèses des AGPI	17
10	Effet d'une alimentation riche en graisse sur la santé humaine	18

III. Propriétés sensorielles de la viande et les réactions de dégradation thermique

1	Qualité organoleptique	20
1.1	Flaveur	20
1.2	Tendreté	20
1.3	Jutosité	20
1.4	Couleur.....	21
2	Facteurs influençant la qualité de la viande.....	21
3	Réaction de Maillard	21
4	Déroulement de la réaction de Maillard	22
5	Produits issus de la réaction de Maillard.....	22
6	Interactions entre les lipides et les produits de la réaction de Maillard :	23

Partie expérimentale

I. Matériels et méthodes

1	Localisation de la région d'étude	24
2	Méthodologie d'enquête	25
3	L'appétibilité des espèces végétales.....	26
4	L'indice d'acceptabilité :	26
5	Échantillonnage des espèces végétales.....	27
6	Analyse d'esters méthyliques d'acides gras des régimes alimentaires	27
7	Dosage de la matière sèche (<i>NFV 3903 AFNOR 1985</i>)	28
8	Dosage de la matière minérale (<i>NFV 15-101-AFNOR 1985</i>).....	28
9	Dosage des protéines brutes (Méthode <i>Kjeldahl AOAC, 1990</i>).....	29
10	Détermination des lipides totaux de la viande.....	30
11	Mesure de la stabilité oxydative des lipides de la viande d'agneau par la méthode de <i>Genot, (1996)</i>	30
12	Acides gras de la viande.....	31
13	Analyse d'esters méthyliques d'acides gras.....	31
14	Prélèvements et cuisson de la viande.....	32
15	Analyse statistique	33

II. Résultats et discussions

1	Présentation des résultats d'enquêtes sur l'élevage.....	34
2	Conduite des troupeaux	36
3	Préférences fourragères perçues par les éleveurs.....	37
4	Accessibilité au pâturage	38
5	Composition systématique.....	42
6	Espèces végétales pertinentes pour le pâturage	43
7	Profil d'acides gras des régimes.....	44
8	Composition biochimique de la viande d'agneau	46
9	Profil d'acides gras de viandes.....	47
10	Propriétés sensorielles de la viande	52
10.1	Jutosité de la mastication	52
10.2	Tendreté de la mastication	53
10.3	Flaveur de la mastication	54
	Conclusion.....	55
	Références bibliographiques.....	57

Introduction

En Algérie, la production ovine assume une part importante de l'élevage des ruminants, avec un troupeau d'environ 20 millions d'ovins, cela permet de constituer la colonne vertébrale de la production de la viande rouge par une contribution de plus de 50% de la production nationale et de 10 à 15% dans le produit agricole intérieur brut (PIB) (**Moula, 2018**). La viande rouge demeure quasi présente dans les fêtes religieuses et familiales des algériens (**Rondia et al., 2006**), qui préfèrent les agneaux de parcours steppiques par rapport à ceux qui vivent en stabulation (**Belhouadjeb et Chehat, 2013**).

Les milieux pastoraux caractérisent les régions méditerranéennes arides et semi-arides, constituant un élément clé de la stabilité, ils sont considérés comme une source alimentaire importante aux petits ruminants, par des formations pérennes de l'alfa (*Macrochloa tenacissima*), Armoise (*Artemisia herba-alba*), remth (*Hammada scoparia*) et le sparte (*Lygeum spartum*) (**Benaradj et al., 2010 ; Boucherit et al., 2017**), d'une part, **Rondia et al., (2006)** ont indiqué qu'il existe un lien étroit entre la disponibilité et la qualité des plantes palatables et la quantité des précipitations automnales et printanières et les plantes annuelles représentées par différentes espèces de graminées et des légumineuses d'autre part.

L'alimentation dans les périodes défavorables est un facteur limitant à la production animale, notamment en hiver et en été où les fourrages de bonne qualité disparaissent, et les petits ruminants n'ont donc que de se nourrir avec du fourrage de mauvaise qualité, qui n'offre aucun intérêt pastoral, ceci entraîne une faible production de viande et impose aux éleveurs de trouver un alternatif alimentaire pour leurs troupeaux (**Du et al., 2019**). Certain auteurs **Daoudi et al., (2013)** ont également signalé d'autres contraintes connues dans la steppe, qui traduisent une importante régression du couvert végétal tels que la sécheresse et le surpâturage, et qui se reflète sur la disponibilité et la diversité de la végétation au sein des parcours steppiques. Afin d'induire des adaptations pour reconstituer les parcours steppiques et de gérer tout éventuel risque pour faire face à des situations cruciales qui peuvent s'accroître et entraîner une baisse productivité pastorale. Cependant, l'incapacité de fournir suffisamment de nourriture aux troupeaux, des stratégies importantes (**Ayad et al., 2010 ; Oumar, 2010 ; Dia et Duponnois, 2012**) pourraient être impliquées dans la régénération du couvert végétal par des actions de réhabilitations et de restaurations des parcours par la mise en défens, et ainsi, de sensibiliser la communauté rurale à adopter et maintenir ces aménagements, notamment, ceux qui dépendent fortement des pâturages, en les motivant à exploiter les terres, en pratiquant des systèmes agropastoraux, en particulier les céréales afin de couvrir les besoins alimentaires de leurs troupeaux. Il est également envisagé d'introduire

la tendance d'achat des aliments concentrés aux éleveurs, rotation sur les différents parcours lointains, moderniser et élargir plus encore le réseau de mobilité existante pour se rendre sur les meilleurs pâturages, où les troupeaux auraient la possibilité d'accéder et de choisir les meilleures herbes à brouter.

La tendance actuelle et les exigences des consommateurs qui prennent en considération l'impact de leurs choix en matière de qualité de la viande sur leur santé restent un défi pour les éleveurs d'agneaux, afin de produire une viande convenable riche en nutriments nécessaires (*Fowler et al., 2019*). Un aperçu sur des études qui concernent la qualité organoleptique de la viande d'agneau et l'impression des consommateurs à l'égard de la satisfaction de leurs besoins et leurs désirs en consommation de la viande. *Font-i-Furnols et Guerrero (2014), et Stampa et al., (2020)* ont rapporté que les consommateurs apprécient la viande des agneaux issus du pâturage à ceux qui sont nourries avec du concentré, et cela s'appuie sur les convictions et les attentes des consommateurs envers la viande des agneaux issus des pâturages qui sont liées à une viande plus naturelle, viande plus savoureuse et plus saine par rapport aux agneaux issus des concentrés. Dans les hautes plaines steppiques oranaises, particulièrement dans les régions steppiques de la wilaya de Tiaret qui ont une vocation agropastorale, les parcours steppiques fournissent environ 50 % des ressources fourragères énergétiques, comme alimentation servie aux troupeaux, alors que les cultures fourragères et les jachères pâturées constituent le reste de la disponibilité fourragère selon un calendrier alimentaire qui se distingue par trois périodes saisonnières : les chaumes (de juin à octobre), la paille de céréale (de septembre à mars), les jachères et les parcours (de janvier à mai) (*Youcfi et al., 2017*).

Le pâturage de l'herbe qui caractérise les parcours steppiques occupe une place exceptionnelle, d'un certain point de vue ; il établit l'une des liaisons pertinentes avec le terroir d'origine et là encore, au motif qu'il pourrait apporter à la viande des attributs sains et des caractéristiques sensorielles particulières, notamment, à travers la fraction lipidique (*Dufey et Collomb, 2008*). L'acceptation et l'appétence de la viande d'agneau sont affectées par les acides gras intramusculaires (AGIm) apportés par l'alimentation, qui ont un impact significatif sur la jutosité, la flaveur, et la tendreté (*Suleman, et al., 2020*). La composition botanique et lipidique de l'herbe pâturée dans les zones steppiques détermine le profil d'acides gras de la viande d'agneaux commercialisée, bien que les agneaux ont certaines préférences alimentaires des espèces végétales sur d'autres, la composition en acides gras polyinsaturés intramusculaire reste importante, où ces acides gras sont protégés contre la

biohydrogénation par des antioxydants solubles dans la graisse d'origine végétale, cette caractéristique dominante reste prévalue dans le régime des agneaux commercialisés pendant la période des pâturages dans les parcours steppiques par rapport à ceux qui sont nourris du concentré (*Vargas-Junior et al., 2020*). Certains auteurs ont démontré que le régime alimentaire à base de l'herbe conduit à un taux élevé en AGPI (Acides gras polyinsaturés intramusculaire) dans la viande d'agneau, dont l'acide gras dominant est l'acide α -linoléique (ALA) C18 : 3 n-3, tandis que, dans le régime alimentaire à base de concentré l'acide gras dominant est l'acide linoléique (AL), C18 : 2 n-6 (*Nuernberg et al., 2008 ; Boughalmi et Araba, 2016*). Les acides gras polyinsaturés de la famille n-3 en particulier l'acide (ALA), et ces précurseurs l'acide eicosapentaénoïque (EPA) et l'acide docosahexaénoïque (DHA), sont avérées avoir des effets bénéfiques possibles sur les affections incessantes malignes chez l'être humain, notamment la cancérogenèse tumorale, l'obstruction à l'insuline et les maladies cardiovasculaires (*Anderson et Ma, 2009*). La nature de l'alimentation pourrait avoir une influence sur la production de la viande d'agneaux, en particulier, se reflète sur l'aspect de la saveur, la jutosité, la tendreté et la couleur, en affectant la caractérisation biochimique de la viande. De ce qui précède, en vue de satisfaire les besoins des consommateurs qui considèrent la viande d'agneaux comme un aliment de qualité supérieure, une production d'une telle viande de bonne qualité était produite à base du régime alimentaire d'herbe. Il est important d'étudier l'amplitude de modifications sur les propriétés biochimiques qui confèrent à la viande des attributs qui sont d'autant plus en pâturant dans la steppe où la végétation est diversifiée.

L'objectif principal de cette étude a été d'évaluer l'impact du régime alimentaire basé sur le pâturage d'herbe au niveau de la steppe de la wilaya de Tiaret sur la qualité organoleptique de la viande ovine, notamment la saveur.

Dans la première partie de ce travail, les méthodes de recherche reposent sur la synthèse bibliographique qui comporte sur :

- Un aperçu sur les écosystèmes steppiques et la végétation qui les caractérise ;
- L'alimentation ovine et les systèmes d'élevage pastoraux ;
- L'exploitation et la préservation des parcours steppiques ;
- La composition chimique de la viande et la biosynthèse lipidique ruminal.

— L'impact des lipides alimentaires ingérés par les agneaux sur le profil des acides gras intramusculaires.

— L'incidence des facteurs extrinsèques et intrinsèques et les paramètres physico-chimiques sur les propriétés sensorielles de la viande d'agneau après la cuisson.

La seconde partie est consacrée à l'étude expérimentale, dont :

— Déterminer les espèces végétales broutées par les agneaux.

— Prélèvement des échantillons d'herbes dans les parcours, l'analyse de leur composition en acides gras.

— Déterminer les caractéristiques physico-chimiques et biochimiques de la viande d'agneaux.

— Analyser et identifier la composition lipidique par l'extraction des acides gras des lipides intramusculaires.

— Mesure de la qualité perçue de ces viandes à la suite de la réalisation d'un test de dégustation supervisé par des dégustateurs.

Synthèse bibliographique

I. Présentation de la steppe ; alimentation et élevage ovin

1 Aperçu sur la steppe en Algérie

En Algérie, entre deux grandes chaînes montagneuses, de l'Atlas Tellien au nord et l'Atlas saharien au sud, s'étend la steppe sur une superficie de 20 millions d'hectares de terre, sur une longueur de 1000 kilomètres et une largeur de 300 kilomètres à l'ouest et 150 kilomètres à l'est. Ces parcours sont caractérisés par des écosystèmes semi-arides à arides, où les isohyètes restent faibles ne dépassent pas les 400 mm au nord et 100 mm au sud. Elles présentent une végétation qui se développe en fonction des précipitations qui reçoivent ses parcours d'une grande variabilité particulièrement en espèces vivaces, ligneuses, et graminéennes. (*Nedjraoui et Bedrani, 2008. Khaldi., 2014*).

2 Ressources pastorales qui caractérisent les parcours steppiques

La végétation steppique recouvre 10 à 80 % du sol (*khaldi, 2014*) et elle est conditionnée par certains facteurs écologiques, édaphiques et anthropozoïques. Ces sols sont dominés par 4 grands types de formations végétales et azonales (psammophiles et halophiles), et comprennent des steppes d'alfa (*Macrochloa tenacissima*), dont l'aire potentielle était estimée à 4 millions d'hectares, des steppes d'armoise blanche (*Artemisia herba alba*) qui couvraient 3 millions d'hectares, des steppes à base de sparte (*Lygeum spartum*) représentant près de 2 millions d'hectares et enfin, les steppes d'*Arthrophytum scoparium* (remth), des arbres et d'arbustes à *Pistacia atlantica* (Pistachier de l'Atlas) et *Ziziphus lotus* (Jujubier) qui constituent dans les dayas une végétation de type azonal, qui a subi une influence des facteurs édaphiques notamment la remontée de sel, dont des espèces halophytes se localisent au niveau des chotts et sont représentées par des espèces adaptées telles que *Atriplex halimus* et *Salsola vermiculata* et d'autres espèces psammophytes à base d'*Aristida pungens*, *Thymellaea microphyla* et *Artemisia campestris*. Les facteurs limitants qui favorisent la dégradation des parcours steppiques contribuent à l'installation des espèces végétales qui présentent un écosystème dégradé, telle que la *Noaea mucronata*, ou formations mixtes (*Anabasis*, *asphodèles*, *Thymellaea* et *Peganum harmala*), et à psammophytes et gypso-halophytes (*Zerouati, 2016 ; Bechchari et al., 2014*). Durant la période printanière, cette végétation annuelle repousse avec un court cycle végétatif, et elle sujette à un broutage intense par les troupeaux, vu qu'elle présente un intérêt fourrager satisfaisant en besoins alimentaires aux animaux.

3 La conduite alimentaire

Les écosystèmes steppiques, de même que les pasteurs et leurs cheptels qui pâturent ont connu ces dernières années des changements importants sous l'influence des facteurs climatiques, économiques, sociaux, institutionnels et environnementaux, ce qui a conduit à une diminution des ressources pastorales où l'alimentation du cheptel est de plus en plus en péril. Cela nécessite impérativement de faire face et de trouver des régimes alimentaires alternatifs présentés en aliments concentrés comme l'orge, et le son de blé, ainsi que par les résidus de récolte tels que les chaumes et les pailles qui sont devenues une pratique courante (**Ben Salem, 2016**). Nombreuses sources d'aliments concentrés sont utilisées par les éleveurs durant les saisons défavorables, tels que le son de blé, grain d'orge et les sous-produits de l'agriculture. Il existe d'autres sources alimentaires : les chaumes, le déprimage des céréales au printemps, les céréales sinistrées, les repousses de céréales à l'automne, les jachères, des fourrages comme le foin et la paille d'avoine (**Jemaa, 2016**). Cependant, les coûts des aliments concentrés et les tarifs élevés de location des terres des chaumes de céréales obligent les éleveurs à utiliser les ressources pastorales, même s'ils sont peu productifs et hautement dégradés (**Hammouda et al., 2013**).

4 Systèmes d'élevage pastoraux en Algérie

Les systèmes d'élevage pastoraux consistent à conduire le cheptel pâturent en parcours steppiques ; cette mobilité est basée en fonction de la disponibilité et la répartition de la végétation dans ces parcours, dont elle est relative à la pluie saisonnière, un mouvement à longue distance pour parcourir le maximum des parcours, nécessite l'abreuvement, qui est assuré actuellement par des citernes mobiles (**Malcolm, 2001**). Afin d'assurer les besoins en alimentation de leurs cheptels, les pasteurs ont suivi certains systèmes d'élevage, en l'occurrence l'élevage extensif : Des déplacements basés sur la transhumance au printemps vers le nord aux zones telliennes pour pâture d'herbe (Ahaba), et en hiver vers le sud aux parcours présahariens (Azzaba) qui sont caractérisés durant cette période par un climat doux et une végétation appétente pour le cheptel telles que *Retama retam*, *Aristida sp* et *Arthrophytum* (**Nedjimi et Homida, 2006**). Le troisième mode est l'élevage sédentaire caractérisé par deux activités, l'agriculture et l'élevage, et qui est composé d'un troupeau de petite taille qui pâture dans les parcours de proximité et qui revient chaque soir à la bergerie (**Dugué et al., 2004**), et qui se nourrit également par des récoltes fourragères comme l'orge, l'avoine et le sorgho qui peuvent être consommés en vert ou en sec, mais ils restent insuffisants vu qu'ils sont riches en énergie et faibles en matière azotée (**Senoussi et al., 2014**). L'élevage

intensif, consiste à mettre le cheptel en stabulation entravée, visant principalement à accroître la production des produits carnés pour faire nourrir les animaux par des aliments concentrés et le pâturage à l'air libre aux alentours de l'habitat. Ce mode de pâturage peut augmenter la vulnérabilité des parcours approximatifs, et amoindrir le couvert végétal surtout dans le cas de sécheresse, ce qui rend les éleveurs de plus en plus sous dépendance des aliments concentrés (*Siad et al., 2019*). Généralement, l'élevage extensif est le système le plus adapté aux parcours steppiques, et il permet la rotation des troupeaux sur plusieurs régions des pâturages, ce qui permet la repousse de la végétation. Cependant, ce système exige des conditions délicates, et ils sont obligés de faire parcourir sur de longues distances, avec un manque d'eau et une alimentation déséquilibrée, et exige des moyens de transport et une main d'œuvre pour gérer et conduire ce troupeau (*Stoutah, 2017*).

5 Aperçu sur la taille et la gestion des troupeaux

En fonction de système d'élevage, la taille des troupeaux est variée, et présente une disparité entre les éleveurs dont certains d'eux peuvent atteindre jusqu'à 10 000 têtes, ce qui en fait d'eux de grands éleveurs entrepreneurs. La classification en catégorie de ces éleveurs est déterminée selon la disposition en nombre de têtes de brebis dans le troupeau (moins de 50 têtes, entre 50 et 100 têtes, entre 100 et 300 têtes, et plus de 300 têtes). Ceux qui pratiquent l'agriculture essentiellement à base d'orge et l'élevage dans une superficie de plus de dix hectares, et gèrent leurs exploitations, ils détiennent moins de cinquante têtes. D'autres éleveurs conduisent leurs troupeaux dans le but d'exploiter le maximum des ressources naturelles et qui ont un esprit et de la logique du marché ; ils possèdent des troupeaux avec un effectif important, en moyenne de trois cents têtes, et disposent des terres d'une superficie allant jusqu'à cent hectares : c'est la plus grande catégorie d'éleveurs. Une autre catégorie d'éleveurs en sont les nomades et les semi-nomades, et ils pratiquent une mobilité en franchissant des transects du sud-nord et nord-sud, et où la superficie des pâturages est de moins en moins réduite en raison de l'augmentation des terres labourées, notamment la céréaliculture et l'avancement de la mise en valeur des terres libres. Ceci qui limite la mobilité de leurs troupeaux de faible taille, et qui sont constitués en moyenne de cinquante têtes (*Kanoun et al., 2007 ; Bencherif, 2013*).

6 Structure et composition des troupeaux

La diversité des espèces au sein des troupeaux composés de bovin, ovine, et caprine est de plus en plus restreinte, quelquefois, ils ne regroupent qu'une seule espèce. Une rectification a été mise en œuvre au niveau des systèmes d'élevage pour permettre à ces éleveurs de

s'adapter aux contraintes rencontrées. La composition mixte des troupeaux offre à la fois aux éleveurs des produits carnés issus des différents animaux élevés, profite de l'offre des ressources pastorales fournie par les parcours en agissant sur certains déséquilibres dans la conduite alimentaire des animaux, et permet de contrôler toute épidémie pathologique propagée dans les troupeaux, et ainsi de diminuer la pression parasite explicite (*Abdelguerfi et Laouar, 2000*). En plus, et selon *Bensenane et al., (2014)*, l'avantage d'introduire le caprin dans ces troupeaux d'ovins permet de le conduire vers des pâturages des espèces herbacées coriaces et aux broussailles. Ceci est très important pour les éleveurs, qui doivent assurer une bonne santé de leurs troupeaux rustiques, ainsi qu'une bonne performance au froid et à la sécheresse. Cependant, les éleveurs cherchent un revenu élevé, ce qui n'est pas évident pour un troupeau constitué seulement de caprin. Les éleveurs cherchent à posséder un grand nombre d'espèce à élever et à assurer un certain niveau d'aisance économique, ce qui est évident chez certains éleveurs, et qui se manifeste par de l'élevage du bovin, en parallèle avec l'élevage d'ovin.

7 Ressources génétiques ovines

Le Ministère de l'Agriculture et de Développement Rural *MADR, (2017)* a indiqué que l'effectif du cheptel total a atteint 33,6 millions de têtes en 2017 en Algérie : il est composé de 6 % de l'effectif total soit avec 1,9 million de têtes bovines, 14 % soit 4,8 millions de têtes caprines et en première position par les ovins, qui constituent la majorité de l'effectif global par 78 % soit 26,4 millions de têtes. *Djaout et al., (2017)* ont mentionné que l'espèce ovine en Algérie est composée de 12 races présentées par *Ouled Djellal, Rembi, Hamra, Berbère, Barbarine, D'man, Sidaou, Tadmit, Tazegzawt, Ifilene, Srandi* et *Daraa* ; la prédominance est faite par la race 'Ouled Djellal', avec un taux de 63 %, suivie par la race 'Hamra' à 21 % et la race 'Rembi' à 11 %, regroupant 95 % de l'effectif du cheptel au niveau national (*Yahiaoui, 2011*).

8 Contraintes et préservation des parcours steppiques

Les zones steppiques sont caractérisées par des étages bioclimatiques semi-arides et arides, exposés aux impacts environnementaux tels que la sécheresse, aggravée par la désertification, ce qui les rendent vulnérables à la dégradation. De même, la sédentarisation issue de l'augmentation de la population rurale et la croissance en nombre de têtes de bétail implique une exploitation irrationnelle de leurs ressources végétales par le biais de surpâturage incontrôlé en augmentant la durée de la saison du pâturage, ainsi que de transformer intensivement des terres steppiques en terres arables pour satisfaire les besoins

des troupeaux en alimentation. Cette forte artificialisation entraîne des changements irréversibles, par une baisse du couvert végétal naturel (*MADR, 2017 ; kouba et al., 2018*). Pour faire face à cette situation, *Benaradj et al., (2013)* ont suggérés de mettre en repos les parcours dégradés afin qu'ils puissent se restaurer, et de se régénérer naturellement. *Senoussi et al., (2014)* proposent certaines mesures qui consistent à promouvoir la régénération naturelle des parcours dégradés par l'approche de la mise en défens, la plantation pastorale, restaurer et réhabiliter les parcours dégradés, ce qui permet d'améliorer la qualité fourragère, et se répercuter positivement sur la biodiversité et la résistance des sols de ces parcours. D'ailleurs, l'intégration des éleveurs dans le système agropastoral leur permet de valoriser les ressources fourragères et les sous-produits agricoles en tant qu'alimentation du bétail.

II. Métabolisme et valeur nutritionnelle des acides gras de la viande ovine

1 Acides gras

Les acides gras jouent non seulement un rôle structurel au niveau des membranes cellulaires des organismes vivants, et sont également considérés comme une source d'énergie métabolique (*Pase et Bürger, 2019*). Les acides gras sont des chaînes linéaires carboxyliques dont la plupart constituées d'un nombre pair d'atomes de carbone, de 4 à 28 et qui sont saturé ou insaturé, qui se trouvent naturellement soit sous forme triglycérides, de phospholipides ou encore sous forme libre, lorsqu'ils ne sont pas liés à d'autres molécules (*Marchello, 2016*).

2 Classification des lipides

L'attention croissante portée sur la qualité des viandes, source essentielle des lipides dans un régime alimentaire, est un déterminant majeur ; ceci a évoqué la nécessité d'améliorer la composition des acides gras en vue de produire une viande plus saine aux consommateurs (*Moro et Capel, 2019*). Les acides gras sont largement reconnus par leurs influences sur la durée de conservation, texture, et saveur de la viande (*Wood, 2017*). Le tissu graisseux inclut dans le muscle comprend environ 1 à 4 % d'acides gras totaux, qui sont communément appelés les lipides totaux, et qui varient aux alentours de 60 à 90 % de tissus adipeux (*Wood et al., 2003*), et sont généralement constitués par des triacylglycérols, qui sont composés de glycérol. Ce dernier comporte trois acides gras considérés comme étant des lipides neutres apolaires, qui n'ont pas une charge nette. Ils sont considérablement présents dans les acides gras saturés et les acides gras monoinsaturés synthétisés dans l'organisme, tandis que les acides gras du muscle sont majoritairement les triacylglycérols et les phospholipides. Ces derniers sont des molécules polaires ayant une charge nette et qui rentrent dans la composition des membranes cellulaires présentant environ 10 à 40 % des lipides totaux du muscle. Ils se différencient des triacylglycérols par la troisième position dont le glycérol est occupé par un groupe phosphate lié à une base azotée. Les phospholipides sont constitués majoritairement par les acides gras polyinsaturés qui proviennent souvent de l'alimentation (*Wood et Enser, 2017 ; Chabowski et Górski, 2019*).

3 Types d'acides gras

Les acides gras neutres et les phospholipides peuvent contenir des acides gras saturés (AGS) sans double liaison, alors que les acides gras insaturés (principaux constituants) peuvent être subdivisés en acides gras monoinsaturés (AGMI) avec une seule double liaison et en acides gras polyinsaturés (AGPI) avec plusieurs doubles liaisons. La nomination des acides gras insaturés se fait en fonction de la position de la chaîne carbonée se trouvant à l'extrémité

du groupe méthylique, dont la genèse des doubles liaisons se forme entre les atomes de carbone adjacents lorsque les atomes d'hydrogène sont perdus de la chaîne carbonée en ordre par exemple de (n-3, n-6, n-7, n-9) ; ces doubles liaisons peuvent être d'une configuration 'cis', qui signifie du même côté, ou 'trans' qui indique le côté opposé (*Gibson et Newsham, 2018 a ; Zeece, 2020*).

4 Acides gras des régimes alimentaires

Le régime alimentaire à base d'herbe a une tendance à contenir plus d'AGMI et AGPI de courte et de longue chaîne (*Dewhurst et Moloney, 2013*) ; en parallèle, une étude simultanée par laquelle a été indiqué que l'alimentation fournie aux ruminants à base de fourrages et/ou concentrés n'offrent qu'une quantité limitée en matière grasse, présentée essentiellement par l'acides palmitiques (16:0), oléiques (c9-18 : 1), linoléiques (c9, c12-18 : 2) et α -linoléiques (c9, c12, c15-18 : 3) qui est un acide prédominant chez les graminées, et représente 50 à 75 % des acides gras totaux (*Enjalbert et al., 2013*). Le 18 : 2 n-6 (LA) est un acide gras essentiel abondant dans les aliments concentrés, mais qui n'est pas synthétisé par l'organisme. De même, les feuilles des plantes et des herbes sont riches en 18:3 n-3 (ALA), qui est susceptible souvent à une dégradation dans le rumen en augmentant la quantité de 22:6 n-3 (acide docosahexaénoïque, DHA) dans les muscles des ruminants. Par ailleurs, il est fortement présent dans la viande des ovins nourris de fourrage ; ces deux acides gras essentiels peuvent subir à des actions de désaturation et d'élongation dans le rumen, en formant des AGPI à longue chaîne (C20-C22) (*Scollan et al., 2014*).

5 Synthèse de novo des acides gras

Les microorganismes du rumen chez les ruminants peuvent synthétiser de novo des acides gras mono et polyinsaturés (*Marcon et al., 2020*). Les acides gras sont non seulement issus de la biohydrogénation des acides gras insaturés provenant de l'alimentation, mais sont autant synthétisés de novo dans les glandes mammaires des ruminants (*Palmquist, 2006*). Les acides gras insaturés de l'alimentation ingérée subissent des actions microbiennes dans le rumen, ce qui conduit à une absorption intestinale des acides gras de plus en plus saturés. Cependant, le métabolisme ruminal des lipides renferme aussi la synthèse de novo par les microorganismes du rumen des acides gras insaturés ; néanmoins, cette synthèse de novo chez les microorganismes est réduite, et ils ne produisent qu'une faible quantité des AGPI quand l'ingestion des lipides d'origine alimentaire augmente, en favorisant l'assimilation de ceux qui sont exogènes, que de les synthétiser de novo (*Cuvelier et al., 2005*).

6 Digestion ruminal

Actuellement les consommateurs s'intéressent de plus en plus à la composition de la viande en acides gras essentiels d'une famille particulière, la famille des « oméga-3 », représentée par l'acide α -linoléique (ALA) (18 : 3 ω -3), plutôt que de l'oméga-6 par l'acide linoléique (LA) (18 : 2 ω -6), ces derniers sont bénéfiques à la santé humaine (*Marchello, 2016*). Dès que l'alimentation est dans le rumen, elle va subir l'action de lipolyse et d'une biohydrogénation qui sont assurées par les microbiotes ruminales, dont certains acides gras insaturés libérés sont séquentiellement réduits pour atteindre le stade final de la saturation en acide stéarique (18 : 0). En premier lieu, certains microorganismes lysent l'aliment afin d'obtenir des AG libres de galactolipides, de phospholipides et de triacylglycérols et également des substrats lipidiques tel que les esters de stérols pour produire d'un part des substrats tels que le glycérol et du galactose convertis immédiatement à des métabolites intermédiaires tel que le pyruvate, et le propionate qui sont aussi fermentés pour donner des acides gras volatils (AGV), et d'autre part en acides gras libres, qui vont s'exposer à une hydrogénation dans leurs doubles liaisons, qui est une succession de réactions des isomérisations et/ou repositionnements et des saturations afin d'aboutir le (18:0). (*Doreau et al., 2012 ; Dugan et al., 2018*). D'autres AG sont synthétisés de novo à partir de glucides, d'acides aminés et de précurseurs volatils de l'AG, quad ils ne sont pas servis pour concevoir les protéines ou les oxyder pour la production d'adénosine triphosphate (figure 1) (*Mapiye et al., 2012*).

Deux voies métaboliques déterminent l'absorption des AG dans le rumen : il y'a ceux qui peuvent être provenir des AGV, et qui résultent du métabolisme ruminal des hydrates de carbone alimentaire, selon lequel certaines bactéries sécrètent des enzymes comme des cellulases, des hémicellulases, des pectinases et des amylases, pour rendre les composés tels que la cellulose, l'hémicellulose et les pectines qui constituent les hydrates de carbone alimentaire solubles et assimilables pour pouvoir les dégrader. Des composés comme la cellulose, l'hémicellulose et les pectines sont des substances carbonées issus de cette action d'hydrolyse et qui sont à leur tour fermentés et convertis aux métabolites intermédiaires tel que le pyruvate, qui sont aussi fermentés pour donner des AGV principalement présentés en acide acétique (C2), l'acide propionique (C3) et l'acide butyrique (C4), l'acide valérique (C5) et l'acide hexanoïque (C6), et peuvent également synthétisés de novo à partir de glucides, d'acides aminés et de précurseurs volatils de l'AG (figure 1) (*Cuvelier et al., 2005*).

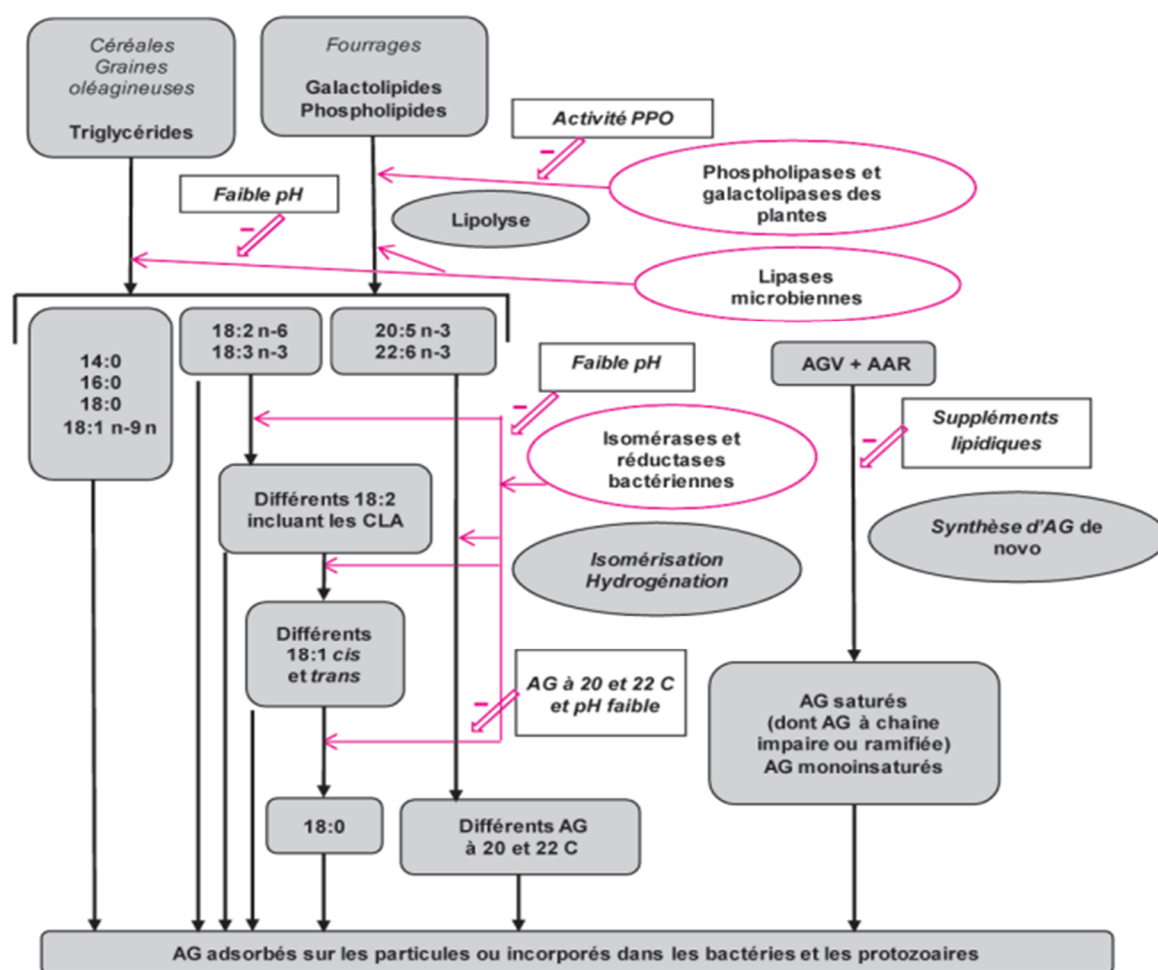


Figure 1. Les principales voies métaboliques des AG au sein du rumen : illustration simplifiée des principaux mécanismes de transformation (flèches noires) et de l'action des principales enzymes et facteurs d'inhibition (flèches rouges), 14:0 : acide myristique ; 16:0 : acide palmitique ; 18:0 : acide stéarique ; 18:1 n-9 : acide oléique ; 18:2 n-6 : acide linoléique ; 18:3 n-3 : acide linoléique ; 20:5 n-3 : acide eicosapentaénoïque ; 22:6 n-3 : acide docosahexaénoïque ; AGV : acides gras volatils ; AAR : acides aminés ramifiés ; CLA : acides linoléiques conjugués ; PPO : polyphénol oxydase. (Doreau et al., 2012).

La deuxième catégorie comprend des AG générés à partir du métabolisme ruminal des lipides alimentaires, et dont l'AG le plus abondant métabolisé dans le rumen chez les moutons issus des pâturages, et qui est l'ALN (18 :3-15c, 12 c, 9 c), tandis que celui chez les moutons à base de concentré est l'AL (18 :2-12c, 9 c). Dans le cas où ces voies sont majoritaires, l'hydrogénation d'AL conduit habituellement à la formation momentanée de CLA, principalement du l'acide ruménique (18 :2-11t, 9 c), qui dure peu de temps, et qui est ensuite converti en acide vaccénique (18 :1-11t) (AV), et enfin en acide stéarique (18 :0) (Figure 2). (Lourenço et al., 2010). D'une manière similaire l'hydrogénation de ALA se produit en trois phases successives en 18 :2-15c, 11 t puis le 18 :11 t pour atteindre 18 :0 (Doreau et al., 2012) (Figure 1 et Figure 2).

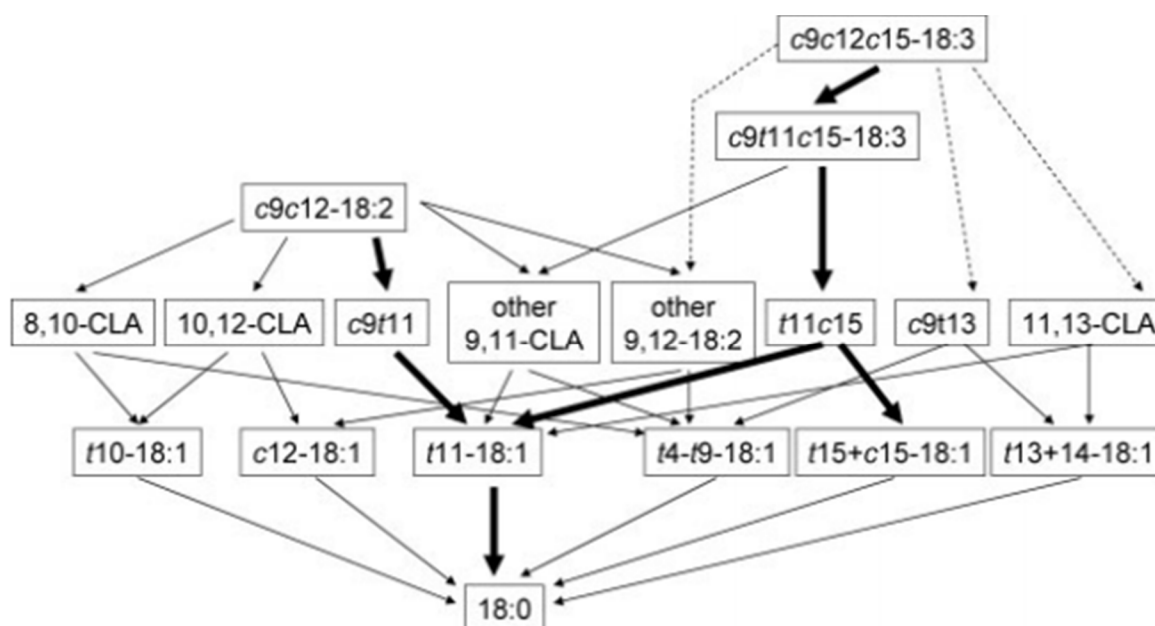


Figure 2. Principales voies putatives de biohydrogénation ruminale. Lorsque les configurations cis ou trans ne sont pas mentionnées, cela signifie que les différentes configurations cis-cis, cis-trans et trans-trans pourraient exister. Les flèches épaisses représentent les voies principales ; les flèches minces représentent d'autres voies putatives, comme le suggèrent les augmentations des isomères correspondants lors d'incubations in vitro d'acides linoléique et linoléique purs ; les flèches en pointillé représentent les voies de biohydrogénation, y compris les intermédiaires isomères 18:3 inconnus. Tous les AG putatifs ne sont pas mentionnés et les nombreuses interconversions entre l'isomère 18:1 ne sont pas représentées (Chilliard *et al.*, 2007).

Malgré l'hydrogénation ruminale excessive, une partie importante des AG échappe à la saturation, et sera sujette à une série d'étapes de désaturation et d'élongation de la chaîne carbonyle qui conduit à un allongement supplémentaire en acides gras polyinsaturés à longue chaîne (AGPILC) C20 et C22. (LA) est métabolisé en acide arachidonique (AA) (20:4n6) ; cependant, l'ALA est métabolisé en acide eicosapentaénoïque (EPA) (20:5n3) et acide docosahexaénoïque (DHA) (22:6n3). Quelques AGPILC de 20C et 22C sont naturellement disponibles dans certains aliments, qui vont étroitement s'hydrogéner dans le rumen, en engendrant des (AGPILC) de 20:0 ou 22:0 caractérisés par des doubles liaisons de 1 à 5, ces réactions demeurent faibles et insignifiantes (Figure 3) (Doreau *et al.*, 2012 ; Simopoulos, 2016).

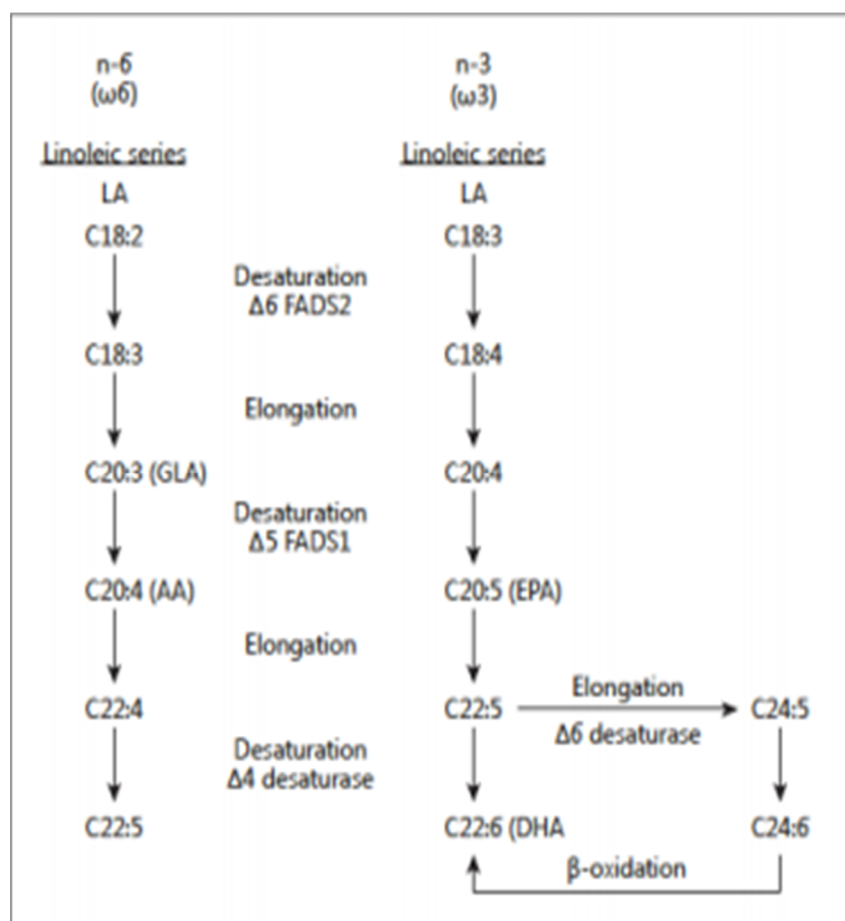


Figure 3. Désaturation et élongation des acides gras n- 3 et n - 6 par les enzymes désaturases d'acides gras FADS2 (D6) et FADS1 (D5) (Simopoulos., 2016).

7 Oxydation lipidique

La teneur de la viande en AGI détermine l'ampleur de l'oxydation des lipides (Ponnampalam et al., 2017). Les AGI sont susceptibles d'un rancissement oxydatif, en formant des peroxydes qui sont émergés suite à des facteurs environnementaux et technologiques, notamment l'exposition à l'air, la variation de la température journalière et la durée de stockage. Ils seront par la suite susceptibles à une décomposition qui développera une odeur désagréable par la formation des composés complexes comme les aldéhydes, les cétones et les différents composés volatils (Olatunde et Atungulu, 2018). Cependant chez les végétaux, l'impact des facteurs environnementaux présentés en durée de la conservation et la variation de température est évident sur le changement du profil des acide gras, Les recherches réalisée par Alencar et al., (2010) ont fourni des preuves que certains facteurs extrinsèques comme une longue durée de stockage et une variation de la température peuvent faire monter le taux d'AG dans les extraits du soja. Ce phénomène peut être dû à la

dégradation des lipides par des enzymes d'origine végétale présentés dans l'huile de soja, telle que la lipase, la peroxydase et la phospholipase, ce qui va exposer ces AG à une oxydation moins sévère, malgré le degré d'insaturation élevé, et cela est due à l'activité antioxydante.

L'oxydation des AGPI de l'alimentation est un processus radicalaire de réactions en chaîne, et qui est autocatalytique à trois différentes phases : l'initiation, la propagation et la terminaison (Figure 4), en présence de l'initiateur représenté par l'oxygène ; cette chaîne des réactions est appelée la peroxydation lipidique (*Jambrak et Škevin, 2017*).

La première phase est survenue après l'attaque d'une espèce radicalaire (radicaux hydroxyles, alcoxyles, peroxydes, l'oxygène singulet ou le peroxydinitrite) à un atome d'hydrogène (H) du groupement méthylène (CH₂) adjacent d'une double liaison qui est prélevé d'un acide gras polyinsaturé (LH) pour former des radicaux alkyle (L•) centrés sur le carbone (-•CH-). Ce dernier peut réagir à son tour avec la molécule de l'oxygène pour former un radical peroxyde (LOO•), qui peut à son tour réagir soit par (H) arraché d'un autre (LH), et c'est ce que l'on appelle 'la phase de propagation'. Il peut aussi se combiner avec l'atome (H), conduisant à la formation d'un hydroperoxyde lipidique (LOOH) qui sous l'action des métaux (Fe²⁺ ou Cu⁺), peut former des radicaux alcoxyles (LO•) et hydroxyles (HO•). Soit encore avec un (L•) (l'étape de terminaison) qui conduit à la formation des aldéhydes tels que le dialdéhyde malonique (ou malondialdéhyde, MDA), le 4-hydroxynonénal (4-HNE), ou des isoprostanes. En parallèle, ces radicaux entraînent également l'oxydation de la myoglobine du pigment musculaire en augmentant la vitesse du passage de l'oxymyoglobine rouge à la metmyoglobine brun foncé, ce qui mènera à une couleur de la viande de plus en plus foncée (*Michel et al., 2008 ; Pingret et al., 2013 ; Fernandes et al., 2018*).

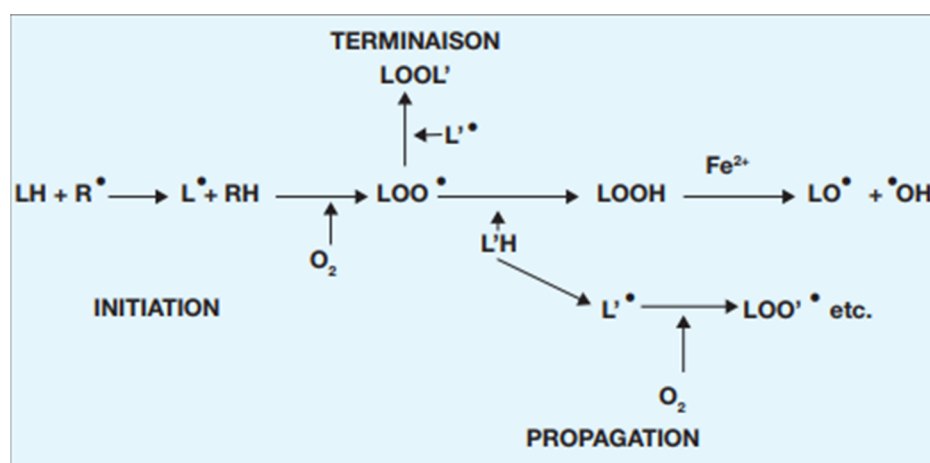


Figure 4. Les étapes de l'initiation, de terminaison et de propagation de la lipoperoxydation. R : radical initiateur (ERO) ;

LH : acide gras polyinsaturé ; L : radical lipidique ; LOO : radical peroxyde ; LOOH : hydroperoxyde ; LO : radical alkoxyde ; • OH : radical hydroxyle ; O₂ : oxygène ; LOOL : produit stable (*Michel et al., 2008*).

8 Stabilité oxydative

Le problème courant de la stabilité oxydative est un sujet inquiétant pour les nutritionnistes, en vue d'augmenter la durée de conservation des aliments, ce qui est le cas pour la viande et ces dérivées ; *Fernandes et al., (2018)* ont suggéré que l'utilisation des antioxydants peut réduire les dégâts néfastes de l'oxydation sur la viande. *Jeffrey et al., (2017)* ont mentionné que le bœuf nourris à l'herbe possède une quantité considérable de vitamine E qui protège les AGPI contre la lipopyroxidation ; cependant, pour ceux alimentés au concentré, la vitamine E ne présente qu'une faible quantité dans leurs viandes (*Fruet et al., 2018*).

Les antioxydants sont des substances qui agissent pour inhiber la dégradation des substrats oxydables (lipides) contre les initiateurs de l'oxydation notamment l'O₂. Différents types d'antioxydants peuvent intervenir pour empêcher la lipopyroxidation, en premier lieu sont ceux appelés les antioxydants préventifs ou primaires, qui gênent et inhibent la formation des espèces réactives de l'oxygène (ERO) et les initiateurs de la phase d'initiation présentée généralement par l'O₂, soit d'autres appelés les antioxydants de rupture de chaîne ou secondaires, qui captent les radicaux peroxydes et les ions métalliques (c'est-à-dire le fer et le cuivre) qui catalysent l'oxydation et aussi agissent en donnant un atome d'hydrogène phénolique à la réaction en chaîne des radicaux libres pour empêcher la phase de propagation (*Laguerre et al., 2007 ; Fernandes et al., 2018*).

9 Alimentation et biosynthèses des AGPI

Les AGPI alimentaires sont susceptibles à la biohydrogénation, et qui est considérée comme un facteur limitant. Des tentatives restent nécessaires pour réduire cette action et protéger ces AGPI. La diminution de pH du rumen par certains régimes alimentaires peut ralentir l'hydrogénation, ce qui permet à ces acides d'échapper et d'être absorbés par l'intestin. Ces teneurs augmentent par la suite dans les différents tissus du ruminant, mais cela reste une stratégie cruciale, car l'animal ne peut pas bénéficier de tous les composés nutritifs des aliments, ce qui demeure restreint pour améliorer leurs valeurs nutritives (*Dugan et al., 2018*). Des méthodes prometteuses qui consistent à intégrer dans l'alimentation des composés bioactifs, tel que les composés phénoliques qui agissent en tant qu'agents réducteurs, donneurs d'hydrogène qui se constituent au niveau de l'herbe, et des huiles essentielles riches en antioxydants, et qui ont des propriétés antiseptiques, carminatives, antioxydantes, et

antimicrobiennes (*Nieto et Gaspar, 2017*) ; d'autres méthodes peuvent exister également, telles que l'encapsulation, les métabolites secondaires, l'alimentation en graines entières (*Chikwanha et al, 2018*).

10 Effet d'une alimentation riche en graisse sur la santé humaine

Des recommandations ont été suggérées par les nutritionnistes, et qui consistent à diminuer la consommation des produits riches en matières grasses, dont les AGS de 12 : 0, C14 :0 et 18 : 0 qui peuvent augmenter le taux de cholestérol LDL dans le sang, et conduisent à la résistance de l'insuline, tout en augmentant le risque des inflammations (*Calder, 2015*). Une étude avait abouti à une conclusion selon laquelle il est convenable de choisir les morceaux de viande les plus maigres possible, en vue de réduire le maximum des effets nuisibles des AGS résultants de la consommation des morceaux de viande grasseux sur la santé humaine (*Gehring, 2017*). Il est pratique de consommer les viandes d'agneaux alimentés par un régime à base d'herbe riche en antioxydants naturels, qui va aider à restreindre certaines maladies dont le taux d'AGPILC est élevé, ce qui va permettre de diminuer les risques d'être atteint des maladies chroniques, telles que l'inflammation et les maladies cardiovasculaires (*Yagoubi et al., 2018*) (Tableau 1).

Tableau 1. Essentiel acides gras dans l'alimentation

Catégorie d'acide gras	Acides gras spécifiques présents dans l'alimentation
Les acides gras saturés	<ul style="list-style-type: none"> • acide caprylique^a, 8 :0 • acide caproïque, 10 :0 • acide laurique, 12 :0 • acide myristique, 14 :0 • acide palmitique, 16 :0 • acide stéarique, 18 :0
Acides gras monoinsaturés cis	<ul style="list-style-type: none"> • acide myristoléique, 14 :1 n-7 • acide palmitoléique, 16 :1 n-7 • acide oléique, 18 : 1 n-9 (représente 92% des acides gras alimentaires monoinsaturés) • acide vaccénique, 18 :1 n-7 cis • acide éicosénoïque, 20 :1 n-9 • acide érucique, 22:1 n-9
Acides gras polyinsaturés cis	<ul style="list-style-type: none"> • acide linoléique^b, 18 :2 • acide γ-linoléique, 18 :3 • acide dihomo- γ-linoléique, 20 :3
Acide gras polyinsaturé n-6	<ul style="list-style-type: none"> • acide arachidonique, 20 :4 • acide adrénique, 22:4 • acide docosapentaénoïque, 22:5
Acide gras polyinsaturé n-3	<ul style="list-style-type: none"> • acide α-linoléique^b, 18 :3 • acide eicosapentaénoïque, 20 :5 • acide docosapentaénoïque, 22:5 • acide docosahexaénoïque, 22:6
Acide gras trans	<ul style="list-style-type: none"> • 9-trans, 18 :1 ; 9-trans, 16 :1 ; 9-cis,11-trans, 18 :2 ; 9-trans,12-cis, 18 :2 ; 9-cis,12-trans, 18 :2

^a. Le premier nombre est la longueur de la chaîne ou le nombre d'atomes de carbone et le second est le nombre de doubles liaisons.

^b. L'acide linoléique et l'acide α -linoléique sont disponibles uniquement dans le régime alimentaire (*Institute of Medicine, 2006*).

III. Propriétés sensorielles de la viande et les réactions de dégradation thermique

1 Qualité organoleptique

La qualité organoleptique est caractérisée par ensembles des attributs sensoriels par lesquels cela donne une impression agréable au consommateur lors de la mastication des morceaux de viande, et représentés par la saveur, la couleur, la jutosité et la tendreté (*C. I. V., 2004*). Les nutritionnistes ont démontré que la fraction lipidique intramusculaire, appelée également le persillage qui est apporté par l'alimentation aux agneaux, a un effet primordial sur ces perceptions au niveau de la viande par le consommateur, bien qu'elle agisse fortement sur sa saveur (*Wood et al., 2008 ; Della Malva et al., 2016*).

1.1 Saveur

C'est l'impression sensorielle par laquelle le consommateur trouve un plaisir, qui comporte différentes perceptions, principalement par les sens chimiques du goût et de l'odeur, par lesquels se déterminent les attributs de la sensation (*Flores, 2017*). La saveur se manifeste en deux modalités, le goût qui est perceptible dans la bouche par des molécules odorantes libérées lors de la mastication, tandis que l'odorat est perçu par la voie nasale qui perçoit des molécules volatiles apportées par l'air inspiré (*Gibson et Newsham, 2018 b*).

1.2 Tendreté

La tendreté est le critère organoleptique par lequel la mastication du morceau de viande dans la bouche se rend facile à mâcher, dont les tissus musculaires comme le tissu conjonctif par sa composition en collagène, ; cependant, les myofibrilles ont un effet plus considérable que la fraction lipidique intramusculaire sur la tendreté. Elle est aussi soumise à l'influence de l'âge et des paramètres technologiques tels que la cuisson (*Geay et al., 2002 ; Guillemain et al., 2002*).

1.3 Jutosité

La jutosité est la sensation du premier moment, quand la viande est mâchée dans la bouche par l'accentuation des fluides et de lubrification sous la stimulation de la salive (*Warner, 2017*). Selon *Touraille, (1994)*, cette impression gustative est déterminée selon la capacité de rétention d'eau et la fraction lipidique intramusculaire apportée par l'alimentation. *Geay et al., (2002)* ont mentionné qu'au début de la mastication le consommateur sent des substances liquides sécrétées rapidement qui s'accroissent sous l'influence des lipides par l'action de salivation.

1.4 Couleur

La couleur est parmi les caractères sensoriels par laquelle le consommateur peut juger le morceau de la viande, selon son apparence et sa brillance (*Purslow et al., 2019*). Elles sont conditionnées d'une part par l'état d'oxygénation du pigment de myoglobine qui est en état réduit ; cependant, en présence de l'oxydation, la désoxymyoglobine à couleur rouge pourpre se transforme en oxymyoglobine de couleur rouge vif qui attire l'intention du consommateur, tandis que, l'exposition de cette dernière à une forte oxydation conduit à sa substitution par la metmyoglobine qui reflète une couleur brune intense non désirée par le consommateur. D'autre part, cela est aussi conditionné par la fraction lipidique apportée par l'alimentation (*Salueña et al., 2019*).

2 Facteurs influençant la qualité de la viande

La qualité de la viande ovine est très variable, du fait qu'elle est susceptible à l'influence de certaines caractéristiques non contrôlables liées à l'animal. A cet égard, *Lebert et al., (2015)* ; *Ithurralde et al., (2019)* ; *Zhang et al., (2019)* ont mentionné certains facteurs intrinsèques tels que la race, le sexe, l'âge de l'animal et le pH qui ont un impact direct sur la viande, mais encore des facteurs extrinsèques peuvent contribuer à diminuer les attributs de la qualité de la viande. Ces facteurs sont liés aux conditions d'élevage, transport, effet du stress de l'abattage, l'emballage, la température, la durée de conservation, l'exposition à l'air, et l'hygiène du matériel de découpe, et dont les micro-organismes peuvent produire des odeurs et des gaz désagréables dans certaines conditions propices à leur croissance (*Hardin, 2016* ; *Lonergan et al., 2019*).

3 Réaction de Maillard

L'apparition de la flaveur et le brunissement non enzymatique de la couleur de viande qui se développent au cours de la cuisson pourraient être influencer par divers facteurs extrinsèques tels que la teneur en AGI provenus de l'alimentation, l'oxydation des lipides, la réaction de Maillard, la dégradation des vitamines, l'interaction entre leurs produits de dégradation, et d'autres facteurs intrinsèques liés à l'animale, comme la race et le sexe (*Khan et Tariq, 2015* ; *Ruiz-Carrascal et al., 2019*). Une étude antérieure a conclu que les composés issus de la dégradation thermique des lipides lors de la cuisson, comme les aldéhydes aliphatiques, les cétones et les alcools peuvent réagir avec les produits générés de la réaction de Maillard qui est entre les acides aminés et les sucres réducteurs, qui contribuent aux

attributs de la flaveur (*Dewhurst et al., 2013*).

4 Déroulement de la réaction de Maillard

Au début, la première phase est une condensation entre un groupe amine et un sucre réducteur qui amène à la formation de N-glycosylamine dans la présence du sucre d'aldose, se réarrange pour produire des aldosamines connus sous le nom d'Amadori, soit des cétosamines connus comme des Heyns dans le cas de présence du sucre réducteur est un cétose ; ces deux produits constituent l'étape intermédiaire par laquelle cela abouti à engendrer des produits de fragmentation du sucre et de la libération du groupe 'amino'. Entre-temps, les groupes amino sont à nouveau impliqués dans la phase finale par lesquelles des réactions de déshydratation, de fragmentation, de cyclisation et de polymérisation ont eu lieu et qui peuvent régir à nouveau dans de nouvelles réactions (*Van Boekel, 2006*).

5 Produits issus de la réaction de Maillard

Dans les conditions favorables de la préparation caulinaires représentées par une température déterminée et une teneur faible en humidité de l'aliment, des composés peuvent se générer dans la première phase tels que les furanones, les furfurals, et les composés dicarbonylés ; par ailleurs, lorsque les composés actifs tels que les amines, les acides aminés, le sulfure d'hydrogène, les thiols, l'ammoniac entrent en réaction avec d'autres composés, cela résulte en une formation des composés hétérocycliques comme les pyrazines, oxazoles, thiophènes, thiazoles à une faible odeur et à un effet aromatique élevé (*Flores, 2017*).

Une réaction de dégradation qui suit souvent la troisième étape de la réaction de Maillard, dite réaction de Strecker, consiste à la conversion d'un groupe amine en aldéhydes. Durant la réaction de Strecker, une perte de groupes carboxyliques (décarboxylation) et des groupes amines (désamination des acides aminés) sous l'action des composés dicarbonylés issus de la réaction de Maillard, donne naissance à des aldéhydes caractérisés par moins de carbone que l'acide aminé original, tandis qu'elle peut fournir des aldéhydes et des composés odorants qui résultent d'une réaction entre un acide aminé et un acide gras (*Estévez et al., 2011 ; Shahidi et al., 2014*).

6 Interactions entre les lipides et les produits de la réaction de Maillard :

Lors de la cuisson de la viande, la dégradation des lipides peut modifier les composés aromatiques qui résultent de la réaction de Maillard, dont les phospholipides et leurs dérivés inhibent la continuation de la réaction de Maillard, pour produire des composés aromatiques hétérocycliques, ce qui permet d'assurer et de garder la concentration maximale obtenue de la teneur en composés soufrés dans la viande cuite (*Shahidi et al., 2014*).

Néanmoins, selon *Mottram et Elmore, (2005)* et *Feiner et al., (2016)*, une partie des AGI et des composés d'acides gras aldéhydiques peuvent interagir avec la réaction de Maillard pour former des composés aromatiques hétérocycliques odorants tels que les hétérocycles O –, N – ou S – contiennent de longs substituant n-alkyle (C5 - C15). *Ruiz-carrascal et al., (2019)* ont mentionné qu'un effet de rancissement sur la viande cuite peut se produire à partir de certains produits issus de l'oxydation des lipides qui entrent en interaction avec la réaction de Maillard. Cependant, d'autres peuvent développer le goût de la viande. *Gallardo et al., (2008)* ont indiqué que les aldéhydes résultent non seulement de l'interaction entre les produits d'oxydation des lipides et leur relation avec la dégradation de Strecker des acides aminés, mais également par les lipides non oxydés, où ces auteurs ont montré dans une expérimentation que ces lipides ont subi une oxydation pendant la cuisson de l'aliment, et que les produits résultants de cette oxydation ont conduit à la dégradation des acides aminés en présence des glucides.

Partie expérimentale

1 Localisation de la région d'étude

La wilaya de Tiaret, est situé au nord-ouest de l'Algérie, sur les hauts plateaux, entre deux chaînes montagneuses : au nord l'Atlas Tellien et au sud de l'Atlas saharien. Elle est caractérisée par un étage bioclimatique semi-aride, dont les isohyètes varient entre 300 et 400 mm, et d'un hiver frais avec des températures qui peuvent atteindre jusqu'à $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Cependant, l'été de la région est chaud, et la température pouvant atteindre les $45\text{ }^{\circ}\text{C}$. Cette particularité donne à la végétation un caractère steppique qui est représenté par plusieurs formations, telles que les formations d'alfa (*Macrochloa Tenacissima*), et des formations végétales à base de *Legeum Spartum* (Oulbachir, 2010 ; Bouacha et al., 2018). La wilaya de Tiaret regorge d'une capacité importante en terres agricoles, évaluées à 1 610 703 ha ; le système d'élevage agropastoral est largement réparti dans cette région, et dont la superficie des terres cultivables est de 704 596 ha, dont 14 561 ha est cultivée. Ces surfaces cultivées sont dominées par les céréales, et par environ un million d'hectares en steppe et forêts, et qui supporte essentiellement un élevage dominé principalement par l'espèce ovine : environ 700 000 têtes (ANDI, 2016). La présente étude s'est déroulée au niveau des quatre zones : Chehaima, Naima, et Ain Deheb localisées au sud de la wilaya de Tiaret ainsi que la commune de Tiaret, dont les superficies des zones steppiques et sahariennes sont de l'ordre de 177 369 ha, 108714 ha, 98360 ha, respectivement (ANC, 2017).

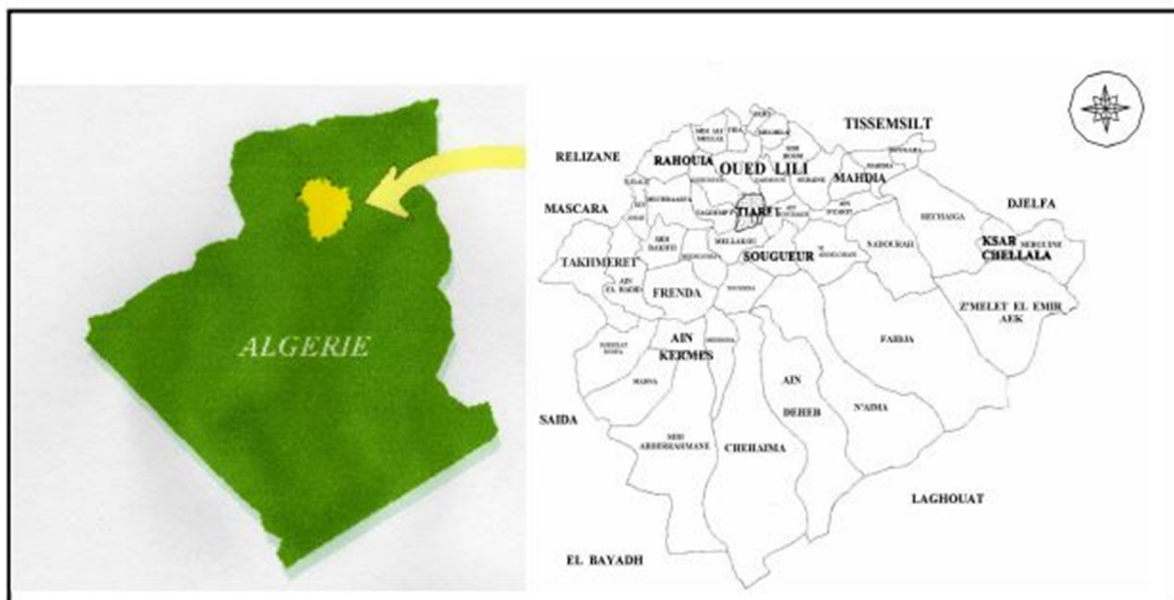


Figure 5. Localisation de la wilaya de Tiaret (Oulbachir, 2010)

2 Méthodologie d'enquête

Une démarche méthodologique semi directive a été retenue en vue de mener des enquêtes auprès de 21 bergers qui auraient accepté de faire des entretiens pour étudier le comportement alimentaire de leurs troupeaux, et dont 5 parmi eux possèdent leurs propres terres en pratiquant un système agropastoral. Cependant, les autres (16 bergers) ne possèdent pas leurs propres terre *Yabrir et al., (2015)*. Ces interpellations ont été effectuées dans la wilaya de Tiaret, en particulier, à Chehaima, Ain Deheb et N'aima, afin de déterminer les types d'aliments fournis à leurs bétails selon la saison, et qui dépendent de différents facteurs, tels que la sédentarisation et la disponibilité en végétation steppique, et qui sont en relation avec les bonnes ou les mauvaises saisons. Ces régions ont été choisies, puis qu'elles font partie des plus grandes communes de la wilaya de Tiaret ; ces dernières présentent un potentiel en parcours steppiques important, essentiellement à vocation pastorale, et dont la végétation est uniforme et caractérisée par des conditions écologiques homogènes (*Le Floch, 2008*), où les troupeaux sont essentiellement composés d'ovins qui pâturent en effectifs considérables.



Figure 6. Troupeau d'ovins pâturent sur un parcours steppique en période hivernale.

3 L'appétibilité des espèces végétales

L'évaluation de l'appétibilité des espèces végétales broutées par les moutons nécessite en premier lieu une enquête pour établir une liste des noms vernaculaires auprès des éleveurs, car la qualité d'un pâturage peut s'exprimer par le calcul de sa valeur pastorale, en absence des analyses chimiques (*Akpo et al., 2003*). Pour faire ressortir le degré d'appétibilité des espèces végétales dans ces parcours steppiques, des entretiens ont été réalisés afin de recueillir les noms vernaculaires des espèces végétales auprès des éleveurs qui connaissent largement les plantes de bonne ou de mauvaise appétence pour leurs animaux. Ceci permet d'utiliser une méthode empirique qui s'appuie sur l'observation pour comprendre le comportement de ces moutons dans ces parcours, et leurs tendances à brouter les plantes préférées, en les accompagnant lors du pâturage, du matin au soir, approximativement durant une heure pour chacun des entretiens (*Hedi, 2015*), qui ont eu lieu entre le mois de mars et le mois de novembre (2018). Nous avons ainsi dénombré les mâchements effectués par les animaux sur les plantes, et cela dépend de certains facteurs tels que la température maximale journalière, la durée du jour, et la disponibilité en herbe. Ensuite, la quantification de ces espèces végétales a été complétée par une recherche bibliographique afin de les identifier botaniquement par : *Flore de Quezel et Santa, (1963) et Flore du Sahara (Ozenda, 2004)*.

4 L'indice d'acceptabilité :

Pour comprendre le choix alimentaire des moutons, un indice d'acceptabilité (*Leclerc et Lecrivain, 1979*) a permis de déterminer le degré d'appétibilité de chaque espèce végétale dans le parcours, en effectuant un inventaire floristique pour recenser toutes les espèces végétales existantes dans le site étudié. En parallèle, nous avons compté chaque plante ayant été broutée par ces moutons, et qui font partie de leur préférence alimentaire (*Hedi, 2015*). Cet indice est accordé à chaque espèce végétale rapportée en fonction de son degré de palatabilité, allant de 0 à 2, en mesurant le rapport du taux dans le régime alimentaire des moutons relatifs à chacune des espèces végétales broutées, sur leur taux dans le recouvrement total.

$$I_{ap} = \frac{\left(\frac{\sum pa}{\sum PA} \right)}{Tr(\%)} 100$$

*Iap : Indice d'appétibilité de l'espèce

*pa : Somme des prises alimentaires effectuées sur une espèce.

*PA : Somme des prises alimentaires effectuées sur les espèces
présentes sur le parcours

*Tr : Taux de recouvrement d'une espèce végétale en %.

Tableau 2. Les classes d'appétibilités

Valeur de l'indice d'appétibilité (Iap)	Appétibilité de l'espèce
Iap = 0	SVP = Sans valeur pastorale
]0 < Iap < 0,4]	TFVP = Très Faible valeur pastorale
]0,4 < Iap < 0,8]	FVP = Faible valeur pastorale
]0,8 < Iap < 1,2]	MVP = Moyenne valeur pastorale
]1,2 < Iap < 1,6]	BVP = Bonne valeur pastorale
Iap > 1,6	TBVP = Très bonne valeur pastorale

5 Échantillonnage des espèces végétales

Les échantillons des espèces végétales ont été prélevés à partir des parcours naturels selon les préférences alimentaires des moutons, identifiées par les éleveurs dans les zones d'études à la fin de la période de croissance mois de mai, et qui ont été séchés à l'air libre. Les aliments concentrés présentés ont été obtenus auprès des éleveurs, afin de procéder à l'analyse et la détermination de la teneur des acides gras de ces aliments.

6 Analyse d'esters méthyliques d'acides gras des régimes alimentaires

L'obtention directe des esters méthyliques d'acides gras par la transestérification en utilisant la solution de trifluorure de bore à 20 % dans le méthanol **Rule, (1997)**, ce qui a permis d'effectuer des analyses pour identifier et quantifier les acides gras par chromatographie à phase gazeuse (CG) en utilisant le 1, 2, 3-tripentadécanoylglycérol comme étalon interne, dont la CG est équipée par une colonne capillaire SP2330 de 30 m * 0.25 mm (**Supelco, Tres Cantos, Madrid**), et à un four qui peut aboutir à une température de 150 à 225 °C à 7 °C par minute, et dont la température d'injection et du détecteur doit atteindre les 250 °C **Tor et al., (2005)**.

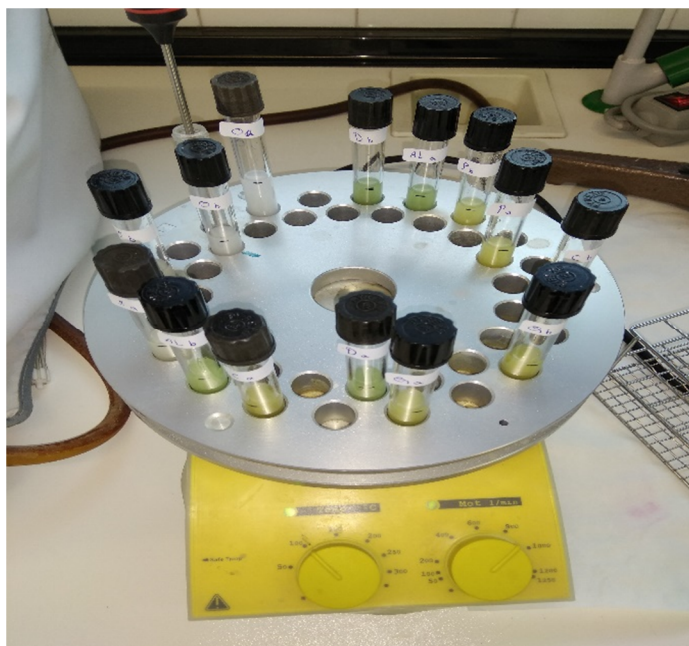


Figure 7. Obtention directe des esters méthyliques d'acides gras des régimes alimentaires par la trans estérification.

7 Dosage de la matière sèche (NFV 3903 AFNOR 1985)

La détermination de la matière sèche se fait à partir du poids du résidu des aliments, après sa dessiccation dans une étuve à 105 °C pendant 24 heures.

$$MS : M2/M1 \times 100$$

M2 : poids de la prise d'échantillon après dessiccation.

M1 : poids de la prise d'échantillon avant dessiccation.

8 Dosage de la matière minérale (NFV 15-101-AFNOR 1985)

La teneur en cendres brutes s'obtient par la pesée du résidu de la matière organique déstructurée après une incinération à 550 °C dans un four à moufle pendant 3 heures.

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

M0 : poids en gramme creuset vide.

M1 : poids totaux en gramme du creuset contenant la prise d'essai.

M2 : poids totaux en gramme du creuset avec la cendre brute.

9 Dosage des protéines brutes (Méthode *Kjeldahl AOAC, 1990*)

La teneur des protéines s'obtient en 3 étapes (1 g d'échantillon dans notre cas).

Étape 1 : Minéralisation

La minéralisation de l'échantillon s'effectue par l'oxydation de la matière organique dans l'acide sulfurique H₂SO₄ concentré à température élevée, par l'action de stimulation du catalyseur (Sélénium), ce qui permet de transformer l'azote organique en azote ammoniacal (NH₃) :

- Le but de l'utilisation de l'acide H₂SO₄ est de faire oxyder la matière organique afin d'obtenir l'ammoniac NH₃ à partir de l'azote protéique, sous l'action de la base avec l'acide, et cela va permettre de capturer l'ammoniac gazeux sous forme de sulfate d'ammonium NH₄SO₄.
- Pour faire augmenter et accélérer la réaction de minéralisation de la matière organique, une quantité du Sélénium a été ajoutée afin de hausser la température d'ébullition de la solution, en présence de catalyseur, qui est constitué de Mg (HgO) ; Cu (CuSO₄) et de sélénium.

Étape 2 : Distillation de l'ammoniac

La libération de l'ammoniac sous forme de sel (NH₄)₂SO₄ par l'ajout d'une solution concentrée de NaOH en excès est nécessaire avant la distillation à la vapeur d'ammoniac (NH₃). L'utilisation de la vapeur d'eau permettra de distiller et piéger l'ammoniac dans une solution d'acide borique, dont ils réagissent entre eux en formant de sels borates d'ammonium.

Étape 3 : Titrage de l'ammoniac

Une solution normalisée d'acide sulfurique (H₂SO₄ : 0,1 N) est utilisée pour titrer l'ammoniac sous forme de borate d'ammonium, en présence d'un indicateur coloré de Tashiro.

Calcul du % de protéines dans l'échantillon :

$$\% N = 0,0014 \times (V1 - V0) \times 100/m$$

$$\% PB = \% N \times 6,25.$$

V₀ : volume en millilitres de solution d'acide sulfurique utilisé pour l'essai à blanc.

V₁ : volume en millilitres de solution d'acide sulfurique utilisé pour la détermination.

M : masse en grammes de la prise d'essai.

F= 6,25. facteur varie selon le type d'aliment analysé (dans notre cas il s'agit de la viande).

10 Détermination des lipides totaux de la viande

La teneur en lipides totaux de la viande est déterminée par la méthode de *Folch et al., (1957)*, qui consiste à ajouter à un mélange de solvants chloroforme/méthanol (2 v : 1 v) à une prise d'essai de 10 g de viande. Pour séparer la phase supérieure qui contient de méthanol plus l'eau de la phase inférieure qui contient de chloroforme plus les lipides, une solution de NaCl à 0,58 % est ajoutée à ce mélange.

Le filtrat chloroforme plus les lipides recueillis est évaporé, et les résidus lipidiques secs sont pesés par rapport au poids initial du tissu frais, après les lipides totaux sont calculés et exprimés en pourcentage.

$$\% \text{ LT} = (\text{P2} - \text{P1} / \text{pe}) \times 100$$

LT : Lipides totaux.

P2 : poids du ballon contenant les lipides.

P1 : poids du ballon vide.

Pe : poids de l'échantillon.

11 Mesure de la stabilité oxydative des lipides de la viande d'agneau par la méthode de *Genot, (1996)*

La détection de l'oxydation est fréquemment évaluée par l'un des marqueurs qui peuvent causer des dommages oxydatifs, qui est le malon dialdéhyde (MDA), et qui peut interagir facilement avec plusieurs groupes fonctionnels, tels que les protéines et les lipoprotéines *Guy et al., (2013)*; cet dialdéhyde qui résulte de la peroxydation lipidique et couramment déterminer par sa réactivité avec des substances réactives à l'acide thiobarbiturique (TBARS), afin de former un complexe de couleur rose et/ou jaune absorbé à une longueur d'onde de lecture de 532 nm par le spectrophotomètre. Des échantillons de 2 g de viande du muscle biceps fémoris ont été pesés, mélangés avec 16 ml de l'acide trichloracétique à 5 % et en ajoutant 100 µl d'acide ascorbique (Vitamine C), puis homogénéisé dans un mélangeur à une vitesse environ 20 000 tpm et filtré à l'aide du papier filtre Whatman no.1. Ensuite, une quantité de 2 ml de filtrat a été mélangée avec 2 ml d'acide thiobarbiturique et incubé dans au bain-marie à 70 °C pendant 30min. La coloration reste stable pendant 1 heure. L'absorbance de la solution a été enregistrée à 532 nm, et la concentration de MDA mg/kg a été calculée en utilisant la formule suivante :

$$\text{mg équivalent MDA/kg} = (0,72/1,56) \times (\text{A532 cor} \times \text{V solvant} \times \text{Vf}) / \text{PE}.$$

A532 cor : L'absorbance

V solvant : Volume de solution de dilution en ml

PE : Poids d'échantillon

Vf : volume du filtrat prélevé 0,72/1,56 : Coefficient d'extinction moléculaire du complexe TBA-MDA et au poids moléculaire du MDA d'une valeur de 72 g/mol.

12 Acides gras de la viande

Des échantillons des muscles biceps femoris de 39 différentes carcasses d'agneaux, âgés de 8 mois en moyenne ont été prélevés en différentes occasions, chez diverses grandes boucheries, et dont les bouchers sont eux-mêmes des éleveurs potentiels d'ovins, qui pâturent au niveau des grands espaces steppiques de la wilaya de Tiaret. La mise à l'herbe des agneaux au niveau de ces zones steppiques se fait en période du mois de mars allant jusqu'à la fin du mois de juin ; la période de décembre et jusqu'à la fin du mois de février, est consacré à nourrir les agneaux dans les étables par de l'aliment concentré.

La sélection de ces deux périodes de collecte a été choisie conceptuellement afin de déterminer et d'estimer que la viande d'agneaux produite localement en période printanière correspond bien à la période où sévissent ces dernières ; cependant, la viande produite en période hivernale correspond à celle obtenue à partir des agneaux nourris à base d'aliments concentrés (*Bravo-Lamas et al., 2016*). Selon *Aurousseau et al., (2007) et Luciano et al., (2012)*, l'alimentation concentrée est essentiellement basée sur l'orge.

Dans cette expérimentation, la viande utilisée a été découpée en morceaux égaux, prélevée à partir de la région profonde du muscle, préservée à 4 °C durant 7 jours en vue d'une bonne maturation de celle-ci, congelée à - 20 °C pour les prochaines manipulations. Selon le caractère de l'étude, et suite au doute sur l'homogénéité du troupeau ovin, ainsi que sa liaison avec la nature de la consommation habituelle de la viande, nous avons volontairement omis de prendre en considération la provenance des ovins et leur poids à l'abattage (*Bauchart et al., 2010*).

13 Analyse d'esters méthyliques d'acides gras

Les échantillons ont été préalablement émincés, lyophilisés puis homogénéisés avant que les acides gras ne soient déterminés. L'obtention directe des esters méthyliques d'acides gras par la transestérification, en utilisant la solution de trifluorure de bore à 20 % dans du méthanol (*Rule, 1997*), a permis d'effectuer ces analyses, afin de pouvoir identifier et quantifier les acides gras par la chromatographie à phase gazeuse, en utilisant le 1, 2, 3-tripentadécanyolglycérol comme étalon interne. Ce dernier est équipé par une colonne capillaire SP2330 de 30 m * 0.25 mm (*Supelco, Tres Cantos, Madrid*), et d'un four qui peut atteindre la température de 150 à 225 °C, à raison de 7 °C par minute, et dont la température au

niveau de l'injecteur et du détecteur est de 250 °C (*Tor et al., 2005*).



Figure 8. Identification et quantification des acides gras de la viande par la chromatographie à phase gazeuse.

14 Prélèvements et cuisson de la viande

Les propriétés sensorielles (jutosité, tendreté et flaveur) de la viande cuite de ‘ Biceps femoris ’ ont été évaluées en deux différentes occasions, par les mêmes 30 panélistes dégustateurs, individuellement, afin que chacun d’eux émis sa propre évaluation. Des aliquotes de cuisse de gigot (100g-150g) ont été disséqués de 60 agneaux de différentes boucheries de quatre zones d’études (30 échantillons des agneaux issus du pâturage de la période printanière et 30 échantillons nourris par des aliments concentrés de la période hivernale), ont été prélevés, parés, puis découpés en petits morceaux et recouverts de papier d’aluminium, placé dans un plat au réfrigérateur pendant 24 h, afin de les cuire le lendemain. Les échantillons sortirent du réfrigérateur 10 min avant la cuisson. Ces morceaux de viande sans ingrédients ont été mis au four pour les rôtir pendant 50 minutes à une température de 180 °C, ce mode de cuisson a été choisi pour faire coaguler rapidement les protéines superficielles, de caraméliser l’amidon afin de maintenir à l’intérieur de la viande le maximum de substances nutritives (*Benguendouz, 2012*). La stratégie suivie dans la cuisson de viande, comme le rôti au four et les grillades, permettront d’augmenter les composés aromatiques issus de la réaction de Maillard, 10 fois plus que l’ébullition (*Trevisan et al., 2016*).



Figure 9. Préparation des morceaux de viande d'agneaux pour la cuisson

15 Analyse statistique

Des analyses statistiques ont été effectuées afin de traiter la base de données collectées sur le terrain, en procédant à différentes techniques d'analyse, qui dépend en fait, d'un ensemble de critères telles que la nature des variables, les grandeurs étudiées, la nature du problème et la taille des échantillons (*Akli, 2014*). Le traitement des données a été exécuté par le logiciel Microsoft Excel 2016 afin de constituer une base de données.

La méthode de dépouillement des données a été effectuée, d'une part, par une réalisation des analyses statistiques descriptives, ainsi que par la méthode d'analyse des correspondances multiples (ACM) (*Baccini, 2010*), et d'autre part, par l'analyse de la variance, suivie d'une comparaison des moyennes selon le test Post Hoc de Tukey, réalisés par le programme IBM SPSS statistique, version 25.

Résultats et discussions

1 Présentation des résultats d'enquêtes sur l'élevage

Pour comprendre le fonctionnement et les stratégies de l'élevage suivi par les éleveurs dans les exploitations et les parcours steppiques à pâturage libre, selon les diagrammes ci-dessous (Figure 10 et 11), on retrouve que le côté positif de l'axe 1, est constitué par des variables dont les éleveurs ont un âge qui varie entre 50 jusqu'à 65 ans, ayant des exploitations privées et qui conduisent leurs troupeaux à moins de 50 km de leurs étables ; parallèlement, ces troupeaux s'abreuvent deux fois par jours. Ces éleveurs restent toujours chez eux, en assurant l'alimentation de leurs animaux durant toute l'année en pratiquant un système agropastoral. Ils ne font pas des grands déplacements de transhumance ; il est à noter que les proximités entre les éleveurs 1, 2, 8, 9, et 17 sur le plan, traduisent une proximité de leurs profils de réponse. Cependant, le côté négatif de l'axe 1, c'est qu'il présente une corrélation entre les variables regroupées dans une partie, ils sont d'origine rurale et ont un niveau d'instruction qui varie entre les alphabètes, et jusqu'aux éleveurs qui ont un bon niveau éducatif universitaire. L'ensemble des éleveurs pratiquent l'élevage afin de donner un aperçu sur leur rang et leur plan social, plus que de promouvoir cette activité pour des raisons économiques. Ils ont acquis la plupart de leurs animaux soit par héritage (dont les animaux se reproduisent à l'intérieur du troupeau, ce qui permet d'augmenter leur nombre), soit par emprunt d'argent. Ces éleveurs exercent un système de production semi-extensif et extensif, ce qui leur permettra de parcourir une distance de 50 km à plus de 100 km afin d'assurer la nourriture de leurs troupeaux, notamment en cas de sécheresse. Autrement dit, ces caractéristiques résument le mieux possible la relation entre les éleveurs 4, 5, 6, 11, 13, 16, 19, 20, 21 regroupés dans la même partie, et qui partagent presque la même ressemblance. Dans le 2^{ème} axe, la variabilité des profils des éleveurs peut s'organiser autour de deux côtés, où se regroupe l'ensemble des variables en côté positif qui vise à expliquer l'association entre certains éleveurs 3, 7, 15 et 10 qui partagent les mêmes profils, en particulier, ils possèdent des troupeaux d'un effectif important, où on peut noter que l'éleveur 10 cité en haut à gauche est éloigné des autres, car il est très particulier (c'est le seul à posséder un troupeau qui présente plus de 300 têtes d'animaux). Cet effectif est rare, et ne se présente que pour un seul éleveur, ce qui a conduit à éloigner cet individu des autres. Chez ces éleveurs, les troupeaux sont composés par une à plusieurs espèces animales, dominés majoritairement par les moutons, de deux à plusieurs races, acquis en vue de leur rusticité et de leur productivité, dominés majoritairement par des moutons où certains animaux peuvent avoir un âge de plus de 5 ans.

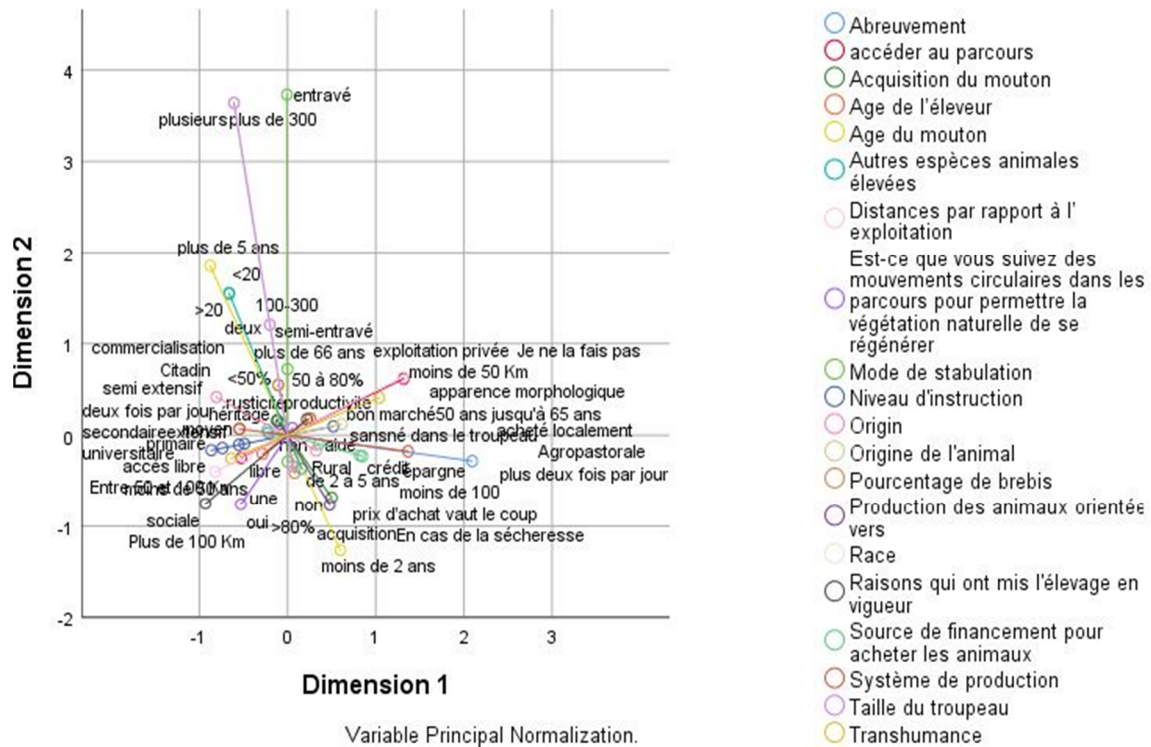


Figure 10. Diagramme de mesure de la tendance et de la réponse de chaque variable

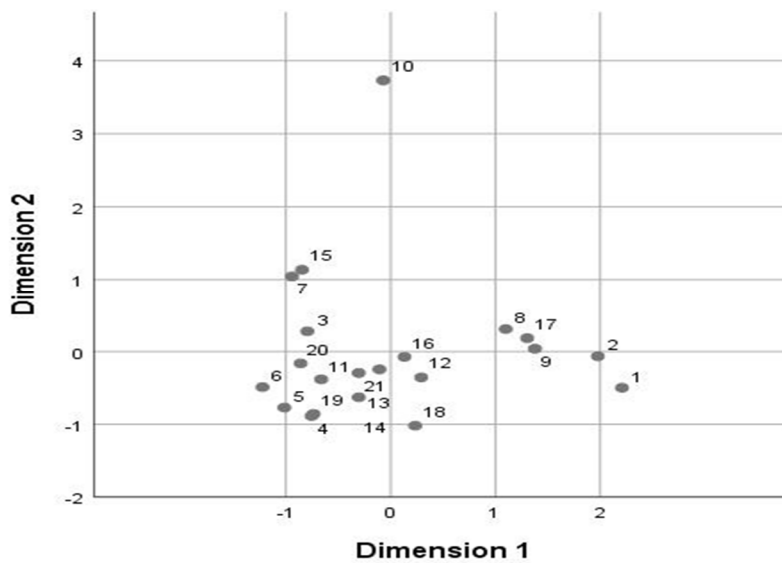


Figure 11. Diagramme étiqueté par l'identifiant de chaque questionnaire.

Le mode de stabulation est entravé ou semi entravé, et vu le nombre élevé des animaux, certains éleveurs qui conduisent leurs troupeaux en parcours steppiques et qui y sont maintenus trop longtemps, ne font aucune considération au couvert végétal et sur la rotation des parcours. Leur seule préoccupation est de trouver la nourriture à leurs troupeaux, ce qui oriente par conséquent au surpâturage, et à mettre ces parcours en péril et en mettant en jeu les aménagements des parcours qui permettront la régénération naturelle du couvert végétal. Le second groupe qui constitue le côté négatif de l'axe 2, correspond à une intensité des activités

de l'élevage des animaux destinés pour l'acquisition, et qui sont composé généralement par un pourcentage élevé des brebis, dont plus de 80 % sont âgé de moins de 2 ans, et qui sont acheté à un prix abordable. Ces variables réunissent les éleveurs 12, 14 et 18 qui les partagent.

2 Conduite des troupeaux

Les vastes étendus des zones steppiques qui caractérisent la filière des céréales, occupent une grande surface dans la wilaya de Tiaret, une telle couverture engendre également les chaumes, la paille, ainsi que la jachère qui confère une grande importance pour les bergers, car étant considérée comme une zone d'accueil pour ceux qui veulent louer leurs parcelles de jachère et de chaumes durant la période qui s'étale de l'été, et jusqu'à l'hiver. En vue de recueillir autant d'informations dans les zones d'études à propos de l'alimentation des animaux, des enquêtes ont été menées à ce sujet pour déterminer le type d'alimentation distribuée aux animaux selon la saison, bonne ou mauvaise année, les trois zones d'étude sont caractérisées par une ressemblance en ce qui concerne les types d'aliments utilisés en différentes saisons (Tableau 3).

Tableau 3. Programme d'alimentation du bétail en fonction de la saison.

Aliment	Eleveurs sans terres								Eleveurs avec terres							
	Année bonne				Année mauvaise				Année bonne				Année mauvaise			
	Automne	Hiver	Printemps	Été	Automne	Hiver	Printemps	Été	Automne	Hiver	Printemps	Été	Automne	Hiver	Printemps	Été
Pâturage	*	*	*		*	*	*		*	*	*		*	*	*	
Orge	*	*			*	*	*	*	*	*			*	*	*	*
Foin-Paille	*	*			*	*	*	*	*	*			*	*	*	*
Jachère			*								*	*				
Chaume				*				*	*			*				*

Une bonne année pluvieuse est caractérisée par une meilleure repousse de la végétation steppique qui confère une longue période du pâturage allant de l'automne (71,4 %) jusqu'à la fin de printemps (95,2 %) (Tableau 1 annexe), qui offre aux éleveurs sans terres qui conduisent leurs troupeaux vers des terres gratuites pratiquant un système d'élevage extensif. Ce dernier consiste essentiellement à l'usage des pâturages qui leur permettent de réduire absolument le plus possible les dépenses à acheter des aliments concentrés et de louer des terres pour alimenter leurs troupeaux. D'ailleurs, certains d'entre eux préfèrent durant la période hivernale (33,3 %) de faire pâturer leurs troupeaux durant la journée, en particulier quand le temps est

modéré, et regagner l'étable le soir, en utilisant d'autres aliments tels que l'orge (61,9 %), la paille-foin (61,9 %) comme aliments concentrés, ce qui correspond au système semi-extensif. De ce fait, *Hadbaoui, (2013)* a signalé que les pâturages ont peu de fourrage pendant les mois d'hiver, ce qui pousse les éleveurs à chercher des alternatives alimentaires à leurs troupeaux. Ces herbages ont très peu d'accès, et cela peut s'avérer non seulement par la tombée de la pluie qui se précipite en ces mois et qui rend les plantes humides, ce qui peut poser certains troubles digestifs chez les petits ruminants, et également par la brève période diurne qui limite la durée de ces pâturages. Cependant, en période sèche, les éleveurs qui ont des fermes fournissent de la nourriture en jachère (23,8 %) et/ou en chaume (19 %), alors que les éleveurs sans terres nourrissent leurs troupeaux seulement en chaume (52,4 %). Ces pâturages irréguliers des plantes annuelles éphémères ne poussent et ne sont disponibles que s'il pleut, et qui ont un cycle végétatif court dont le facteur hydrique reste toujours limitant, et c'est le cas contraire des pâturages permanents, où les plantes subsistent toute l'année (*Baameur, 2006*). Lorsque la disponibilité en pâturage est restreinte par manque des précipitations, ces éleveurs cherchent à déplacer leurs troupeaux vers des parcelles lointaines qu'ils ont louées, pour la période défavorable, afin d'assurer le pâturage ; ils utilisent des aliments concentrés en stabulation durant toute l'année sèche. *Hamdi et al., (2019)* ont indiqué que les éleveurs se dirigent involontairement vers les aliments concentrés, en raison de la diminution de la qualité fourragère des plantes en période sèche, et où les moutons ne peuvent finir correctement leur pâturage sur les parcours steppiques. Concernant les éleveurs qui pratiquent la céréaliculture en parallèle au pâturage dans leurs propres fermes, cela caractérise le système agropastoral, Ces derniers profitent au mieux en exploitant la jachère et les chaumes comme nourriture gratuite pour leurs troupeaux en période du printemps et de l'été. Le pâturage dans leurs propres terres au printemps, et ils distribuent de l'orge, du foin et de la paille comme aliments concentrés, en période hivernale. A longueur de bonne année, cependant, il y'a ceux qui exploitent le maximum de leurs terres en laissant les troupeaux brouter les herbes disponibles durant la période de l'automne jusqu'à la fin du printemps, néanmoins, il y'a ceux qui nourrissent leurs troupeaux en aliments concentrés durant toute la mauvaise année.

3 Préférences fourragères perçues par les éleveurs

Les parcours steppiques de la wilaya de Tiaret sont caractérisés par un cortège floristique diversifié où le pâturage a eu lieu sur les trois zones étudiées, et dont les observations sur terrain des mâchements qui ont été effectuées par les moutons sur la bonne flore fourragère, ont permis d'identifier ces espèces végétales et de calculer leurs Iap. Cependant, les informations

recueillies sur les espèces appétentes auprès des éleveurs enquêtés ne montrent aucune correspondance entre ces espèces et celles identifiées qui ont un Iap élevé. Selon les entretiens, les espèces herbagères perçues comme ressources fourragères selon le nombre des interviewés en pourcentage (Tableau 2 annexe), dans la zone de Chehaima telle que *Atractylis caespitosa* (19 %), *Santolina rosmarinifolia* (14,3 %), *Chamaerops humilis* (23,8 %), *Plantago albicans* (19 %), *Thymus vulgaris* (19 %), *Scolymus hispanicus* (19 %), et à Ain Deheb *Periploca angustifolia* (14,3 %), *Scolymus hispanicus* (14,3 %), *Thymus vulgaris* (23,8 %), *Peganum harmala* (14,3 %), et à N'aima *Rhamnus oleoides* (14,3 %), *Atractylis caespitosa* (14,3 %), *Thymelaea microphylla* (14,3 %), *Aquilegia vulgaris* (14,3 %).

Ces différences intra zonales en espèces végétales sont dues aux conditions locales (**Alhassane et al., 2018**). D'ailleurs, les éleveurs sont considérés comme des connaisseurs vis-à-vis de la qualité des parcours, dont leurs réponses relatives de la valeur des espèces fourragères appétées par leurs troupeaux sont inattendues, probablement en raison que, soit qu'ils sont mal appréhendés ou avoir mal interprétés les questions reçues, ou avoir fourni des informations peu fiables et cela était dû à la méfiance habituelle à l'égard des administrateurs et en général les intervieweurs. De plus, ils semblaient être que le concept de préférence alimentaire chez eux n'est pas assez simple à définir, car ces éleveurs ne faisaient que mentionner les plantes disponibles en abondances sur les parcours étudiés. Selon **Yahiaoui, (2011)**, il s'avère que la biodiversité de ces parcours est en péril. **Nadjraoui, (2004)** a indiqué que la dégradation des parcours a permis l'apparition de nouvelles espèces indicatrices de surpâturage, telle que la *Peganum harmala*. **Gobindram et al., (2014)** ont montré que la *Peganum harmala* qui est une indicatrice de dégradation qui se propage largement dans des parcours steppiques pourrait être brouté dans le cas où les plantes de bonne valeur n'existent plus aux pâturages, et ainsi, si la plante est flétrie et devenue moins malodorante.

4 Accessibilité au pâturage

Le comportement des moutons à sélectionner les espèces végétales à pâturer est fortement inhérent aux caractères morphologiques de ces espèces végétales, et qui signifie une forte appétence d'une plante à une autre ; ceci conduit par conséquent au surpâturage et favorise l'apparition des plantes non appétées. D'ailleurs, cela ne reflète pas forcément un choix spécifique d'une plante à une autre, mais peut indiquer que ces plantes délaissées sont hors de portée du mouton par le fait des caractères, tels que la hauteur de la plante, la maturité, le degré de la lignification et la capacité d'accéder aux feuilles en présence ou en absence des épines. Ceci a permis de classer les plantes fourragères selon leur degré d'appétibilité calculé par le

biais de l'indice d'accessibilité.

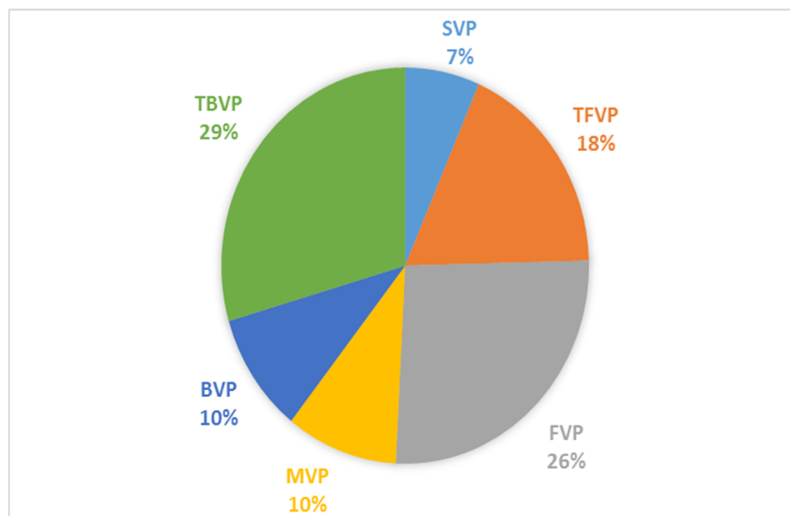


Figure 12. Valeur pastorale des parcours libres de la région de Chehaima.

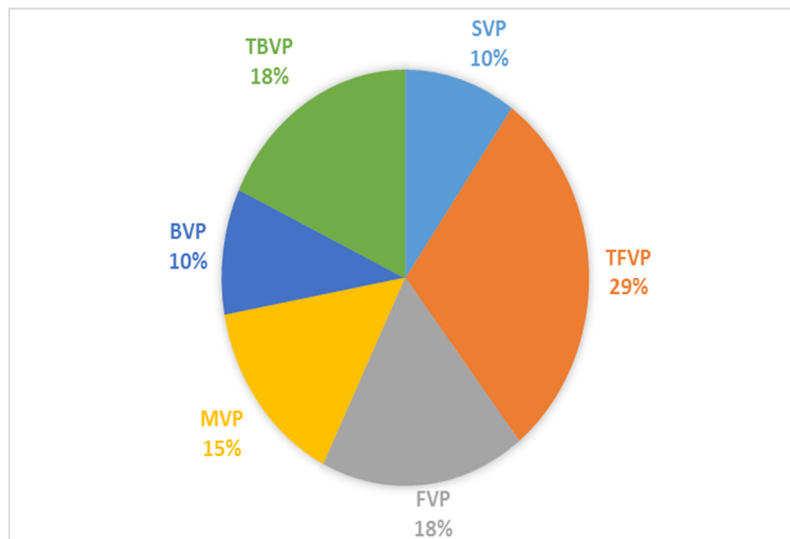


Figure 13. Valeur pastorale des parcours libres de la région de Ain D'heb.

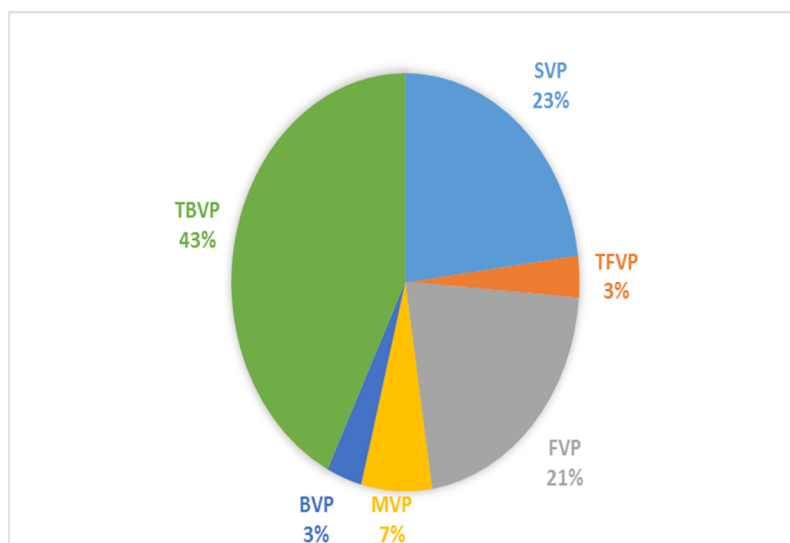


Figure 14. Valeur pastorale des parcours libres de la région de Naima.

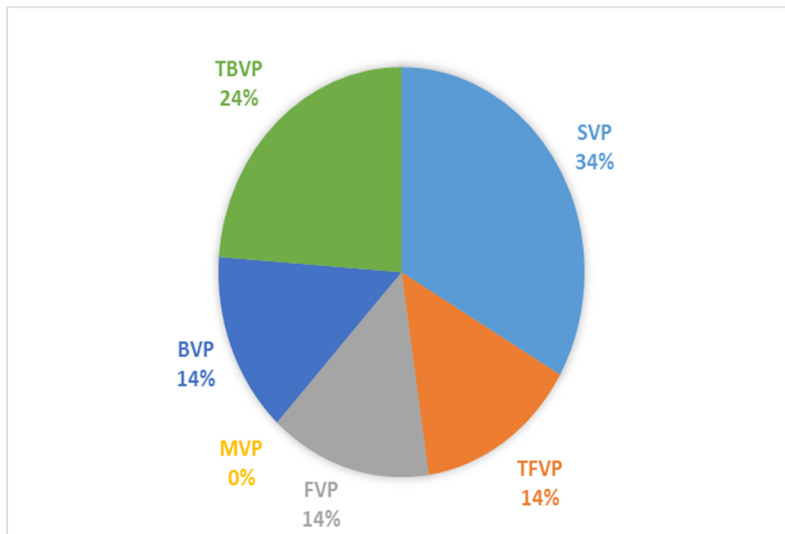


Figure 15. Valeur pastorale des jachères de la région de Chehaima.

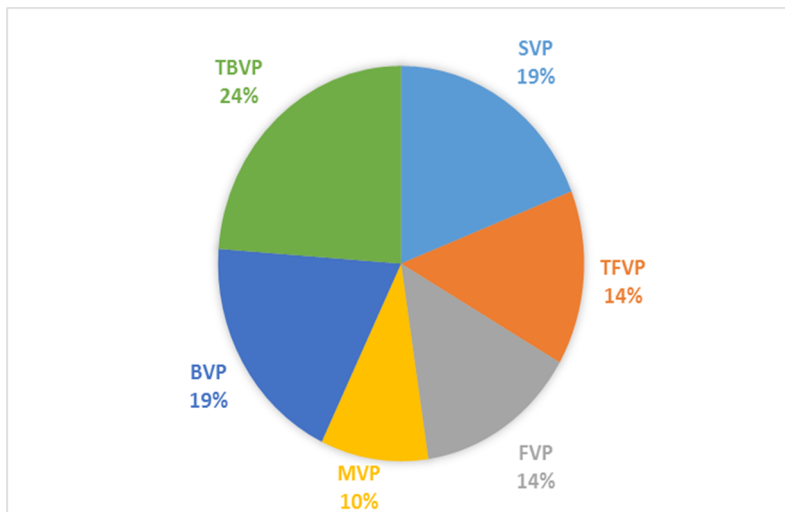


Figure 16. Valeur pastorale des jachères de la région de Ain D'heb.

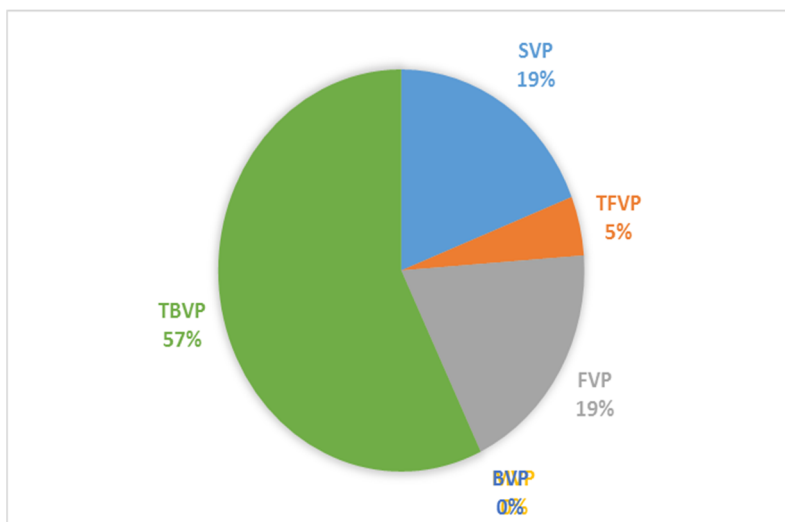


Figure 17. Valeur pastorale des jachères de la région de Naima.

Les inventaires floristiques réalisés sur les zones d'études dans la wilaya de Tiaret ont permis d'effectuer des spectres fourragers afin de déterminer les espèces à bonne, faible ou sans valeur pastorale, et dont la proportion des espèces végétales dans les parcours libres à très bonne valeur pastorale est (TBVP, 29 %) suivie par les espèces à faible valeur pastorale (FVP, 26%), dominant massivement dans la zone de Chehaima (figure 12). L'analyse du spectre fourrager de la zone steppique de Ain Deheb (figure 13) montre une dominance des espèces végétales à une valeur pastorale très faible (TFVP, 29 %) et de co-prédominance des espèces végétales à valeur pastorale (TBVP, 18 %) et (FVP, 18%). En ce qui concerne celles qui sont très présentées dans la zone steppique de Naima (figure 14), ils sont en proportion de 43 % (TBVP) ; viennent ensuite les espèces de faible valeur pastorale (FVP, 23%). Concernant les plantes dominantes, existantes en jachère dans la zone de Chehaima (figure 15), et sont celles de sans valeur pastorale (SVP), elles constituent la proportion de 34 %, suivie par des espèces de (TBVP, 24 %), pour la zone de Ain Deheb (figure 16), des espèces de (TBVP, 24 %) accompagnées par (BVP, 19 %) et (SVP, 19 %). Les espèces végétales de la zone de Naima (figure 17) sont caractérisées quant à elles par une proportion de (57 %) de (TBVP) et de co-prédominance de (FVP, 19%) et de (SVP, 19 %). certaines plantes, et malgré qu'elles sont faiblement et inégalement réparties dans les stations avec un faible taux de recouvrement, elles présentent néanmoins un indice d'accessibilité important, telles que la *Sinapis alba* dans les parcours steppiques de Chehaima (Figures 1, 2, 7 et 10 annexes) (R % en moyenne : 0.5 % ; Iap = 2.11), la *Juncus rigidus* dans les jachères (R % en moyenne : 0.5 % ; Iap = 1.8), dans les parcours de Ain Deheb (Figures 3, 4, 8 et 11 annexes) la *Chrysanthemum deserticolu* (R % en moyenne : 0.5 % ; Iap = 2.27), la *Lolium perenne* dans les jachères (R % en moyenne : 0.5 % ; Iap = 1.79), dans les parcours de Naima (Figures 5, 6, 9 et 12 annexes), la *Emex spinosa* (R % en moyenne : 0.5 % ; Iap = 4.19) et la *Lolium perenne* dans les jachères (R % en moyenne : 0.5 % ; Iap = 3.94), ce qui signifie qu'elles sont trop pâturées et cela a mené à leur disparition. D'autres plantes, et malgré qu'elles sont peu broutées, sont appréciées par les moutons selon les éleveurs ; cela semble être que dans certaines zones, les plantes ont atteint leurs cycles végétatifs finaux de la lignification et/ou de l'épiaison, telle que *Zilla macroptera* et *Bupleurum spinosum* qui sont broutée avant qu'elles devenaient épineuses ; d'ailleurs, certaines plantes présentent un cycle végétatif court (plantes éphémères). Dans les parcours steppiques, et en particulier l'espèce végétale *Polygonum aviculare*, présente une faible appétence sur Ain Deheb Iap = 0.44 et Naima Iap = 0.73, mais elle a été considérée comme un très bon fourrage à

Chehaima Iap = 1.64. Cela montre que les animaux n'ont plus de choix à cause de l'indisponibilité des végétaux préférés sur certains parcours steppiques, ce qui les conduisait à brouter des plantes moins appréciées, due peut-être qu'elles ont été broutées des jours avant le dénombrement du broutage. D'autres sont toxiques et non broutées par les moutons telle que l'espèce *Euphorbia peplus* Iap=0. Les résultats rapportés par *Nedjraoui, (2004)* sur la valeur pastorale de différents parcours steppiques, qui varient entre 10 % et 20 %, sont comparables avec nos résultats. En revanche, D'autres études réalisées par *Mallem et al., (2017)* sur les parcours steppiques de la zone de Mokrane (wilaya de Laghouat) et qui varient entre 4 % et 7.5 %, sont divergeant de nos résultats. Autant dire que les pâturages dans la wilaya de Tiaret sont moyennement pauvres en espèces végétales à excellente valeur pastorale, et qui présente une variation intra zonale d'un même district pour les différents herbages.

5 Composition systématique

L'observation sur le terrain et les entretiens avec les éleveurs ont permis d'identifier les différentes familles des espèces végétales qui caractérisent les zones d'études, et dont la composition floristique a révélée l'existence de quatre-vingt-deux espèces végétales principalement dominées par la famille de *POACEAE* à une proportion de 23 % et par la prédominance des *ASTERACEAE* à 12 %, suivies par les *FABACEAE* à 11 % et les *BRASSICACEAE* à 10 %. Néanmoins, une apparition de nouvelles espèces non appétentes a été signalée également par les éleveurs comme la *Euphorbia peplus* et la *Peganum harmala* de familles *EUPHORBIACEAE* à une proportion de 5 % et *ZYGOPHYLLACEAE* à 5 % successivement, cela a été traduit par une forte exploitation de ces parcours, ce qui a conduit à les vulnérabiliser en favorisant la dominance des espèces à une mauvaise appétence et à la disparition des espèces de bonne valeur pastorale.

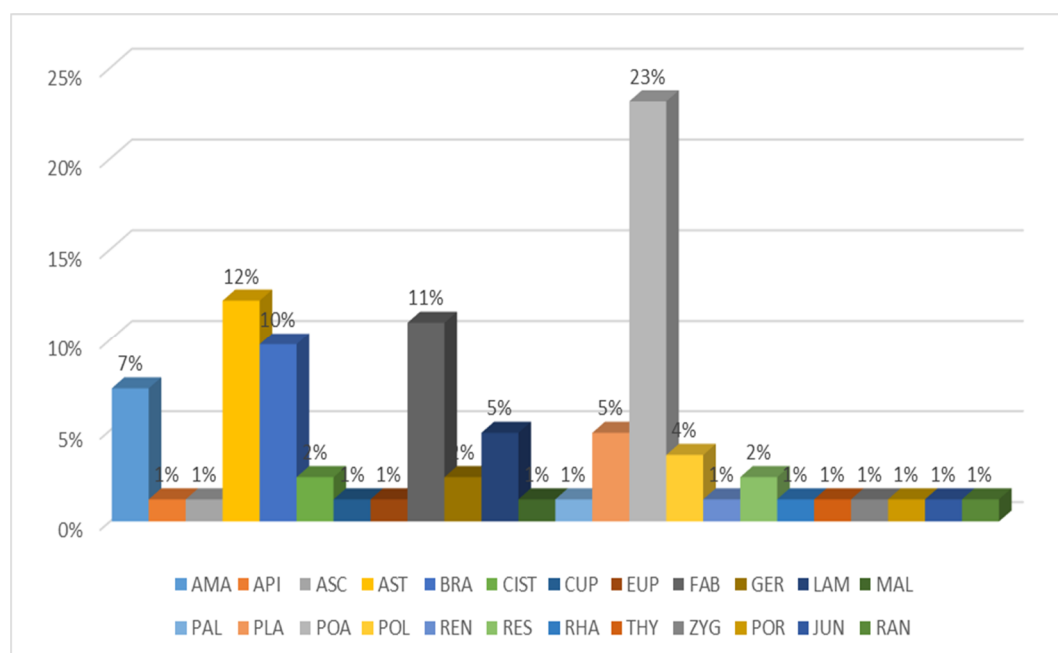


Figure 18. Pourcentages des familles dans les zones d'études.

6 Espèces végétales pertinentes pour le pâturage

Cette étude réalisée auprès des éleveurs a révélée que dans chaque zone d'étude, les plantes fourragères vivaces sont les plus abondantes et pertinentes pour le pâturage en hiver, présentées en pourcentage selon le nombre des éleveurs enquêtés (Tableau 3 annexe), dans la zone de Chehaima, on retrouve : *Aquilegia vulgaris* (14,3 %), *Rhamnus oleoides* (14,3 %), *Stipa parviflora* (9,5 %), *Anabasis articulata* (9,5 %), Dans la zone de Ain D'heb, on retrouve : *Rhamnus oleoides* (14,3 %), *Sinapis alba* (9,5 %), *Aristida pungens* (9,5 %) ; cependant, dans la zone de Naima, nous retrouvons principalement les composées suivantes : *Thymus vulgaris* (9,5 %), *Lygeum spartum* (9,5 %), *Phragmites australis* (9,5 %), *Diplotaxis simplex* (9,5 %). Ces herbages en parcours steppiques deviennent disponibles à l'accès en hiver, quand le temps est modéré où la température maximale journalière permet à conduire le troupeau à pâturer. Dans cette étude, nous avons remarqué que les espèces végétales éphémères appétentes, constituent la majorité des végétaux existants dans les parcours steppiques, avec une légère différence en face des espèces végétales vivaces appétentes (Figure 19).

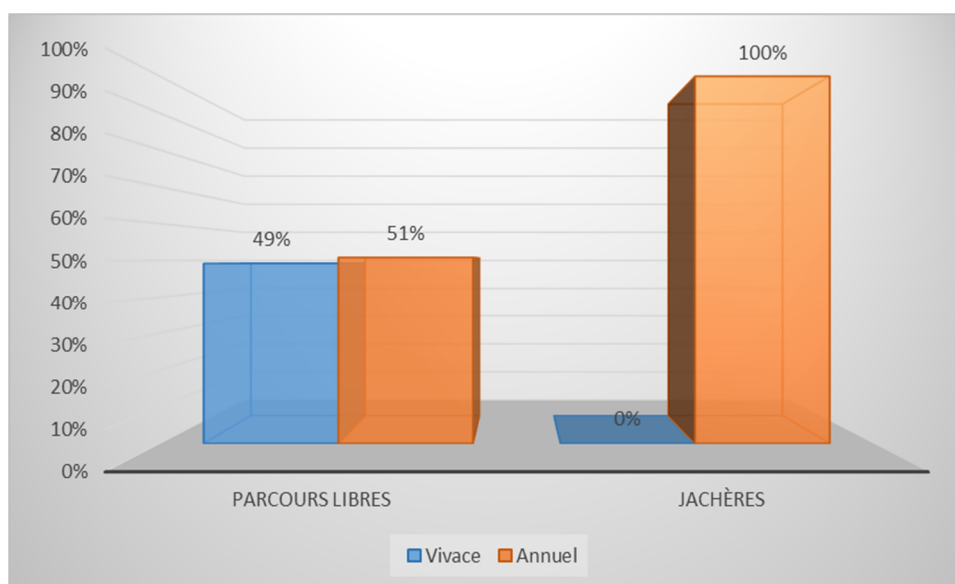


Figure 19. Pourcentage des espèces végétales vivaces et annuelles.

7 Profil d'acides gras des régimes

Le comportement alimentaire des moutons dans les parcours steppiques est basé essentiellement sur le pâturage des espèces fourragères spontanées, ce qui peut considérablement influencer la composition des AGIm de ces ruminants. **Doreau et al., (2005)** ont signalé que le contenu nutritionnel de ces espèces fourragères est caractérisé par une faible teneur en acides gras saturés, et riche en teneur en acides gras polyinsaturés, notamment en acide linoléique C18 : 3 n-3, et dont les résultats actuels ont montré que les compositions en AGPI sont relativement proches pour les deux régimes, en ce qui concerne les plantes steppiques *Macrochloa tenacissima* (Mt), *Ampélodesmos mauritanicus* (Am), *Artemisia Herba halba* (Ah), et *Atriplex canescens* (Ac) (67, 63,06, 53,87 ; 26,41 mg/g d'AG) et pour le régime alimentaire concentré Foin, Orge, Paille (67,99, 65,98, 25,95 mg/g d'AG) ($P < 0.001$). Néanmoins, ces deux régimes comprennent des AGPI qui dominent et qui caractérisent chacun d'eux : dans les plantes steppiques Mt, Am, Ah, Ac présentent une teneur élevée en C18 : 3 n-3 par rapport au régime alimentaire concentré présenté en Orge, Paille, Foin (43,57, 42,14, 23,88, 11,23 vs 5,84, 4,89, 4,29 mg/g d'AG) respectivement ($P < 0.001$) (Tableau 4), au contraire de l'acide linoléique C18 : 2 n-6 qui est présente en teneurs élevées dans le régime alimentaire concentré Orge, Foin, Paille contre Ah, Mt, Am, Ac (60,13, 63,10, 21,66 vs 29,99, 23,48, 20,92, 15,18 mg/g d'AG) respectivement ($P < 0.001$). **Wyss et al., (2006)** ont indiqué que les espèces végétales sont riches en AGPI, alors que **Molino et al., (2014)** ont remarqué que les AGMI ont une teneur élevée dans l'alimentation concentrée et l'alimentation à base de pâturages n'accumule qu'une faible quantité en AGS. D'ailleurs, dans la présente

étude, pour les AGS et AGMI, nous avons remarqué que les deux régimes ont présentés des teneurs variables de ces AG où ils dominent dans les aliments à base de Paille (70,81, 3,77 mg/g d'AG) et Ac (69,92, 4,24 mg/g d'AG) constitués essentiellement en C16, C18 et en C16 : 1, C18 : 1 cis-9 (P<0.01).

Tableau 4. Composition en acides gras de certains aliments utilisés pour nourrir les moutons (mg/g d'acides gras).

Acides gras	Ah	Am	Mt	O	P	Ac	F	SIG
C12	2,30	4,42	3,46	0	0	1,65	0	NS
C 14	3,93	3,4	20,90	4,84	7,1	13,17	1,11	***
C 15	0,71	0,39	0,42	0	0,99	0,91	0,26	*
C 16	0,72	13,62	0,45	25,87	42,83	34,52	25,02	**
C 17	1,17	1,47	0,76	0	1,97	1,85	0,35	***
C 18	3,66	6,34	1,77	2,21	10,16	8,99	2,10	***
C 20	3,72	1,5	0,86	0,19	1,67	1,69	0,26	*
C 22	16,51	4,04	1,92	0	5,13	4,25	0,43	**
C24	12,65	2,22	1,33	0	0,90	2,87	0,36	***
C16 :1	1,78	1,21	1,19	0,21	2,10	1,9	0,35	**
C18 :1 cis-9	0,97	0,98	0,65	0,67	1,68	2,06	1,26	**
C18 :2n6	29,99	20,92	23,48	60,13	21,66	15,18	63,10	***
C18 :3n3	23,88	42,14	43,57	5,84	4,29	11,23	4,89	***

C20 :1 cis-11	0	0	0,33	0,58	0	0,27	0,98	NS
AGS	45,31	37,4	31,90	33,12	70,81	69,92	29,92	***
AGMI	2,76	2,20	2,17	1,47	3,77	4,24	2,60	***
AGPI	53,87	63,06	67	65,98	25,95	26,41	67,99	***

SIG : Signification, NS : non significative, *P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001. Ah : *Artemisia Herba halba*, Am : *Ampélodesmos mauritanicus*, Mt : *Macrochloa tenacissima*, Ac : *Atriplex canescens*, O : Orge, P : Paille, F : Foin d'avoine, AGS : Acide gras saturé, AGMI : Acide gras monoinsaturé, AGPI : Acide gras polyinsaturé.

8 Composition biochimique de la viande d'agneau

L'impact de l'alimentation sur la composition chimique de la viande d'agneau est significatif <0.05 (Tableau 6). Généralement, la différence est presque négligeable en teneur de la matière minérale (Pâturage : 1.59% vs concentré : 1.61%), les protéines (Pâturage : 16.01% vs concentré : 16.20%), la matière sèche (Pâturage : 22.31% vs concentré : 22.08%), la matière grasse (Pâturage : 3.07% vs concentré : 3.64%) et TBARS (Pâturage : 0.18% vs concentré : 0.32%).

Tableau 5. Effet du régime alimentaire sur la composition biochimique de la viande d'agneaux.

Caractéristiques	Pâturage	Concentré	Signification
Matière sèche (%)	22.31	22.08	<0.05
Matière minérale (%)	1.59	1.61	<0.05
Protéines (%)	16.01	16.20	<0.05
Matière grasse (%)	3.07	3.64	<0.05
TBARS (mgMDA/kg)	0.18	0.32	<0.05

Les protéines, la matière minérale, et la matière sèche ne présentent qu'une légère différence en teneur entre les viandes des agneaux résultants des deux régimes (P<0.05) ;

cependant, *Hamdi et al., (2012)* ont trouvé que les agneaux qui ont reçu une alimentation concentrée et finis par le pâturage présentent des taux élevés en protéines et en matière sèche, mais ne présentent aucune différence significative en matière minérale par rapport aux agneaux qui ont reçu du concentré constitué principalement par l'orge et qui sont finis par un accès à une prairie d'orge en vert. Cependant, *Fruet et al., (2018)* ont montré que les bouvillons qui sont nourris en pâturage présentent un taux élevé en matière minérale que ceux qui sont nourris en concentré à base de grains. Quant à la teneur en matière grasse chez les agneaux issus de régime alimentaire concentré est plus élevée à ceux issus du pâturage, en raison que les agneaux qui pâturent exercent des activités physiques dans les parcours naturels afin de trouver les plantes préférées à consommer. *Lobón et al., (2017)* ont indiqué également que le pâturage diminue la teneur en matière grasse chez les animaux. Les mesures du taux des substances réactives à l'acide thiobarbiturique (TBARS) (Tableau 5) montrent que la viande des agneaux nourris aux pâturages sont moins oxydés que ceux nourris en concentré ($P < 0.05$). Ces résultats sont en accord avec ceux d' *Elaffifia et al., (2016)* qui ont comparé l'oxydation des AGI chez les agneaux ayant brouté l'herbe et ceux issus de concentré. C'est d'ailleurs le même résultat de *Descalzo et al., (2005)* chez les bouvillons ayant pâturés dans les parcours naturels, en les comparant avec ceux alimentés en concentré à base de grains, ce qui pourrait dû à la présence des antioxydants non enzymatiques dans les espèces végétales des parcours naturel qui protègent les AGI dans la viande contre l'oxydation *Descalzo et al., (2007)*.

9 Profil d'acides gras de viandes

Dans nos jours, la demande est de plus en plus croissante sur la viande d'agneau, ce qui rend le consommateur désireux et plus attentionné en termes de la composition et du type d'acides gras afin d'obtenir une viande de haute qualité, et bonne pour la santé *Wang et al., (2015)*. Des différences statistiquement significatives ont été signalée dans les 4 régions, en comparant les acides gras individuel de la viande d'agneau obtenue du pâturage de chaque région, par ceux issus de la viande des agneaux nourris par l'aliment concentré de chaque région (Tableau 4, 5, 6, 7 Annexe). Une dominance remarquable pour les acides gras saturé issus des agneaux en concentré, présente une large dominance de l'acide palmitique C 16 :0 dans les régions de Tiaret, Ain Deheb, et Naima ($p < 0.05$), suivie dans la région de Tiaret par la prédominance de 12 :0, C 18 :0, C 14 :0 ($p < 0.05$), respectivement, et par ceux de Ain Deheb de

l'ordre de C 18 :0, C 12 :0, C 14 :0 ($p < 0.05$). Cependant, les AGS des agneaux du pâturage qui dominaient légèrement dans la région de Chehaima sont C 20 :0, C 24 :0 ($p < 0.05$), tandis que pour Naima, les AGS individuels chez les agneaux du concentré était celui de C 14 :0 ($p < 0.05$). *Chikwanha et al., (2017)* ont signalé que les AGS composés principalement de C16 : 0, C18 : 0 et C14 : 0, respectivement, constituent environ 45 à 50% de la teneur totale des AGS de la viande d'agneau.

La teneur totale en AGS est largement dominante chez les agneaux de l'alimentation concentrée dans les régions de Chehaima, Ain Deheb et Naima, mais il n'y avait aucune différence en teneur totale des AGS lorsqu'on la compare par celle issus des agneaux des pâturages de la région de Tiaret. Des proportions élevées en teneur des AGS intramusculaires chez les agneaux peut s'exprimer par une forte hydrogénation ruminale, ce qui conduit à la saturation des AGPI en AGS par les bactéries dans le rumen (*De Brito et al., 2017*). Il est important de réduire la teneur en AGS, notamment en C12 : 0, C14 : 0, C16 : 0 et C18 : 0 qui ont un effet nuisible sur la santé humaine, en entraînant une augmentation de cholestérol, une provocation et un déséquilibre de l'activité fibrinolytique et l'augmentation de la glycémie (*Calder, 2015 et Papaloukas et al., 2016*). Dans une expérience réalisée par *Papaloukas et al., (2016)* en vue d'étudier l'effet de la saison sur le profil des acides gras du lait de brebis, dont l'alimentation en hiver a été le concentré avec un pâturage occasionnel et dans le printemps a été seulement le pâturage à herbe, les résultats ont montré que les AGS individuel C 12 :0, C 14 :0, C 16 :0 et la teneur totale des AGS ayant une concentration plus élevée dans le lait produit en hiver, dont le régime alimentaire a été à base de concentré, à l'exception de C18 :0 qui a été détecté à des concentrations plus élevées dans le lait produit au printemps.

Les résultats de la présente étude, révèlent une dominance des AGMI individuels issus à partir des AG intramusculaires des agneaux de concentré dans la région de Tiaret, dont l'AG élaïdique C18 :1 trans-9 a été le plus dominant, suivie par les prédominants C16 :1 et C18 :1 cis-11 respectivement ($p < 0.05$). Néanmoins, peu de différences significatives ont été observées, présentées par la dominance de C18 :1 trans-9 dans la région de Ain Deheb, et sans différences remarquables dans le reste des régions ; alors que la teneur totale des AGMI ne présente aucune signification dans les deux régimes alimentaires. En fait, cela paraît être lié au phénomène de rémanence ; selon *Aurousseau et al., (2007)*, une courte période en concentré n'affecte pas totalement la fraction lipidique intramusculaire issue du pâturage dont la moitié a disparue durant 20 jours, mais a changé complètement en 40 jours. *Urrutia et al., (2016)* ont indiqué que l'enzyme $\Delta 9$ désaturase chez les ruminants s'implique pour transformer l'AG stéarique C18 : 0 en AG oléique C18 : 1 cis-9 (AO). L'aliment concentré à base de céréale est riche en acide

linoléique C18 : 2n 6 (AL) et en acides oléique C18 :1 cis9, qui subissent dans le rumen une hydrogénation sous l'action de la microflore ruminale, et qui seront transformés en C18 :1 cis9 et en acide stéarique C18 : 0 respectivement. Il est à noter que l'acide α -linoléique 18 : 3n 3 (ALA) est l'acide gras dominant dans l'herbe *Popova et al., (2015)*. Selon *Cuvelier et al., (2005)*, l'AG C18 : 1 cis-9 soumis dans le rumen aux différentes actions enzymatiques, soit qu'il est hydrogéné et transformé en AG C18 : 0, soit il subit l'action d'isomérase et sera converti en de nombreux AG C18 : 1 de différentes configurations trans, telle que l'AG C18 : 1 trans-9, qui peut à son tour être transformé en AG vaccénique C18 : 1 cis-11 ; ce dernier peut aussi subir une hydrogénation et aux isomérisations en donnant naissance à plusieurs AG de configuration trans. Des essais réalisés par *Mateo et al., (2017)* pour comprendre l'effet du système d'élevage de brebis sur le profil d'AGIMI des agneaux durant la saison printanière, dont le premier groupe est alimenté par du concentré, et le deuxième groupe ayant pâture en herbe, les résultats ont indiqué qu'aucun effet significatif sur la teneur totale des AGMI et sur les AG individuels monoinsaturés. Lorsque on compare les concentrations des AGPI individuels des agneaux des deux régimes alimentaires, on trouve dans la région de Tiaret que les agneaux du concentré sont caractérisés par des AG de l'ordre C18 :2n6 cis-9, C18 :2n6 trans-9 et C18 :3n6 vs C20 :4n6, C18 :3n3, C20 : 5n3 et C22 : 6n3 du pâturage, alors que dans la région de Chehaima les AG provenaient de la viande des agneaux du pâturage C18 :3n3, C18 :2n6 trans-9 et C22 : 6n3, en outre, dans la région de Ain Deheb, les AG résultants du concentré sont C18 :2n6 trans-9 et C18 :3n6 vs les AG de la viande des agneaux du pâturage en herbe qui sont dominés par le 18 :3n3 suivi par les C20 :4n6, C20 : 5n3 et C22 : 6n3, respectivement, tandis que, l'AG principal dans les AG intramusculaires des agneaux issus du concentré est le C18 :3n6 vs ceux du pâturage de la région de Naima dominés par le C18 :3n3 suivi par les prédominants C20 :4n6, et C20 : 5n3. Aucune différence significative n'a été signalée pour les AGPI chez les agneaux issus des deux régimes alimentaires, ces résultats sont en concordance avec ceux de *Joy et al., (2008)* et de *Panea et al., (2011)*.

Une série d'études récente a indiqué que la fraction lipidique de la viande des agneaux peut être affectée par plusieurs facteurs intrinsèques tels que la race, le sexe, l'âge, le poids et le site de dépôt de graisse, et des facteurs extrinsèques comme l'alimentation, l'environnement, et l'interaction entre ces facteurs (*Vasilev et al., 2019 ; Budimir et al., 2020*). La santé humaine est susceptible à certaines maladies chroniques comme avait rapporté *Nguyen et al., (2018)* à savoir que les acides gras insaturés de longues chaînes (AGILC) de la famille n-3 anticipent des troubles de santé telle que les maladies cardiovasculaires, inflammatoires, et du cancer. Les ruminants sont incapables de synthétiser l'acide linoléique (LA) et l'acide α -linoléique (ALA),

qui sont des AG essentiels, et que l'être humain peut les obtenir de la nourriture. Cette incapacité de les synthétiser est due à l'indisponibilité des enzymes désaturases 12 et 15, responsables de convertir, respectivement, l'acide oléique C18 : 1 cis-9 (AO) en (LA) 18 : 2n 6 et (LA) en (ALA) 18 : 3n 3 *Alvarenga et al., (2015)*. Dans le rumen, lors de l'ingestion de l'alimentation par les ruminants, une partie importante des acides gras insaturés s'échappent de la biohydrogénation ruminale et subissent à une élongation qui les transforme en AGILC. *Alvarenga et al., (2015)* ont rapporté que l'herbe n'est pas la source principale des AGILC, mais elle contient l'ALA qui en est le précurseur des AGILC. *Drouin et al., (2018 ; 2019)* ont rapporté qu'une conversion de ALA en n-3 AGILC, en particulier, ALA est converti en EPA (acide eicosapentaénoïque, 20:5n-3), qui est à son tour allongé en DPA (acide docosapentaénoïque, C22 : 5n3) ensuite en DHA (acide docosahexaénoïque, 22:6n-3) ; ce processus implique une séquence d'enzymes de désaturases en ajoutant une double liaison à la chaîne carbonique et des enzymes d'élongase étendant la chaîne carbonique de deux carbones, de même, la voie de conversion de ALA suit les mêmes étapes de celle de LA en n-6 AGILC. Ces deux voies poursuivent les mêmes séquences et les mêmes enzymes, qui sont en compétition l'un avec l'autre. Dans la voie de conversion de n-3 AGILC, le n-3 DPA est allongé en C24 : 5 n-3, dérivé par l'enzyme élongase-5 et plus faiblement par élongase-2, puis désaturé en C24 : 6 n-3 (DHA) par l'action de la D6-désaturase, et finalement convertie en DHA par une étape de β -oxydation peroxysomale. Chez l'être humain, les DHA et DPA d'origine alimentaire, sont assimilés dans les différents tissus, et qui peuvent se rétro-convertir en EPA (*Christensen et al., 1993*). La concentration élevée de l'ALA dans les plantes nourrit les agneaux, pourrait influencer les AGIMI de ces derniers, en fournissant une plus grande quantité d'antioxydants tel que α -tocophérol qui est liposoluble, et qui protège les AGPI d'origine végétal contre la biohydrogénation dans le rumen, absorbé dans l'intestin et incorporé avec ces AG dans la graisse intramusculaire *Ponnampalam et al., (2012)* ; de même, *Bellés et al., (2018)* ont confirmé également que les antioxydants jouent un rôle prépondérant dans la réduction de la lipoxydation, tout en protégeant les AGPI contre la dégradation, où ces antioxydants peuvent se stocker en tant qu'une partie intégrante dans la graisse des muscles d'agneaux. Certains auteurs (*Pellattiero et al., 2015 ; Wanget al., 2015*) ont signalé que le pâturage de l'herbe dans les parcours est non seulement exploité d'une manière saisonnière, mais d'une façon irrationnelle, ainsi que l'élevage sous gestion de ce régime alimentaire a des effets délétères sur la performance de production chez ces petits ruminants, car il offre moins d'énergie tout au long de la saison, ce qui est due à la variation en nutriments et en fibres ; comparés aux agneaux issus de concentré, dans cette situation, il est nécessaire de trouver des

alternatifs alimentaires comme supplément, utiliser pour nourrir les petits ruminants tels que l'huile de graines de soja, de lin et de tournesol, par suivre une stratégie alimentaire qui vise à améliorer la qualité de la viande d'agneau, en particulier, les n-3 AGPI dans les tissus musculaires. Dans une expérience réalisée par **Rossatti et al., (2019)** qui ont montré par laquelle que tous les agneaux nourris de l'herbe et ayant été supplémentés par différents niveaux de concentré, ont connus une augmentation en AGPI de la famille n-6 AGPI au détriment des n-3 AGPI, suite à l'apparition des niveaux individus C18 : 3n-6, C20 : 2n-6 et C20 : 4n-6 ; cependant, la teneur de l'AG C22 : 4n-6 n'a pas été changée, mais en revanche, ces supplémentations ont réduit la teneur de l'AG C18 : 3n-3 ; conséquemment, cela peut causer des anomalies sanitaires à l'être humain. **Saini et Keum, (2018)** ont illustré les effets négatifs des n-6 AGPI sur la santé humaine par l'augmentation du risque d'atteindre le cancer, tandis que, les n-3 AGPI diminuer et rendre moins considérable la cancérogenèse tumorale. La santé publique est la principale préoccupation de plusieurs chercheurs afin de caractériser l'importance nutritionnelle des acides gras par le biais de l'alimentation. Le **British Department of Health, (1994)** a prescrit une valeur du ratio n-6/n-3 qui correspond à la viande bovine ou ovine, qui ne doit pas dépasser 4, tandis que la valeur du ratio AGPI/AGS doit être supérieure à 0,45. **Simopoulos, (2004)** a conseillé que le rapport n-6/n-3 doive varier entre 1 et 4. Les valeurs de ratio n-6/n-3 observées chez les agneaux issus des deux régimes dans les 4 régions étaient convenables à la valeur prescrite par British Department of Health, et ces résultats sont similaires avec ceux de **Arousseau et al., (2004)** et de **Alfaia al., (2009)**. Une stratégie alimentaire efficace visera à prévenir et de minimiser certaines maladies chroniques chez l'être humain, qui sont associées à une inflammation systémique chez les jeunes adultes, est d'être nourris par des aliments riches en n-3 AGPI tels que EPA et DHA conçues à réduire le ratio n-6/n-3 à des valeurs recommandées (**McDaniel et al., 2013**).

Les rapports AGPI/AGS dans la viande des agneaux produits à partir des pâturages dans les régions de Chehaima et Ain Deheb, sont les seuls qui correspondaient à la valeur recommandée, et qui correspond à une valeur du rapport AGPI/AGS qui soit supérieur à 0,45. Cependant, les autres rapports AGPI/AGS chez agneaux produits à partir du concentré dans les 4 régions, plus ceux qui sont issus du pâturage dans des régions de Tiaret et Naima, s'accordent avec les résultats rapportés par **Diaz et al., (2002)**, **Majdoub et al., (2013)**, **Majdoub et al., (2015)** et **D'Alessandro et al., (2018)** ; dans le contexte de la prévention contre les maladies chroniques, ces derniers résultats sont considérés délicats pour l'être humain, car ils sont inférieurs à la valeur 0.45 recommandée par le **British Department of Health, (1994)**. Une recherche antérieure a montrée que la faible valeur de ratio n-6 / n-3 qui a été inférieure à 2, est

due à l'effet d'une alimentation riche en herbe, et dont ces pâturages induisent une diminution des n-6 AGPI et une augmentation en n-3 AGPI. Cependant, la valeur du ratio AGPI/AGS n'était pas similaire chez plusieurs agneaux (*Demirel et al., 2006*). En termes d'atteindre les recommandations de British Department of Health (au-dessus de 0,45), et malgré que les plantes qui caractérisent les régions d'études sont approximativement les mêmes, ce qui peut s'expliquer par des effets liés aux facteurs extrinsèques et/ou intrinsèques, en plus, le surpâturage d'une plante préférée au détriment des autres plantes existantes dans le même périmètre.

10 Propriétés sensorielles de la viande

L'appréciation de la viande par les consommateurs dépend de sa qualité organoleptique, notamment, la couleur, la saveur, la jutosité et la tendreté. Ces propriétés sensorielles et en particulier la saveur qui joue un rôle primordial dans la décision et le choix d'achat de la viande (d'agneau) par les consommateurs, cette saveur est influencée par le régime alimentaire où les acides gras déterminent considérablement son intensité (*O'sullivan et Kerry, 2009 ; Della et al., 2016*). Également, certains chercheurs ont confirmé que la préférence et le choix de la viande par le consommateur sont correspondent souvent à la texture et la saveur, y compris l'odeur (attributs olfactifs, dont les molécules odorantes volatiles libérées dans l'air lors de la cuisson et qui sont inspirées par les voies respiratoires rétro-nasales.) et l'arôme (des molécules odorantes qui se libèrent lors de la mastication de la viande dans la cavité buccale perçue notamment sur la langue) *Dewhurst et Moloney, (2013)*.

10.1 Jutosité de la mastication

Les dégustateurs ont prétendu que la viande des agneaux issus de pâturage à une quantité importante de liquide libéré lors de la mastication ; 57% des dégustateurs ont trouvé que la jutosité de cette viande est acceptable, contre 50% pour la viande des agneaux issus du concentré ; par ailleurs, près de 40% ont jugé que la viande issue de pâturage est moelleuse contre 33% de celle issue du concentré, alors que seulement 3% ont dit que la viande du pâturage est sèche et que ne présente que peu de liquide, contre 17% pour de la viande des agneaux du concentré (Tableau 6).

Tableau 6. Détermination de la jutosité en pourcentage des dégustateurs.

Dégustateurs	Pâturage					Concentré				
	Très sec	Sec	Acceptable	Moelleux	Très Moelleux	Très sec	Sec	Acceptable	Moelleux	Très Moelleux

Effectif	0	1	17	12	0	0	5	15	10	0
%	0	3	57	40	0	0	17	50	33	0

Dans une expérience réalisée par *Resconi et al., (2009)*, il a été souligné que le pâturage affecte la qualité de la viande des agneaux et la rend moins juteuse, ce qui peut générer une saveur indésirable et peu tendre, tandis que, en comparaison avec celle qui provient des agneaux à base de concentré, la qualité était mieux sollicitée et satisfaisante en présentant une jutosité et une saveur intense. Quoique, *Frank et al., (2016)* ont montré que le persillage chez les bouvillons nourris d'herbe est beaucoup plus remarquable que chez ceux qui sont nourris à base de concentré ; ce qui a rendu leur viande juteuse, beaucoup plus tendre et d'une saveur intense.

10.2 Tendreté de la mastication

La tendreté de la viande des agneaux du pâturage a été plus acceptable que la viande des agneaux nourris au concentré (53% contre 17%) respectivement. Par ailleurs, les dégustateurs estiment que la viande des pâturages a été moins tendre 13% que la viande de concentré 17%, néanmoins, 57% des pénalistes confirment que la viande de concentré a été la plus dure contre 27% pour celle de pâturage, de même, peu d'entre eux estiment que la viande est très dure (7% pour la viande de pâturage contre 10% pour la viande de concentré) (Tableau 7).

Tableau 7. Détermination de la tendreté en pourcentage des dégustateurs.

Dégustateurs	Pâturage					Concentré				
	Très dure	Dure	Acceptable	Tendre	Très tendre	Très dure	Dure	Acceptable	Tendre	Très tendre
Effectif	2	8	16	4	0	3	17	5	5	0
%	7	27	53	13	0	10	57	17	17	0

Schönfeldt et al., (1993) et Diaz et al., (2002) ont trouvé que les animaux nourris aux céréales ayant une viande plus tendre que celle de la viande des animaux nourris à l'herbe ; cependant, les recherches ont été réalisées par *Mach et al., (2006)* et par *Urrutia et al., (2016)* sur la supplémentation en graines de lin de l'alimentation des agneaux, ont montré qu'aucun effet n'a été signalé sur les caractéristiques organoleptiques de la viande. *Hocquette et al., (2003)* ont indiqué que l'effet de l'activité de l'acide lactique produite par la fermentation du glycogène au cours de la maturation de la viande, les fibres musculaires, les AGPI apportés par l'alimentation, et l'activité enzymatique des protéases dans les mesures de la maturation de la

viande, influencent impérativement sur le développement de la tendreté, ce qui répercute sur l'acceptation et la palatabilité de la viande par les consommateurs. *Kolakowska et Sikorski, (2003)* ont affirmé que le persillage est une fine couche de graisse qui provient d'une alimentation qui confère une texture souhaitable à la viande caulinnaire.

10.3 Flaveur de la mastication

La sensation ressentie par les dégustateurs lors de la mastication, leur a permis d'apprécier la flaveur, 40 % parmi eux ont donné leurs avis et l'ont jugée comme étant forte dans la viande des agneaux provenant des pâturages, comparativement à celle provenant d'agneaux nourris à base de 33 % de concentré. 50% des dégustateurs la viande des agneaux provenant des pâturages ont constaté que la flaveur est acceptable à 57 %, contre 50 % pour la viande provenant d'agneaux nourris à base de concentré. En revanche, seulement 3 % de ces derniers ont rapporté une faible intensité de la flaveur de la viande des agneaux des pâturages, contre 17 % pour celle des agneaux au concentré (Tableau 8).

Tableau 8. Détermination de la flaveur en pourcentage des dégustateurs.

Dégustateurs	Pâturage					Concentré				
	Intensité très faible	Faible	Acceptable	Forte	Très forte	Intensité très faible	Faible	Acceptable	Forte	Très forte
Effectif	0	1	17	12	0	0	5	15	10	0
%	0	3	57	40	0	0	17	50	33	0

La sensibilité perçue lors de la consommation de la viande, et les différences interindividuelles, ont été expliquées par *Frank et al., (2017)* qui ont démontré que la dégustation est basée essentiellement sur des perceptions lors de la mastication, et que cette dernière se base sur la combinaison de la saveur attribuée par des sensations perçues sur la langue guidée par les polymorphismes mono-nucléotidiques (SNP) dans les gènes du goût humain et des composés odorants perçus par les récepteurs olfactifs. Les auteurs *Wood et Enser, (2017)* ont illustré dans une expérience réalisée que les pénalistes britanniques et espagnoles, prétendaient que la viande d'agneaux nourris à base d'herbe présente une flaveur intense ; quant aux Espagnoles, ils ont affirmé que le goût de la saveur est intense de celle des agneaux obtenus de concentré, et cela, en raison que les pénalistes sont apparemment influencés par des saveurs qu'ils connaissent, les Britanniques obtiennent principalement la viande à partir des agneaux issus du pâturage, tandis que l'aliment concentré est la norme chez les espagnoles, ce qui est les a conduit probablement à familiariser avec cette saveur ; en effet, cela peut être dû à la différence en dégradation et la décomposition des AGPI lors de la

consommation de la viande, où la différence se manifeste proprement dans les enzymes de la lipase salivaire des dégustateurs *Frank et al., (2017)*.

Différents processus de réactions telles que la lipopyroxydation, la réaction de Maillard, la dégradation des vitamines et les interactions entre les précurseurs de la dégradation contribuent à la formation des composés aromatiques. Toutefois, des facteurs intrinsèques et extrinsèques influencent largement la qualité de la graisse de la viande, représentée principalement par la race, le sexe et l'alimentation, et la maturation de la carcasse qui est conditionnée par le mode de conservation à basse température ou à température modérée (*Frank et al., 2015*). Certains composés solubles dans l'eau, tels que les carbohydrates, les nucléotides, les thiamines et les lipides de la viande crue, peuvent apporter des enrichissements souhaitables à la flaveur de la viande caulinnaire, autant, il y'a des composés générés lors de la cuisson de la viande, qui contribuent au développement de la flaveur, qui sont des réactions de brunissement non enzymatiques entre les acides aminés et les sucres réducteurs, appelés réactions de Maillard, aussi bien qu'elles sont produites des composés à des effets bénéfiques pour la santé humaine (composés aux propriétés antioxydantes) ; cependant, elles génèrent des composés toxiques, tels que les imidazoles, et une perte considérable en protéines, ce qui modifie la nature de la texture de la viande (*Shahidi et al., 2014*). Certains auteurs ont démontré que la teneur en AGPI, notamment en AG C18 : 3 qui présente des proportions considérables dans l'herbe, autant sa variabilité oxydative réduite en présence des antioxydants naturels dans l'herbe, a conféré une différence en saveur qui a été intense chez les bouvillons nourris en herbe, et qui a été faible chez ceux ayant été alimenté à base du concentré (*Warren et al., 2008*). Alors que, une suggestion proposée par *Dewhurst et Moloney, (2013)* qu'afin d'améliorer la qualité de la viande par fournir un appui pour compléter les agneaux par des aliments riches en AGPI qui sont protégés par des antioxydants contre la biohydrogénation dans le rumen, permettra d'augmenter la protection contre le rancissement et la faible flaveur. *Ruiz-Carrascal et al., (2019)* ont proposé dans une expérience qui a été réalisée dans le but de réduire le temps de la cuisson et d'augmenter la vitesse de la caramélisation de la viande dans le type de cuisson rôti, afin d'améliorer la flaveur de la viande par l'ajout des sucres réducteurs aux viandes cuites (de sorte de miel, de glucose, de lactose, de lait en poudre, etc.) qui stimule rapidement les réactions de Maillard par conséquent, ont généré un grand nombre de composés qui contribuent à la saveur de la viande.

Conclusion

Le marché potentiel de la viande des agneaux s'annonce comme une source importante riche en nutriments, et constitue de ce fait une denrée alimentaire très promotrice, dont la demande croissante sur la viande tient au fait aux exigences des consommateurs qui misent de plus en plus sur une viande biologique et une qualité organoleptique appréciable, contenant des graisses saines à leur santé, qui fait son chemin de plus en plus au détriment de la viande des agneaux nourris du concentré. Cela tient en effet au fait que les agneaux issus des pâturages d'herbe ont le pouvoir de rendre la viande saine pour l'être humain, en lui faisant acquérir une graisse riche en AGPI tels que ALA, EPA et DHA, ce qui confère à la viande également des caractéristiques sensorielles particulières.

Les résultats rapportés sur l'évaluation de l'appétibilité des espèces végétales broutées par les agneaux au niveau des parcours steppiques étudiés, ont prouvés que ces derniers sont caractérisés par une dominance des espèces végétales d'une très bonne valeur pastorale. La détermination de la composition en AG d'un régime à base d'herbe a montré son enrichissement en AGPI (ALA) et seulement une faible accumulation en AGS et en AGMI. Les résultats ayant été obtenus des analyses expérimentales qui ont visée à déterminer la composition biochimique et l'oxydation lipidique de la viande, nous ont permis de faire des différences évidentes en faveur de la viande d'agneaux issus du pâturage, dont la teneur en matière grasse reste plus faible par rapport à celle issue du régime concentré ; d'autant plus, les agneaux qui ont pâturé de l'herbe dans les parcours steppiques ont présenté une stabilité à l'oxydation plus élevée et moins de risque à subir d'une altération lipidique dans leur viande. Des différences semblables dans la viande d'agneaux des pâturages ont été constatées en faveur d'une augmentation des AGPI (ALA, EPA et DHA), comparés à ceux nourris du concentré, tandis que, les agneaux issus de ce dernier régime ont présenté une concentration élevée en teneur des AGS. Des analyses approfondies en teneur des AG, ont montré que les rapports $\Sigma\text{AGPI}/\Sigma\text{AGS}$ et $\Sigma n6/\Sigma n3$ observés chez les viandes des agneaux des pâturages sont conforme aux recommandations des nutritionnistes.

La nature de l'alimentation influe certainement sur la qualité organoleptique de la viande d'agneau, et se manifeste sur l'aspect de la saveur, la jutosité et la tendreté, ce qui tente éventuellement d'agir positivement sur les caractéristiques du muscle au vu de certifier et confirmer l'acquisition d'une viande aux propriétés spécifiques optimales. Cette amplitude de modifications se répercute fortement sur les caractéristiques biochimiques de la viande, d'autant plus en pâture dans les parcours steppiques où la végétation est diversifiée. Les résultats des analyses sensorielles ont montré que l'incidence de la végétation steppique se manifeste sur la qualité de la viande d'agneaux dont elle a été jugée comme acceptable, voire

forte, par les panélistes, à travers sa tendreté, notamment la jutosité et surtout la flaveur.

Au final, et à travers ces analyses discriminantes qui s'avèrent être explicitement conçues pour analyser la qualité de viande d'agneaux, et étant donné de ce qui précède, la viande d'agneaux qui ont pâturé de l'herbe présentent sur le plan nutritionnel un potentiel important répondant aux besoins croissants des consommateurs, ce qui est devenu impératif de produire des agneaux convenables qui développent des qualités en réduisant les dépôts de gras à des stades souhaitables pour faire satisfaire les besoins nutritionnels des consommateurs. Ceci rend l'élevage ovin au niveau des parcours steppiques bénéfiques, au profit d'une production de viande de qualité, qui répond à la demande et à l'exigence du consommateur.

Dans l'éventualité des recherches supplémentaires seraient effectuées, il serait intéressant d'assurer et de définir d'autres paramètres afin d'améliorer la qualité de la viande. Il pourrait y avoir des études approfondies sur le profil d'acides gras de la viande d'agneaux qui permettront de caractériser la qualité de la viande, également sur des facteurs liés à l'animal comme la race et l'âge, et d'autres sur l'influence des facteurs environnementaux tels que les agneaux amenés tout au long au poste d'abattage depuis le lieu d'élevage, influence de l'état de réfrigération sur la carcasse, le mode de cuisson, et ainsi d'élargir le panel de dégustation.

IMPACT OF GREEN FORAGES IN SPRING, IN THE STEPPE REGIONS OF TIARET "CHEHAIMA AND NAIMA", ON THE FATTY ACID COMPOSITION OF THE "BICEPS FEMORIS" MUSCLE OF LAMBS

Hocine Fadlallah Rabah^{1,*}, Abdellatif Niar², Benchohra Maamar³, Mohamed Azzaoui³, Mohamed Belabbes⁴, Belgacem Nouar³, Mohamed Amine Aissa³, Hicham Berrabah³

¹Laboratory of Agro-Biotechnology and Nutrition in Semi-arid Zones, Faculty of Nature and Life Sciences, Ibn Khaldoun University of Tiaret, Tiaret 14000, Algeria

²Farm Animal Reproduction Laboratory, Institute of Veterinary Sciences, Ibn Khaldoun University of Tiaret, Tiaret 14000, Algeria

³Ibn Khaldoun University of Tiaret, Tiaret 14000, Algeria

⁴Laboratories of Sciences and Techniques in Animal Production, BP 188, 27000, University of Mostaganem, Algeria



Abstract

This work aimed to assess the impact of a diet based on green pastures of steppe rangelands and another based on a concentrate diet, on the composition of the intramuscular lipid fraction of different sections of the biceps femoral muscle of lambs, in two regions of the wilaya of Tiaret, in winter and in spring. The biceps femoral muscle sample collection came from 20 different lamb carcasses (10 samples for each of our two study regions, with 05 samples for each season). These samples were taken on different occasions in large butcher shops. Total SFA content in both regions shows dominance in lambs from the regimen concentrate, that C 16: 0 and C 18: 0 are the most dominant. There is no remarkable difference in total MUFA content, and on individual monounsaturated FA, between the two regimens. In both regions, the most dominant FAs in the intramuscular lipid fraction of pasture lambs are C18: 3n3 followed by C18: 2n6 cis-9, C20: 4n6, C20: 5n3, and C22: 6n3, compared to those from concentrate regimen; however, lambs from Chehaima concentrate regimen had the most dominant FA in their intramuscular fat, C18: 3n6 followed by C20: 4n6, compared to those from pastures of Naima. The values of the ratio n-6 / n-3 correspond to the nutritional recommendations. The feed ratio Σ PUFA / Σ SFA of lambs from pastures in the Chehaima region is the only one that corresponds to the desired value. Based on this research, it is concluded that lambs that have grazed grass in steppe rangelands have the richest meat in omega 3, which is more desirable and benefits for human health.

Keywords: Concentrate, fatty acids, grazing, lambs.

1. INTRODUCTION

In response to the rapidly increasing demand for lamb meat by the modern consumer, the current research is more interested now in improving the quality of the meat, often from lambs of green pastures. These meats are rich in polyunsaturated fatty acids (PUFA), and which present relatively simple production processes. Our previous study indicated that the nature of the diet is an essential factor that influences the composition of intramuscular fatty acids (FA) in lambs, whose family FAs n3 are more representative in those fed on steppe plants (Rabah et al., 2019), other studies also

confirm the influence of diet on FA (Díaz et al., 2005; Ružić-Muslić, 2012), however, other intrinsic and extrinsic factors may influence and be responsible for the difference in FA such as sex, age, type of breeding, transport to the slaughterhouse, conservation of meat (De Smet et al., 2003 ; Amin and Mao, 2020). Currently, many ruminant breeders tend to modify their feeding practices by reducing the diet based on concentrate, and are now moving more and more to pasture grass which confers little fat in the ruminant carcass compared to that based on concentrate (Daley et al., 2010). Also, the problems associated with the use of concentrated feed in the diet of lambs, such as the increase in the content of saturated fatty acids (SFA) and cholesterol in meat, that causes diseases in humans, as chronic diseases such as cardiovascular disease, which interfere with insulin absorption and tumor carcinogenesis (Klir et al., 2012), An increased interest in rising the grass ratio in lamb feed (Prache et al., 2019). Other studies have shown that the meat of pasture lambs is an essential source of FA of the PUFA family n-3, and which has a lower fat content in the carcass, and with a lower content of SFA, unlike meat from those from the concentrated feeds (Jutzeler van Wijlen and Colombani, 2010; Ponnampalam et al., 2018). Reducing the intake of SFA and increasing the intake of PUFA-n3, especially long chain polyunsaturated fatty acids (PUFALC), are recommended by epidemiologists (Dias et al., 2017; Saini et Keum., 2018). The influence of different types of diets on the individual FA content of lamb meat has been the subject of several studies (Nguyen et al., 2018; Pannier et al., 2018). Pastures, especially with young plants are characterized by low fiber content and supplied to ruminants a high amount of linolenic acid (C18: 3 n-3) which helps to increase the content of conjugated linoleic acid (CLA) and its precursor, the vaccenic acid (18: 1 trans-11); the following biohydrogenation in the rumen by microbial action, C18: 3n-3 (ALA) and linoleic acid (C18: 2n-6) (LA) from forage plants are converted into oleic acid (18: 1), the precursor of the synthesis of CLA which is increasingly taken into consideration by nutritionists, because it contributes to the good health of the human being (Angeles-Hernandez et al., 2020 ; Budimir et al., 2020), however, these PUFAs contained in forage plants are exposed to several factors that can reduce their levels, such as botanical composition, seasonal variations in climate, and the vegetative stage of the plant (Cividini et al., 2018). In contrast, the animals fed the concentrate show a low content of PUFA, in particular, PUFA n-3 (Nuernberg et al., 2005). It seems of our knowledge, that there are only a few studies that have reported the content and composition of intramuscular FA in lambs that grazed in steppe rangelands (Berrighi et al., 2017; Rabah et al., 2019), which makes it very important to provide scientific evidence serving to discriminate diets that may improve the performance quality of lamb meat. This study aimed to study the effects of grazing in steppe rangelands on the AF profile of lamb meat.

2. MATERIALS AND METHODS

The lambs are traditionally reared in the pastures of the steppe, located in the two regions of Chehaima and Naima (Tiaret steppe), during the spring period and are supplemented in winter. During the period from March to the end of June, and then during the period from December until the end of February, lambs are feeding with concentrate in the barns. Someones have reported that the concentrated feed is made up primarily of barley (Luciano et al., 2012). Biceps femoris muscle samples collection was done from 20 different lamb carcasses (10 samples for each region, and with 5 samples for each season), were collected on different occasions from various large butcher shops of the Tiaret region. Before starting the biochemical analyzes to quantify and identify the methyl esters of fatty acids of the intramuscular lipid fraction by transesterification, by mixing internal standard 1, 2, 3-tripentadecanoylglycerol in a solution of boron trifluoride to 20% in methanol (Tor

et al., 2005), the collected samples were first of all lyophilized and then homogenized. The gas chromatography used is equipped by an oven at a temperature of 150 to 225 °C. The fatty acids were separated by a capillary column SP2330 of 30 m * 0.25 mm (Supelco, Tres Cantos, Madrid).

ANALYSES STATISTICS

Statistical analyzes were carried out in order to treat the intramuscular fatty acids of the biceps femoris muscles which characterize the sheep of the different diets, for this, an ANOVA test was carried out, followed by a Tukey Post Hoc test.

3. RESULTS AND DISCUSSIONS

The intramuscular AFs of the present study, as shown in the table, are of 24 fatty acids (C 10 :0, C 12 :0, C 14 :0, C 15 :0, C 16 :0, C 17 :0, C 18 :0, C 20 :0, C 24 :0, C14 :1, C16 :1, C18 :1 cis-11, C18 :1 cis-9, C18 :1 trans-9, C20 :1, C18 :2n6 cis-9, C18 :2n6 trans-9, C18 :3n6, C18 :3n3, C20 :2n6, C20 :3n6, C20 :4n6, C20 :5n3, C22 :6n3) (Table.1). These fatty acids were detected from the two diets, and each region has significant differences in FA composition. The individual AFs obtained from the grass-fed lambs had lower concentrations than those from lambs feed with the concentrate, of which the most dominant in Chehaima region was the stearic acid (C 18: 0) when compared with the others lambs from the pasture of Naima region, while, the most dominant in Naima region was the palmitic acid (C 16: 0), compared to those from pastures in the same region, these two AFs constitute the largest part of the lamb meat fatty acids, respectively with 18.1% and 22.2% (Wood et al., 2004).

Table 1: Mean and standard deviation of mean of Intramuscular fat content of the Biceps Femoris muscle of lambs (mg/g fatty acids)

Fatty acids	Chehaima		Naima		Signification			
	Grazing	Concentrate	Grazing	Concentrate	PCh vs CCh	PCh vs CN	PN vsNC	PN vs CCh
C 10 :0	0.03±0.01	0.05± 0.01	0.1± 0.00	0.07± 0.00	**	***	***	***
C 12 :0	0.23 ± 0.09	0.47± 0.17	2.46± 1.68	1.93± 1.34	-	-	-	*
C 14 :0	0.2± 0.11	0.27± 0.08	0.95± 0.51	1.78± 0.39	-	***	***	**
C 15 :0	0.22± 0.08	0.11± 0.07	0.19± 0.01	0.23± 0.02	*	-	-	-
C 16 :0	8.34± 3.18	13.33± 2.17	5.65± 3.45	11.23± 1.68	-	-	*	**
C 17 :0	1.08± 0.40	1.74± 0.61	0.76± 0.06	1.03± 0.06	*	-	-	***
C 18 :0	6.17± 3.87	9.28± 1.18	3.82± 3.05	7.78± 1.03	-	-	-	**
C 20 :0	0.07± 0.00	0.05± 0.00	0.06± 0.01	0.07± 0.00	***	-	-	-
C 24 :0	0.34± 0.09	0.15± 0.03	0.24± 0.08	0.14± 0.04	***	***	-	-
C14 :1	0.07± 0.00	0.08± 0.00	0.07± 0.01	0.10± 0.00	-	*	-	-
C16 :1	0.88± 0.32	1.29± 0.43	0.87± 0.32	1.07± 0.43	-	-	-	-
C18 :1 cis-11	0.70± 0.22	0.74± 0.24	0.69± 0.22	0.81± 0.24	-	-	-	-
C18 :1 cis-9	16.52± 7.43	20± 7.45	16.51± 7.43	19.49± 7.45	-	-	-	-
C18 :1 trans-9	0.91± 0.24	1.18± 0.20	0.97± 0.24	1.14± 0.20	-	-	-	-
C20 :1	0.06± 0.00	0.06± 0.00	0.08± 0.04	0.11± 0.01	-	*	-	-
C18 :2n6 cis-9	3.64± 0.72	3.47± 2.06	2.53± 1.53	4.2± 0.96	-	-	-	-

C18 :2n6 trans-9	0.33± 0.04	0.23± 0.01	0.24± 0.01	0.29± 0.04	***	-	-	-
C18 :3n6	0.03± 0.02	0.04± 0.01	0.32± 0.06	1.81± 0.09	-	***	***	***
C18 :3n3	1.34± 0.80	0.12± 0.05	1.74± 1.02	0.15± 0.06	***	*	***	*
C20 :2n6	0.15± 0.07	0.2± 0.03	0.23± 0.03	0.18± 0.07	-	-	-	-
C20 :3n6	0.14± 0.03	0.18± 0.01	0.21± 0.03	0.14± 0.01	-	-	-	-
C20 :4n6	1.68± 0.40	1.82± 0.36	1.41± 0.23	1.07± 0.09	-	***	*	-
C20 :5n3	0.23± 0.06	0.19± 0.07	0.22± 0.10	0.09± 0.04	-	*	*	-
C22 :6n3	0.2± 0.04	0.03± 0.04	0.12± 0.02	0.06± 0.02	***	**	-	**
SFA	16.66± 7.09	25.42± 2.80	14.24± 3.47	24.03± 2.86	**	-	**	***
MUFA	19.11± 7.78	23.5± 8.06	19.17± 7.79	23.56± 8.07	-	-	-	-
PUFA	7.74± 0.97	6.25± 2.19	6.93± 1.95	6.02± 0.97	-	-	-	-
n6	6± 0.98	5.91± 2.12	4.84± 1.49	5.76± 1.04	-	-	-	-
n3	1.75± 0.80	0.34± 0.08	0.59± 0.24	0.27± 0.09	***	***	-	-
Σn6/Σn3	0.31± 0.16	0.06± 0.01	0.12± 0.03	0.09± 0.02	**	***	-	-
ΣPUFA/ΣSFA	0.53 ± 0.20	0.24± 0.08	0.31± 0.23	0.25± 0.01	-	-	-	-

SFA: Saturated fatty acids. MUFA: Monounsaturated fatty acids. PUFA: Polyunsaturated fatty acids. *, $P \leq 0.05$; **, $P \leq 0.01$; ***, $P < 0.001$; - : not significant. PCh: Grazing in Chehaima. CCh: Concentrate in Chehaima. PCh: Grazing in Naima. CN: Concentrate in Naima.

Lambs that are feed with concentrate which have exhibited the highest C18: 0 content, has been explained by (Qie et al., 2020), who have found that the concentrated diet increases the C18: 0 content, due to the high saturation of PUFAs; moreover, the total content of SFA reveals a dominance in lambs feed with concentrate, these results are in agreement with those of (Hajji et al., 2016); On the other hand, not only the diet can influence the chemical composition of the meat, but also others factors related to the animal such as breed and age (Erasmus et al., 2017). Concentrated foods are rich in starch, which will increase the intake of FAs by stimulating new ruminal fermentation pathways that increase the saturation of PUFAs (Harmon and Swanson, 2020). Certain supplementary feeds in the ration of small ruminants can modify and reduce the composition of intramuscular SFA and increase those which are unsaturated, by the inclusion of specific oils or oleaginous and marine products (Raes et al., 2004). It is strongly recommended to decrease the total intake of the SFA content, given its harmful effect on human health, while no evidence is taken into consideration as to the effect of saturated fats which vary according to a specific fatty acid for health (Astrup et al., 2019), some of which are beneficial such as lauric acid (C12: 0) which has antimicrobial properties (Nakatsuji et al., 2019), also, the blood concentration of heptadecanoic acid (C17: 0) which does not affect coronary results (O'Neil et al., 2014). Others are not recommended for human health like myristic acid (C14:0) and C16:0 (Nieto and Ros, 2012). The results of the present study indicated that the lambs obtained from the concentrate diet had no significance in the total content of monounsaturated fatty acids (MUFA) than those fed in the steppe ranges, as well as in individual MUFA. These results are in agreement with those of (Moloney et al., 2018) who studied the FA profile of cattle grazed, feed only with pastures, and those fed on concentrate. (Mateo et al., 2017) did not indicate any remarkable difference in the total content of MUFA and on individual monounsaturated FA in small ruminants fed with the concentrate in stable or grazing in

the rangelands during the spring period. In fact, it could be related to the phenomenon of remanence, according to tests carried out by (Aldai et al. 2011) to study the effects of feeding strategies on the lipid fraction of lambs, revealed that after changes in the ration by substituting grazing of the grass by the concentrated feed, half of the FAs were partially changed from the total fat one month after of the experiment, however, after 2 months were gone completely. Contrary to the results of the present study, (Steffen et al., 2018) revealed that a high content of FA C18: 1 can cause the risk of developing cardiovascular diseases, which does not only come from the diet, but it could be affected by other factors that regulate its plasma concentration, as its *de novo* synthesis from C18: 0 by intervention of Stearoyl-CoA desaturase-1 (SCD1). In the two regions, no difference was observed in the total content of PUFAs; these results are similar to those found by (Panea et al., 2011), in contrast to (Lobon et al., 2019), who found that the grass-fed lambs having high levels of total PUFAs compared to those from concentrate. For both regions, the most dominant FAs in the intramuscular lipid fraction of pasture lambs are C18: 3n3 followed by C18: 2n6 cis-9, C20: 4n6, C20: 5n3, and C22: 6n3 compared to those from concentrate, however, the lambs in the concentrate diet had the most dominant FA in their intramuscular fat, C18: 3n6 followed by C20: 4n6 in lambs from Chehaima compared to those from the pasture of Naima. The feed can provide small ruminants with FA in varying proportions, the composition of which feeds concentrated in PUFA is dominated by LA which is the precursor of PUFALC n-6, whereas, pastures contribute to the high intakes of ALA, which is the precursor of PUFALC n-3, where the biohydrogenation of these essential FAs is around 80% and 92% for LA and ALA respectively. This process is highly dependent on the rate of passage and the residence time in the rumen (Dugan et al., 2018). LA n-6 and ALA n-3 undergo elongation and desaturation in ruminant tissues by metabolism in n-6 (arachidonic acid (C20: 4 n-6)) and n-3 (eicosapentaenoic acid (C20: 5 n-3), docosapentaenoic acid (C22: 5n-3) and docosahexaenoic acid (C22: 6 n-3) (Jambrak and Skevin, 2017). The fatty acid enzymes (SCD 1) and (SCD 2) often interfere with ALA to the detriment of LA, while a diet rich in LA can interfere with the process of conversion of ALA to EPA, DPA n-3, and DHA; this process of elongation and desaturation is slow, considered inefficient compared to the direct absorption of PUFALCs (ALA, EPA, and DHA) from food which can escape biohydrogenation in the rumen, because they are protected by metabolites secondary constituted in the grass, which can play a protective role against the saturation of PUFALCs in the rumen (Vahmani et al., 2020). The same results were found by (Liang et al., 2017) in the milk of cattle in different regions, indicating that the C18: 3 content is higher in grass-fed animals, while C18: 2 is dominant in those fed with concentrate, however, the latter is susceptible to be oxidized. In this study, the intramuscular lipid fraction of grass-based diet lambs was lower in C20: 4 n6 which is explained by its synthesis from its precursor C18: 2 n-6. The appearance of PUFALC C22: 6 n-3 which had high values observed in pasture lambs compared to those in concentrate, was due according to (Díaz et al., 2011) to the elongation and desaturation of C18: 3 n-3. Feeding practices in free ranges advantageously improve the FA profile; on the other hand, the variability of the individual plants that characterize and dominate in these different rangelands can affect the capacity and retention time of FA in the rumen, thus their composition in antioxidants which protect PUFAs, lead to a considerable accumulation of these FAs, in particular, C18: 3n3, the precursor of C22: 6n3 (Elgersma, 2015). Recent simultaneous studies have described lipogenesis in the rumen, as a function of biohydrogenation, which is conditioned by the selection of ruminal microflora depending on the type of food, the variety of plant species, the amount of fiber and starch consumed by the ruminant which can decrease ruminal pH, which inhibits the activity of certain bacteria and

stimulates the activity of a new bacterial population, and consequently, a modification of ruminal metabolism of FA (Dewanckele et al., 2020 ; Frutos et al., 2020 ; Huyen et al., 2020). A high content of PUFA n-3, in particular PUFALC such as EPA, is inversely correlated with the prevalence in young people suffering from depression (Berger et al., 2017). The n-6 content did not show any difference in all lambs; however, the n-3 content was higher in the lambs that grazed the grass, same results were found by (Belhaj et al., 2020) in the lambs and by (Aldai et al., 2011) in cattle. The values of the ratio n-6 / n-3 are correctly balanced and correspond to the nutritional recommendations of the (British Department of Health, 1994), which have prescribed a value that must not exceed 4. These results are similar to (Alfaia et al., 2009), who found a ratio that suits the recommendations in Pasture lambs, whereas, in lambs from the concentrated diet, they had a ratio that exceeded 4. The highest Σ PUFA / Σ SFA feed ratio was found in lambs from Chehaima pastures, at a value of (0.53). According to (McAfee et al., 2010), the desired Σ PUFA / Σ SFA ratio, must be greater than 0.4. However, the values of this ratio in lambs feed with concentrate (0.24) from Chehaima, as well as those from the Naima region (pasture: 0.31 and concentrate: 0.25) are not close enough to the value desired, this could be due to the degree of saturation of PUFAs by the process of biohydrogenation caused by ruminal bacteria. These values agree with similar results that were reported by (Majdoub et al., 2015; D'Alessandro et al., 2018).

4. CONCLUSIONS

The results obtained in the present experiment suggest that the meat of lambs having access to pasture in the spring period have a desirable intramuscular fatty acid composition for human health; this diet generated a high intake of PUFAs such as ALA, EPA and DHA. The FA profile of pasture lambs in the Chehaima region is characterized by a dominance of C18: 3n3. Little difference in PUFALC was reported compared to those from the concentrate diet, with high content of C18: 2n6 cis-9; the latter according to the literature is dominant in lambs fed the concentrate, probably due to the phenomenon of remanence where the lambs spent a short time grazing on the grasses in the steppe. In the Naima region, dominant FAs for pastures lambs are the C18: 3n3, followed by C20: 4n6 and C20: 5n3; for those in the concentrate feed, we found the C18: 2n6 cis-9 followed by C18: 3n6. In both regions, the total SFA content was higher in the lambs from the concentrate diet, with individual SFA dominated by C 16: 0 and C 18: 0. Regarding the nutritional ratios, n-6 / n-3 in both diets resulted in favorable values for human health, the ratio Σ PUFA / Σ SFA for the two diets did not reach the values recommended by nutritionists, excepted for pasture lambs in the Chehaima region; this is explained by the saturation rate of PUFAs in the rumen.

We can say at the end, the more lambs are allowed to graze in steppe, and for long periods, the more that it will bring to their tissues to have a lower SFA content, and more beneficial, with a very rich accumulation of PUFA. Further analyzes should be carried out to determine to what extent the impact of dietary supplements can alter the lipid fraction of the meat of lambs that graze in steppe zones, and that obtained by those fed the concentrated feed.

5. REFERENCES

- Aldai, N., Dugan, M. E. R., Kramer, J. K. G., Martínez, A., López-Campos, O., Mantecón, A. R., and Osoro, K. (2011). Length of concentrate finishing affects the fatty acid composition of grass fed and genetically lean beef: an emphasis on trans-18:1 and conjugated linoleic acid profiles. *Animal*, 5(10), 1643–1652. doi:10.1017/s1751731111000607.
- Alfaia, C. P. M., Alves, S. P., Martins, S. I. V., Costa, A. S. H., Fontes, C. M. G, A et al (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.

- Amin, A.B., Mao, S. (2020) Influence of yeast on rumen fermentation, growth performance and quality of products in ruminants: A review. *Animal Nutrition Journal*, <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2020.10.005>.
- Angeles-Hernandez, J. C., Vieyra Alberto, R., Kebreab, E., Appuhamy, J. A. D. R. N., Dougherty, H. C., Castelan-Ortega, O., and Gonzalez-Ronquillo, M. (2020). Effect of forage to concentrate ratio and fat supplementation on milk composition in dairy sheep: A meta-analysis. *Livestock Science*, 238, 104069. doi:10.1016/j.livsci.2020.104069.
- Astrup, A., Bertram, H. C., Bonjour, J.-P., de Groot, L. C., de Oliveira Otto, M. C., Feeney, E. L., Soedamah-Muthu, S. S. (2019). WHO draft guidelines on dietary saturated and trans fatty acids: Time for a new approach? 366, 14137.
- Belhaj, K., Mansouri, F., Sindic, M., Taaifi, Y., Boukharta, M., Serghini-Caid, H., and Elamrani, A. (2020). Effect of the concentrate-based finishing on the proximate composition, organoleptic quality and fatty acids profile of the Beni-Guil sheep meat. *E3S Web of Conferences*, 183, 04001. doi:10.1051/e3sconf/202018304001.
- Berger, M. E., Smesny, S., Kim, S.-W., Davey, C. G., Rice, S., Samyai, Z., Schlögelhofer, M., Schäfer, M.R., Berk, M., McGorry, P.D., Amminger, G. P. (2017). Omega-6 to omega-3 polyunsaturated fatty acid ratio and subsequent mood disorders in young people with at-risk mental states: a 7-year longitudinal study. *Translational Psychiatry*, 7(8), e1220. doi:10.1038/tp.2017.190.
- British Department of Health (1994). Nutritional aspects of cardiovascular disease. Report on Health and Social Subjects No. 46. London: HMSO.
- Berrighi, N., Belkacemi, L., Boudroua, k., Santaella, M., Gaspar, R., Nieto, G. (2017). Fatty acids composition and sensory properties of lamb meat fed on steppe and highland pastures. *Asian J. Anim. Sci.*, 11, 88-95.
- Budimir, K., Mozzon, M., Toderi, M., D'Ottavio, P., and Trombetta, M. F. (2020). Effect of Breed on Fatty Acid Composition of Meat and Subcutaneous Adipose Tissue of Light Lambs. *Animals*, 10(3), 535. doi:10.3390/ani10030535.
- Cividini, A., Simčić, M., Stibilj, V., Vidrih, M., and Potočnik, K. (2018). Changes in fatty acid profile of Bovec sheep milk due to different pasture altitude. *Animal*, 1–8. doi:10.1017/s1751731118002598.
- D'Alessandro, A. G., Maiorano, G., Casamassima, D., Martemucci, G., (2018). Fatty acid composition and vitamin E of meat as influenced by age and season of slaughter in Mediterranean light lamb. *Small Ruminant Research*, <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2018.11.019>.
- Daley, C. A., Abbott, A., Doyle, P. S., Nader, G. A., and Larson, S. (2010). A review of fatty acid profiles and antioxidant content in grass-fed and grain-fed beef. *Nutrition Journal*, 9(1). doi:10.1186/1475-2891-9-10.
- Dewanckele, L., Toral, P. G., Vlaeminck, B., and Fievez, V. (2020). Invited review: Role of rumen biohydrogenation intermediates and rumen microbes in diet-induced milk fat depression: An update. *Journal of Dairy Science*, 103(9), 7655–7681. doi:10.3168/jds.2019-17662.
- De Smet, S., Raes, K., Demeyer, D., (2003). Meat fatty acid composition as affected by genetics. *Anim. Res.*, in press.
- Dias, C. B., Amigó, N., Wood, L. G., Mallol, R., Correig, X., and Garg, M. L. (2017). Improvement of the omega 3 index of healthy subjects does not alter the effects of dietary saturated fats or n-6PUFA on LDL profiles. *Metabolism*, 68, 11–19. doi:10.1016/j.metabol.2016.11.014.
- Diaz, M.T., Álvarez, I., De La Fuente, J., Sañudo, C., Campo, M.M., Oliver, M.A., Font I Furnols, M., Montossi, F., San Julián, R., Nute, G.R., Cañeque, V. (2005). Fatty acid composition of meat from typical lamb production systems of Spain, United Kingdom, Germany and Uruguay. *Meat Science*, 71, 256-263.
- Díaz, M. T., Cañeque, V., Sánchez, C. I., Lauzurica, S., Pérez, C., Fernández, C., Álvarez, I., De la Fuente, J. (2011). Nutritional and sensory aspects of light lamb meat enriched in n-3 fatty acids during refrigerated storage. *Food Chemistry*, 124(1), 147–155. doi:10.1016/j.foodchem.2010.05.117.
- Dugan, M. E. R., Mapiye, C., and Vahmani, P. (2018). Polyunsaturated Fatty Acid Biosynthesis and Metabolism in Agriculturally Important Species. *Polyunsaturated Fatty Acid Metabolism*, 61–86. doi:10.1016/b978-0-12-811230-4.00004-1.
- Elgersma, A. (2015). Grazing increases the unsaturated fatty acid concentration of milk from grass-fed cows: A review of the contributing factors, challenges and future perspectives. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 117(9), 1345–1369. doi:10.1002/ejlt.201400469.
- Erasmus, S. W., Muller, M., and Hoffman, L. C. (2017). Authentic sheep meat in the European Union: Factors influencing and validating its unique meat quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97(7), 1979–1996. doi:10.1002/jsfa.8180.
- Frutos, P., Hervás, G., Natalello, A., Luciano, G., Fondevila, M., Priolo, A., and Toral, P. G. (2020). Ability of tannins to modulate ruminal lipid metabolism and milk and meat fatty acid profiles. *Animal Feed Science and Technology*, 114623. doi:10.1016/j.anifeedsci.2020.114623.

- Hajji, H., Joy, M., Ripoll, G., Smeti, S., Mekki, I., Gahete, F. M., Mahouachi, M., Atti, N. (2016). Meat physicochemical properties, fatty acid profile, lipid oxidation and sensory characteristics from three North African lamb breeds, as influenced by concentrate or pasture finishing diets. *Journal of Food Composition and Analysis*, 48, 102–110. doi:10.1016/j.jfca.2016.02.011.
- Harmon, D. L., Swanson, K. C. (2020). Review: Nutritional regulation of intestinal starch and protein assimilation in ruminants. *Animal*, 14:S1, pp s17–s28. doi:10.1017/S1751731119003136.
- Huyen, N. T., Verstegen, M. W. A., Hendriks, W. H., and Pellikaan, W. F. (2020). Sainfoin (*Onobrychis viciifolia*) silage in dairy cow rations reduces ruminal biohydrogenation and increases transfer efficiencies of unsaturated fatty acids from feed to milk. *Animal Nutrition*. doi:10.1016/j.aninu.2020.05.001.
- Jambrak, A. R., Škevin, D. (2017). Lipids. *Nutraceutical and Functional Food Components*, 103–128. doi:10.1016/b978-0-12-805257-0.00004-1.
- Jutzeler van Wijlen, R. P., and Colombani, P. C. (2010). Grass-based ruminant production methods and human bioconversion of vaccenic acid with estimations of maximal dietary intake of conjugated linoleic acids. *International Dairy Journal*, 20(7), 433–448. doi:10.1016/j.idairyj.2010.01.008.
- Klir, Ž., Antunović, Z., Halas, V., Domaćinović, M., Šperada, M., Novoselec, J. (2012): Modeling the fatty acid composition of lamb meat by feeding. Meso: prvi hrvatski ča sopis o mesu, 14, 43-49.
- Liang, K. H., Zhao, Y., Han, J., Liu, P., Qiu, J., Zhu, D. Z., et al. (2017). Fatty acid composition, vitamin A content and oxidative stability of milk in China. *Journal of Applied Animal Research*, 46(1), 1–6.
- Lobon, S., Joy, M., Sanz, A., Alvarez-Rodriguez, J., and Blanco, M. (2018). The fatty acid composition of ewe milk or suckling lamb meat can be used to discriminate between ewes fed different diets. *Animal Production Science*. doi:10.1071/an18082.
- Luciano, G., Biondi, L., Pagano, R. I., Scerra, M., Vasta, V., López-Andrés, P., Valenti, B., Lanza, M., Priolo, A., and Avondo, M., (2012). The restriction of grazing duration does not compromise lamb meat colour and oxidative stability. *Meat Science*, 92, 30–35.
- Majdoub - Mathlouthi, L., Said, B., Kraiem, K., (2015). Carcass traits and meat fatty acid composition of Barbarine lambs reared on rangelands or indoors on hay and concentrate. *Animal*, 9:12, 2065–2071.
- McAfee, A. J., McSorley, E. M., Cuskelly, G. J., Moss, B. W., Wallace, J. M. W., Bonham, M. P., and Fearon, A. M. (2010). Red meat consumption: An overview of the risks and benefits. *Meat Science*, 84(1), 1–13. doi:10.1016/j.meatsci.2009.08.029.
- Mateo, L., Delgado, P., Ortuño, J., and Bañón, S. (2017). Maternal grazing on stubble and Mediterranean shrubland improves meat lipid profile in light lambs fed on concentrates. *Animal*, 12(07), 1547–1554. doi:10.1017/s1751731117003263.
- Moloney, A., O'Riordan, E., Schmidt, O., and Monahan, F. (2018). The fatty acid profile and stable isotope ratios of C and N of muscle from cattle that grazed grass or grass/clover pastures before slaughter and their discriminatory potential. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*, 57, 84-94. doi:10.2307/26555014.
- Nakatsuji, T., Kao, M. C., Fang, J.-Y., Zouboulis, C. C., Zhang, L., Gallo, R. L., and Huang, C.-M. (2009). Antimicrobial Property of Lauric Acid Against *Propionibacterium Acnes*: Its Therapeutic Potential for Inflammatory Acne Vulgaris. *Journal of Investigative Dermatology*, 129(10), 2480–2488. doi:10.1038/jid.2009.93.
- Nieto, G., and Ros, G. (2012). Modification of Fatty Acid Composition in Meat Through Diet: Effect on Lipid Peroxidation and Relationship to Nutritional Quality – A Review. *Lipid Peroxidation*. doi:10.5772/51114.
- Nguyen, D. V., Malau-Aduli, B. S., Cavalieri, J., Nichols, P. D., and Malau-Aduli, A. E. O. (2018). Supplementation with plant-derived oils rich in omega-3 polyunsaturated fatty acids for lamb production. *Veterinary and Animal Science*. doi:10.1016/j.vas.2018.08.001.
- Nuernberg, K., Dannenberger, D., Nuernberg, G., Ender, K., Voigt, J., Scollan, N. D., Wood, J.D., Nute, G.R., Richardson, R. I. (2005). Effect of a grass-based and a concentrate feeding system on meat quality characteristics and fatty acid composition of longissimus muscle in different cattle breeds. *Livestock Production Science*, 94(1-2), 137–147. doi:10.1016/j.livprodsci.2004.11.036.
- O'Neil, A., and Itsiopoulos, C. (2014). Association of Dietary, Circulating, and Supplement Fatty Acids with Coronary Risk. *Annals of Internal Medicine*, 161(6), 458. doi:10.7326/114-5018-10.
- Panea, B., Carrasco, S., Ripoll, G., Joy, M., (2011). Diversification of feeding systems for light lambs: sensory characteristics and chemical composition of meat. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 9(1), 74-85.

- Pannier, L., Gardner, G. E., O'Reilly, R. A., and Pethick, D. W. (2018). Factors affecting lamb eating quality and the potential for their integration into an MSA sheepmeat grading model. *Meat Science*, 144, 43–52. doi:10.1016/j.meatsci.2018.06.035.
- Ponnampalam, E. N., Hopkins, D. L., and Jacobs, J. L. (2018). Increasing omega-3 levels in meat from ruminants under pasture-based systems. *Revue scientifique et technique*, 37(1), 57–70. <https://doi.org/10.20506/rst.37.1.2740>.
- Prache, S., Martin, B., and Coppa, M. (2019). Review: Authentication of grass-fed meat and dairy products from cattle and sheep. *Animal*, 1–10. doi:10.1017/s1751731119002568.
- Qie, M., Zhang, B., Li, Z., Zhao, S., and Zhao, Y. (2020). Data fusion by ratio modulation of stable isotope, multi-element, and fatty acids to improve geographical traceability of lamb. *Food Control*, 107549. doi:10.1016/j.foodcont.2020.107549.
- Raes, K., De Smet, S., and Demeyer, D. (2004). Effect of dietary fatty acids on incorporation of long chain polyunsaturated fatty acids and conjugated linoleic acid in lamb, beef and pork meat: a review. *Animal Feed Science and Technology*, 113(1-4), 199–221. doi:10.1016/j.anifeeds.2003.09.001.
- Rabah, H. F., Niar, A., Abdalli, W. (2019). Composition of intramuscular fatty acids from sheep living in Steppe zones, TIARET region, ALGERIA. *Adv. Biores.*, Vol 10 [5]. DOI: 10.15515/abr.0976-4585.10.5.1218.
- Ružić-Muslić, D., Bijelić, Z., Petrovic, P.M., Petrović, M.M., Pantelić,., Perišić,., Caro-Petrovic, V. (2012). Some aspects of improvement of grassland production for grazing of sheep. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 28, 2, 283-295.
- Saini, R. K., and Keum, Y.-S. (2018). Omega-3 and omega-6 polyunsaturated fatty acids: Dietary sources, metabolism, and significance — A review. *Life Sciences*, 203, 255–267. doi:10.1016/j.lfs.2018.04.049.
- Steffen, B. T., Duprez, D., Szklo, M., Guan, W., and Tsai, M. Y. (2018). Circulating oleic acid levels are related to greater risks of cardiovascular events and all-cause mortality: the Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis. *Journal of Clinical Lipidology*. doi:10.1016/j.jacl.2018.08.004.
- Tor, M., Estany, J., Francesch, A., Cubiló, M. D., (2005). Comparison of fatty acid profiles of edible meat, adipose tissues and muscles between cocks and capons. *Animal Research*, 54, 413– 424.
- Vahmani, P., Ponnampalam, E. N., Kraft, J., Mapiye, C., Bermingham, E. N., Watkins, P. J., Dugan, M. E. R. (2020). Bioactivity and health effects of ruminant meat lipids. Invited Review. *Meat Science*, 108114. doi:10.1016/j.meatsci.2020.108114.
- Wood, J. D., Richardson, R. I., Nute, G. R., Fisher, A. V., Campo, M. M., Kasapidou, E., Enser, M. (2004). Effects of fatty acids on meat quality: a review. *Meat Science*, 66(1), 21–32. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(03\)00022-6](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(03)00022-6).

Références Bibliographiques

-
- Abdallah H., (2015). Dynamique de la végétation et transformation des systèmes d'élevage sur les marges arides du Tell oriental de Soughas à Souar (Dorsale Tunisienne). Thèse, Université de Tunis/Université de Toulouse I, 373 p
- Abdelguerfi. A., Laouar. M., (2000). Conséquences des changements sur les ressources génétiques du Maghreb. In : Bourbouze A. (ed.), Qarro M. (ed.). Rupture : nouveaux enjeux, nouvelles fonctions, nouvelle image de l'élevage sur parcours. Montpellier : CIHEAM. p. 77-87 (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens ; n. 39).
- A.F.N.O.R. (1985) Association française de normalisation. Aliments des animaux, méthodes d'analyses française et communautaires 2eme édition.200p.
- ANC. (2017). Agence Nationale du Cadastre. <https://www.an-cadastre.dz/>.
- Alencar, E. R. de, Faroni, L. R. D., Peternelli, L. A., Silva, M. T. C. da, & Costa, A. R. (2010). Influence of soybean storage conditions on crude oil quality. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 14(3), 303–308. doi:10.1590/s1415-43662010000300010.
- Alhassane. A., Soumana. I., Chaibou. I., Karim S., Mahamane. A., Saadou. M., (2018). Productivité, valeur pastorale et capacité de charge des parcours naturels de la région de Maradi, Niger. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 12(4): 1705-1716.
- Alvarenga, T. I. R. C., Chen, Y., Furusho-Garcia, I. F., Perez, J. R. O., & Hopkins, D. L., (2015). Manipulation of omega-3 PUFAs in lamb: Phenotypic and genotypic views. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 14, 189–204.
- Anderson, B. M., et Ma, D. W. (2009). Are all n-3 polyunsaturated fatty acids created equal? *Lipids in Health and Disease*, 8(1), 33. doi:10.1186/1476-511x-8-33.
- ANDI Tiaret. (2016). Agence Nationale de développement de l'investissement. <http://www.andi.dz/index.php/fr/monographie-des-wilayas?id=117>. (Consulté le 19/01/20).
- Akli, Hamida. Contribution à l'évaluation discriminante de la qualité sensorielle des viandes bovines de la région de Tizi ousou. Faculté des sciences biologiques et des sciences agronomiques de l'université de Tizi ousou. Mémoire de Magister. 2014. 118p.
- Akpo. L. E., Banoïn. M, Grouzis. M., (2003). Effet de l'arbre sur la production et la qualité fourragères de la végétation herbacée : bilan pastoral en milieu sahélien. *Revue Elev. Méd. vét. Paystrop.*, 154 (10) : 619- 628. DOI : https://www.revmedvet.com/2003/RMV_154_619_628.pdf
- A.O.A.C., (1990). Official methods of analysis association of official analytical chemists (15th ed). Virginia, Arlington. ISBN: 935584-42.
- Aurousseau, B., Bauchart, D., Calichon, E., Micol, D., & Priolo, A. (2004). Effect of grass or concentrate feeding systems and rate of growth on triglyceride and phospholipid and their fatty acids in the M. longissimus thoracis of lambs. *Meat Science*, 66(3), 531–541. doi:10.1016/s0309-1740(03)00156-6.
- Aurousseau, A., Bauchart D., Faure, X., Galot, A, L., Prache, S., Micol, D., Priolo, A., (2007). Indoor fattening of lambs raised on pasture: (1) Influence of stall finishing duration on lipid classes and fatty acids in the longissimus thoracis muscle. *Meat Science*, 76,241–252.
- Ayad, N., Hellal, B., Maatoug, M., Hellal, T., (2010). Actes du 3ème Meeting International 'Aridoculture et Cultures Oasisennes : Gestion et valorisation des ressources et applications biotechnologiques dans les agrosystèmes arides et sahariens. *Revue des Régions Arides* (no spécial: 24), pp. 892-897.

-Baameur. M., (2006). Contribution à l'étude de la répartition biogéographique de la flore spontanée de la région de Ouargla (Sahara septentrional est algérienne). Thèse. Msgt. Université Kasdi merbah - Ouargla.

-Baccini A., (2010). Statistique descriptive multidimensionnelle (analyse factorielle). Institut de mathématiques, Toulouse, France.

- Bauchart, D., Thomas, A., Durand, D., Parafita, E., (2010). Qualité nutritionnelle des lipides et acides gras des viandes bovines : I. Influence de la durée de maturation sous vide des viandes. Viandes et Produits Carné, Volume 28 (4) p 112.

- Bechchari. A., El Aich., A. Mahyou. H., Baghdad. M., Bendaou. M., (2014). Analyse de l'évolution du système pastoral du Maroc oriental. Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux. 67 (4) : 151-162.

- Belhouadjeb, F.A., et Chehat, F., (2013). Le coût de production et la compétitivité de la viande ovine algérienne: cas de l'agneau de Djelfa. Les cahiers du CREAD, n°104.2013, 91-110. <http://dspace.cread.dz:8080/bitstream/CREAD/181/1/4-Le%20cout%20de%20production.pdf>.

- Bellés, M., del Mar Campo, M., Roncalés, P., et Beltrán, J. A. (2018). Supranutritional doses of vitamin E to improve lamb meat quality. Meat Science. doi: 10.1016/j.meatsci.(2018).11.002.

- Benaradj, A., Mederbal, K., et Benabdelli, K., (2010). Remontée biologique du parcours steppique à *Lygeum spartum* après une durée de Mise en défens dans la steppe sud-oranaise de Naâma (cas de la station de Touadjeur)". *Mediterránea. Serie de Estudios Biológicos. Época II, n. 21.* DOI:10.14198/MDTRRA2010.21.04.

- Benaradj. A., Boucherit. H., Hasnaoui. O., Mederbal., K et Sehli. A., (2013). Rehabilitation of the steppe *Lygeum spartum* in the region of Naama (western Algeria): TerraGreen 13 International Conference - Advancements in Renewable Energy and Clean Environment. doi: 10.1016/j.egypro.2013.07.040.

- Bencherif. S., (2013). L'élevage Agropastoral De La Steppe Algérienne Dans La Tourmente : Enquêtes Et Perspectives De Développement. Mondes en développement. DOI : 10.3917/med.160.0093.

-Benguendouz, Abdenour. Effets de la cuisson sur les caractéristiques nutritionnelles et diététiques des acides gras de la viande d'agneau issu des pâturages steppiques. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie Université Abd-Elhamid Ibn Badis de Mostaganem. Mémoire de Magister. (2012). 119p.

- Bensenane. I., Benabadji, N., Ghezlaoui. B. E., Berkouki. R., (2014). Un écosystème steppique anthropisé (cas de la région d'El-Gor, Algérie, occidentale) : *Mediterranea serie de estudios biológicos.* Université de Alicante. Época II N° 25 - 0210-5004.

- Ben Salem. H., (2016). Mutations des systèmes alimentaires des ovins en Tunisie et place des ressources alternatives. In: Khlij. E., Ben Hamouda. M., Gabiña. D., Mutations des systèmes d'élevage des ovins et perspectives de leur durabilité. Zaragoza : CIHEAM / IRESA / OEP, 2011. p. 29-39 (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens ; n. 97).

- Bouacha, M. I., Maatoug, M., Kharytonova, M., (2018). Vegetation Dynamics of Algerian's Steppe Ecosystem. A Case of the Region of Tiaret. *Journal of Environmental Research, Engineering and Management Vol. 74 / No. 1. pp. 60-70 .DOI 10.5755/j01.erem.74.1.20095.*

- Boucherit, H., Benabdelli, A., Benaradj, A. (2017). Contribution to the phytotherapy against scorpion sting envenomation in the Naama region (Algeria). *Lazaroa, 38(1), 75-82.*

-
- Boughalmi, A., & Araba, A. (2016). Effect of feeding management from grass to concentrate feed on growth, carcass characteristics, meat quality and fatty acid profile of Timahdite lamb breed. *Small Ruminant Research*, 144, 158–163. doi:10.1016/j.smallrumres.2016.09.013.
- Bravo-Lamas, L., Barron, L. J. R., Kramer, J. K. G., Etaio, I., Aldai, N., (2016). Characterization of the fatty acid composition of lamb commercially available in northern Spain: Emphasis on the trans-18:1 and CLA content and profile. *Meat Science*, 117, 108–116. doi: 10.1016/j.meatsci.2016.06.016.
- Breanne-Anderson, M., David, W. M., (2009). Are all n-3 polyunsaturated fatty acids created equal? *Lipids in Health and Disease*, 10.1186/1476-511X-8-33.
- British Department of Health (1994). Nutritional aspects of cardiovascular disease. Report on Health and Social Subjects No. 46. London: HMSO.
- Budimir, K., Mozzon, M., Toderi, M., D'Ottavio, P., et Trombetta, M. F. (2020). Effect of Breed on Fatty Acid Composition of Meat and Subcutaneous Adipose Tissue of Light Lambs. *Animals*, 10(3), 535. doi:10.3390/ani10030535.
- Calder, P. C. (2015). Functional Roles of Fatty Acids and Their Effects on Human Health. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*, 39(1_suppl), 18S–32S. doi:10.1177/0148607115595980.
- Chabowski, A., & Górski, J. (2019). *Muscle Lipid Metabolism. Muscle and Exercise Physiology*, 271–284. doi:10.1016/b978-0-12-814593-7.00012-8.
- Chilliard, Y., Glasser, F., Ferlay, A., Bernard, L., Rouel, J., & Doreau, M. (2007). Diet, rumen biohydrogenation and nutritional quality of cow and goat milk fat. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 109(8), 828–855. doi:10.1002/ejlt.200700080.
- Chikwanha, O. C., Vahmani, P., Muchenje, V., Dugan, M. E. R., et Mapiye, C. (2018). Nutritional enhancement of sheep meat fatty acid profile for human health and wellbeing. *Food Research International*, 104, 25–38. doi:10.1016/j.foodres.2017.05.005
- Christensen, E., Woldseth, B., Hagve, T. A., Poll-The, B. T., Wanders, R. J. A., Sprecher, H., Stokke, O., et Christophersen, B. O., (1993). Peroxisomal β -oxidation of Polyunsaturated Long Chain Fatty Acids in Human Fibroblasts. The Polyunsaturated and the Saturated Long Chain Fatty Acids are Retroconverted by the Same Acyl-CoA Oxidase, *Scandinavian Journal of Clinical and Laboratory Investigation*, 53:sup215, 61-74, DOI: 10.3109/00365519309090698.
- C. I.V., (2004), Les qualités organoleptiques de la viande bovine : Bases scientifiques pour une bonne utilisation culinaire, Paris, p.1. 8.
- Cuvelier, C., Cabaraux, J. F., Dufrasne, I., Istasse, L., Hornick, J. L., (2005). Production, digestion et absorption des acides gras chez le ruminant. *Ann. Méd. Vét.*, 149, 49-59.
- D'Alessandro, A. G., Maiorano, G., Casamassima, D., Martemucci, G., (2018). Fatty acid composition and vitamin E of meat as influenced by age and season of slaughter in Mediterranean light lamb. *Small Ruminant Research*, <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2018.11.019>.
- Daoudi, A., Terranti, S., Hammouda, R.F., Bédrani, S., (2013). Adaptation à la sécheresse en steppe algérienne : le cas des stratégies productives des agropasteurs de Hadj Mechri. *Cah Agric* 22 : 303-10. doi : 10.1684/agr.2013.0629.
- De Brito, G. F., Holman, B. W. B., McGrath, S. R., Friend, M. A., Van de Ven, R., Hopkins, D. L., (2017). The effect of forage types on the fatty acid profile, lipid and protein oxidation, and retail color stability of muscles from White Dorper lambs. *Meat Science*, 10.1016/j.meatsci.(2017).04.001.
- Della Malva, A., Albenzio, M., Annicchiarico, G., Caroprese, M., Muscio, A., Santillo, A., et Marino, R. (2016). Relationship between slaughtering age, nutritional and organoleptic properties of Altamura lamb meat. *Small Ruminant Research*, 135, 39–45. doi:10.1016/j.smallrumres.2015.12.020.

-
- Demirel, G., Ozpinar, H., Nazli, B., & Keser, O. (2006). Fatty acids of lamb meat from two breeds fed different forage: concentrate ratio. *Meat Science*, 72(2), 229–235. doi:10.1016/j.meatsci.(2005).07.006.
- Descalzo, A. M., Insani, E. M., Biolatto, A., Sancho, A. M., Garcí'a, P. T., Pensel, N. A., et al. (2005). Influence of pasture or grain-based diets supplemented with vitamin E on antioxidant/oxidative balance of Argentine beef. *Meat Science*, 70(1), 35–44.
- Descalzo, A. M., Rossetti, L., Grigioni, G., Irurueta, M., Sancho, A.M., Carrete, J., Pensel, N.A. (2007). Antioxidant status and odour profile in fresh beef from pasture or grain-fed cattle. *Meat Science*, 75, 299–307.
- Dewhurst, R. J., Moloney, A. P., (2013). Modification of animal diets for the enrichment of dairy and meat products with omega-3 fatty acids. In C. Jacobsen, N. S. Nielsen, & A. F. Hoer (Eds.). *Food Enrichment with Omega-3 Fatty Acids*. Cambridge, UK: Woodhead Publishing Limited. p257-287.
- Dia, A., Duponnois, R. *La Grande Muraille Verte : Capitalisation des recherches et valorisation des savoirs locaux*. Nouvelle édition [en ligne]. Marseille : IRD Éditions, (2012). Disponible sur Internet : <<http://books.openedition.org/irdeditions/3247>>. ISBN : 9782709917889. DOI :<https://doi.org/10.4000/books.irdeditions.3247>. (Consulté le 25 juillet 2020).
- Diaz, M., Velasco, S., Caneque, V., Lauzurica, S., De Huidobro, F. R., Perez, C., Gonzalez, J., Manzanares, C., (2002). Use of concentrate or pasture for fattening lambs and its effect on carcass and meat quality. *Small Rumin Res.* 43:257–68. doi:10.1016/s0921-4488(02)00016-0.
- Djaout, A., Afri-Bouzebda, F., Chekal, F., El-Bouyahiaoui, R., Rabhi, A., Boubekour, A., Benidir, M., Ameer-Ameer, A., Gaouar, S. B. S., (2017). Biodiversity state of algerian sheep breeds. *Gen. Biodv. J.* 1(1): 1-18.
- Doreau, M., Lee, M. R. F., Ueda, K., & Scollan, N. D., (2005). Métabolisme ruminal et digestibilité des acides gras des fourrages. *Rencontre Recherche Ruminant*, 12, 101–104.
- Doreau, M., Fievez, V., Troegeler-Meynadier, A., Glasser, F., (2012). Métabolisme ruminal et digestion des acides gras longs chez le ruminant : le point des connaissances récentes. *INRA Prod. Anim.*, 25 (4), 361-374.
- Drouin, G., Guillocheau, E., Catheline, D., Baudry, C., Le Ruyet, P., Rioux, V., & Legrand, P. (2018). The impact of n-3 docosapentaenoic acid (DPA) supplementation on fatty acid composition in rat differs depending upon tissues and is influenced by the presence of dairy lipids in the diet. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. doi:10.1021/acs.jafc.8b03069.
- Drouin, G., Rioux, V., Legrand, P., (2019). The n-3 docosapentaenoic acid (DPA): A new player in the n-3 long chain polyunsaturated fatty acid family. *Biochimie* 159, 36e48. [https://doi.org/10.1016/j.biochi.\(2019\).01.022](https://doi.org/10.1016/j.biochi.(2019).01.022)
- Du, S., You, S. H., Bao, J., Gegentu, Jia, Y. S., & Cai, Y. M. (2019). Evaluation of the growth performance and meat quality of Mongolian lamb fed grass, hay or pellets of Inner Mongolian native grass. *Small Ruminant Research*. doi:10.1016/j.smallrumres.2019.10.008.
- Dufey, P.A., Collomb, M., (2008). Production de viande en montagne et composition en acides gras du muscle longissimus dorsi chez le bovin de la race d'Hérans. *Perspectives de traçabilité*. JSMTV, 4027, 1-2. Tours, France, (Proceedings).
- Dugué, P., Vall, E., Lecomte, P., Klein, H. D., Rollin, D., 2004. Evolution des relations entre l'agriculture et l'élevage dans les savanes d'Afrique de l'ouest et du centre. *Oléagineux, corps gras, lipides*. Juillet-octobre, agriculture / élevage : nord-sud. 11, 4, 268-76.

-
- Dugan, M. E. R., Mapiye, C., & Vahmani, P. (2018). Polyunsaturated Fatty Acid Biosynthesis and Metabolism in Agriculturally Important Species. *Polyunsaturated Fatty Acid Metabolism*, 61–86. doi:10.1016/b978-0-12-811230-4.00004-1.
- Elaffifia, M. Boudrouaa, K. Mouroth, J. (2016). Fatty acid profile and lipid oxidation of lamb meat reared in arid area indoors and grazing outdoors in south west of Algeria. *Scientific Journal of Animal Science*, 5(1) 199-203.
- Enjalbert, F., et Troegeler-Meynadier, A. (2012). Biosynthesis of trans fatty acids in ruminants. *Trans Fatty Acids in Human Nutrition*, 1–42. doi:10.1533/9780857097873.1.
- Estévez, M., Ventanas, S., et Heinonen, M. (2011). Formation of Strecker aldehydes between protein carbonyls – α -Aminoadipic and γ -glutamic semialdehydes – and leucine and isoleucine. *Food Chemistry*, 128(4), 1051–1057. doi:10.1016/j.foodchem.2011.04.012.
- Feiner, G. (2016). Definitions. *Salami*, 39–55. doi:10.1016/b978-0-12-809598-0.00003-2.
- Fernandes, R. de P. P., Trindade, M. A., et de Melo, M. P. (2018). Natural Antioxidants and Food Applications: Healthy Perspectives. *Alternative and Replacement Foods*, 31–64. doi:10.1016/b978-0-12-811446-9.00002-2.
- Flores, M. (2017). The Eating Quality of Meat. *Lawrie's Meat Science*, 383–417. doi:10.1016/b978-0-08-100694-8.00013-3.
- Font-i-Furnols, M., & Guerrero, L. (2014). Consumer preference, behavior and perception about meat and meat products: An overview. *Meat Science*, 98(3), 361–371. Doi: 10.1016/j.meatsci.2014.06.025.
- Fowler, S. M., Morris, S., & Hopkins, D. L. (2019). Nutritional composition of lamb retail cuts from the carcasses of extensively finished lambs. *Meat Science*, 154, 126–132. doi:10.1016/j.meatsci.2019.04.016.
- Folch, J. Lees, M. et Stanley, G.H.S., (1957). A simple method for the isolation and purification of lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem* 226(1):497-509. PMID: 13428781.
- Frank, D., Eyres, G.T., Piyasiri, U., Cochet-Broch, M., Delahunty, C.M., Lundin, L., Appelqvist, I.M., (2015). Effects of agar gel strength and fat on oral breakdown, volatile release, and sensory perception using in vivo and in vitro systems. *J. Agric. Food Chem.* 63, 9093–9102.
- Frank, D.C., Ball, A. J., Hughes, J. M., Piyasiri, U., Stark, J., Watkins, P., et Warner, R. D., (2016). Sensory and Flavor Chemistry Characteristics of Australian Beef; the Influence of Intramuscular Fat, Feed and Breed. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. DOI: 10.1021/acs.jafc.6b00160.
- Frank, D., Oytam, Y., et Hughes, J., (2017). Sensory Perceptions and New Consumer Attitudes to Meat. *New Aspects of Meat Quality*. Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition. p667-698.
- Fruet, A. P. B., Trombetta, F., Stefanello, F. S., Speroni, C. S., Donadel, J. Z., De Souza, A. N. M., Rosado Júnior, A., Tonettob, C. J., Wagnera, R., De Mello, A., Nörnberg, J. L. (2018). Effects of feeding legume-grass pasture and different concentrate levels on fatty acid profile, volatile compounds, and off-flavor of the *M. longissimus thoracis*. *Meat Science*, 140, 112–118. doi:10.1016/j.meatsci.2018.03.008.
- Gallardo, E., De Schutter, D. P., Zamora, R., Derdelinckx, G., Delvaux, F. R., et Hidalgo, F. J. (2008). Influence of Lipids in the Generation of Phenylacetaldehyde in Wort-Related Model Systems. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(9), 3155–3159. doi:10.1021/jf800094k.

-
- Gehring, K. B. (2017). Meat and Health. *Lawrie's Meat Science*, 661–678. doi:10.1016/b978-0-08-100694-8.00021-2.
- Geay, Y., Bauchart, D., Hocquette, J. F., Culioli, J., (2002). Valeur diététique et qualités sensorielles des viandes de ruminants. Incidence de l'alimentation des animaux. *INRA Prod. Anim.*, 15 (1), 37-52.
- Genot, C., (1996). Some factors influencing TBA test. Annual Report of the 5th 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.
- Gibson, M., et Newsham, P. (2018a). Meat: Food and Science of the Animal Kingdom. *Food Science and the Culinary Arts*, 169–223. doi:10.1016/b978-0-12-811816-0.00012-9.
- Gibson, M., et Newsham, P. (2018b). Taste, Flavor and Aroma. *Food Science and the Culinary Arts*, 35–52. doi:10.1016/b978-0-12-811816-0.00003-8.
- Gobindram N-E., Boughalmi A., Moulin C.H., Meuret M., Araba A., Jouven M., (2014). Intake of plants containing secondary compounds by sheep grazing rangelands in the province of Boulemane (Morocco). *Mediterranean Seminars*, Number 109. 69p.
- Guillemain, N., Cassar-Malek, I., Hocquette, J. F., Jurie, C., Micol, D., Listrat, A., Leveziel, H., Renand, G., Picard, B., (2002). La maîtrise de la tendreté de la viande bovine : identification de marqueurs biologiques. *Inra Prod. Anim.*, 2009, 22 (4), 331-344.
- Guy, L., Vamsi, K., Jyoti D., Randal, J. K., (2013). Detection of Oxidative Damage in Response to Protein Misfolding in the Endoplasmic Reticulum. *Methods in Enzymology*, Volume 526. Hydrogen Peroxide and Cell Signaling, Part A, 231–250. doi:10.1016/b978-0-12-405883-5.00014-4.
- Hadbaoui, I., (2013). Les parcours steppiques dans la région de M'Sila : quelle gestion pour quel devenir ? [En ligne] OUARGLA : Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers. 96p. Format PDF. Disponible sur : <https://bu.univ-ouargla.dz/HADBAOUI_Ilyes.pdf?idthese=3092> (Consulté le 30/12/19).
- Hamdi, H., Majdoub-Mathlouthi, L., Znaidi, I. A., Aissa, A., Kraiem, K., (2012). Effet du type de pâturage sur la qualité de la viande des agneaux élevés en mode biologique. *Renc. Rech. Ruminants*, 19. P 423.
- Hamdi, H., Majdoub-Mathlouthi, L., Kraiem, K., (2019). Caractéristiques floristiques d'un parcours naturel amélioré par le Medicago Arborea dans le semi-aride de la Tunisie. *Revue Agriculture*. 10(1) : 04 – 16.
- Hammouda. R.F., Huguenin. J., Nedjraoui. D., 2013. Régression des parcours et adaptation des élevages en zone steppique algérienne Rangeland regression and livestock farming adaptation in Algerian steppe zone. *Renc. Rech. Ruminants*, 2013, 20.
- Hardin, M. D., (2016). Factors Affecting the Shelf Life of Meat Products. Reference Module in Food Science. doi:10.1016/b978-0-08-100596-5.03312-6.
- Hocquette J.-F., Cassar-Malek I., Listrat A., & Picard B., (2003). Ce que la génomique fonctionnelle peut apporter à la filière viande bovine. *Renc. Rech. Ruminants* 10: 25-32.
- Institute of Medicine., (2006). Dietary Reference Intakes: The Essential Guide to Nutrient Requirements. Washington, DC : The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/11537>.
- Ithurralde, J., Pérez-Clariget, R., Corrales, F., Fila, D., López-Pérez, Á., Marichal, M. de J., Saadoune, A., Bielli, A. (2019). Sex-dependent effects of maternal undernutrition on growth performance, carcass characteristics and meat quality of lambs. *Livestock Science*. doi:10.1016/j.livsci.2019.01.024.

-
- Jambrak, A. R., & Škevin, D. (2017). Lipids. *Nutraceutical and Functional Food Components*, 103–128. doi:10.1016/b978-0-12-805257-0.00004-1.
- Jemaa, T., 2016. Stratégie d'adaptation des éleveurs et modalités d'utilisation des parcours en Tunisie Centrale. ECOLE DOCTORALE GAIA Biodiversité, Agriculture, Alimentation, Environnement, Terre, Eau. [en ligne] : Thèse de doctorat en Zootechnie-Système. Montpellier SupAgro. 206p. Format PDF. Disponible sur : (<https://agritrop.cirad.fr/583727/1/JEMAA%20T.%20Th%C3%A8se%20%2020161018%20Syst%20el%20Tn%20Central%20-%20ED%20GAIA%20SupAgro.pdf>) (consulté le 21/07/2019).
- Joy, M., Ripoll, G., Delfa, R., (2008). Effects of feeding system on carcass and non-carcass composition of ChurraTensina light lambs. *Small Ruminant Research*, 78, 123–133.
- Kanoun, A., Kanoun, M., Yakhlef, H., Cherfaoui, M. A., (2007). Pastoralisme en Algérie : Systèmes d'élevage et stratégies d'adaptation des éleveurs ovins. *Renc. Rech. Ruminants*, 2007, 14.
- Khaldi, A., (2014). La gestion non durable de la steppe algérienne. *Vertigo*. La revue électronique en sciences de l'environnement [En ligne], consulté le 22 décembre 2019. URL : <http://journals.openedition.org/vertigo/15152> ; DOI : 10.4000/vertigo.15152).
- Khan, M. I., Jo, C., et Tariq, M. R. (2015). Meat flavor precursors and factors influencing flavor precursors—A systematic review. *Meat Science*, 110, 278–284. doi:10.1016/j.meatsci.2015.08.002.
- Kolakowska, A., Sikorski, Z. E., (2003). *The Role of Lipids in Food Quality*. CRC Press LLC.
- Kouba, Y., Gartzia, M., El Aich, A., & Alados, C. L. (2018). Deserts do not advance, they are created: Land degradation and desertification in semiarid environments in the Middle Atlas, Morocco. *Journal of Arid Environments*. doi:10.1016/j.jaridenv.2018.07.002.
- Laguerre, M., Lecomte, J., & Villeneuve, P. (2007). Evaluation of the ability of antioxidants to counteract lipid oxidation: Existing methods, new trends and challenges. *Progress in Lipid Research*, 46(5), 244–282. doi:10.1016/j.plipres.2007.05.002.
- Lebret, B., Prache, S., Berri, C., Lefèvre, F., Bauchart, D., Picard, B., Corraze, G., Médale, F., Faure, J., Alami-Durante, H., (2015). Qualités des viandes : influences des caractéristiques des animaux et de leurs conditions d'élevage. *INRA Prod. Anim.* 28 (2), 151-168.
- Leclerc, B., Lécivain, E., (1979). Etude du comportement d'ovins domestiques en élevage extensif sur le Causse du Larzac : rythme d'activité et comportement alimentaire, occupation de l'espace et comportement lors de l'agnelage. Thèse Doct. 3e cycle, univ. Rennes, 349 p.
- Le Floch, E., (2008) : Guide méthodologique pour l'étude et le suivi de la flore et de la végétation, Collection Roselt/OSS, C.T N° 1, Tunis, 175p.
- Lonergan, S. M., Topel, D. G., & Marple, D. N. (2019). Intrinsic cues of fresh meat quality. *The Science of Animal Growth and Meat Technology*, 147–162. doi:10.1016/b978-0-12-815277-5.00009-3.
- Lobón, S., Blanco, M., Sanz, A., Ripoll, G., Bertolín, J.R., Joy, M., (2017). Meat quality of light lambs is more affected by the dam's feeding system during lactation than by the inclusion of quebracho in the fattening concentrate. *Journal of Animal Science*, 95, 4998-5011.
- Lourenço, M., Ramos-Morales, E., et Wallace, R. J. (2010). The role of microbes in rumen lipolysis and biohydrogenation and their manipulation. *Animal*, 4(07), 1008–1023. doi:10.1017/s175173111000042x.
- Luciano, G., Biondi, L., Pagano, R.I., Scerra, M., Vasta, V., López-Andrés, P., Valenti, B., Lanza, M., Priolo, A., & Avondo, M., (2012). The restriction of grazing duration does not compromise lamb meat colour and oxidative stability. *Meat Science*, 92, 30–35. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.03.017>.

-
- Mach, N., Devant, M., Díaz, I., Font-Furnols, M., Oliver, M. A., García, J. A., Bach, A., (2006). Increasing the amount of n-3 fatty acid in meat from young Holstein bulls through nutrition, *Journal of Animal Science*, Volume 84, Issue 11. p3039–3048. <https://doi.org/10.2527/jas.2005-632>.
- MADR <Ministère de l'agriculture et de développement rural>, (2017). (<http://madrp.gov.dz/agriculture/irrigation/steppes-et-parcours/>).
- Majdoub-Mathlouthi, L., Saïd, B., Say, A., & Kraiem, K. (2013). Effect of concentrate level and slaughter body weight on growth performances, carcass traits and meat quality of Barbarine lambs fed oat hay based diet. *Meat Science*, 93(3), 557–563. doi:10.1016/j.meatsci.(2012).10.012.
- Majdoub-Mathlouthi, L., Saïd, B., Kraiem, K., (2015). Carcass traits and meat fatty acid composition of Barbarine lambs reared on rangelands or indoors on hay and concentrate. *Animal*, 9:12, 2065–2071.
- Malcolm. H., (ed). Systèmes d'exploitation agricole et pauvreté. In : AMÉLIORER LES MOYENS D'EXISTENCE DES AGRICULTEURS DANS UN MONDE CHANGEANT. FAO et Banque mondiale Rome et Washington DC 2001. ISBN 92-5-104627-1. (<http://www.fao.org/3/Y1860f/y1860f00.htm#Contents>). (Consultation le 16/07/2019).
- Mallem H., Benrima A., Houyou Z., 2017. Étude floristique des parcours steppiques des régions arides : effet de surpâturage, de l'ensablement et des labours (cas de la zone de Mokrane wilaya de Laghouat). *Revue Agrobiologia* 7(1): 334-345.
- Mapiye, C., Aldai, N., Turner, T. D., Aalhus, J. L., Rolland, D. C., Kramer, J. K. G., et Dugan, M. E. R. (2012). The labile lipid fraction of meat: From perceived disease and waste to health and opportunity. *Meat Science*, 92(3), 210–220. doi:10.1016/j.meatsci.2012.03.016.
- Marchello, J. A. (2016). Animal Fat Composition and Modification. *Functional Dietary Lipids*, 47–67. doi:10.1016/b978-1-78242-247-1.00003-x.
- Marcon, H., Baldissera, M. D., Furlan, V. J. M., Wagner, R., Alba, D. F., Molosse, V. L., Cecere, B., Silva, A. S. D. (2020). Curcumin supplementation positively modulates fatty acid profiles in lamb meat, *Small Ruminant Research*. doi: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2020.106141>
- McDaniel, J., Ickes, E., Holloman, C., (2013). Beneficial n-3 polyunsaturated fatty acid levels and n6:n3 ratios after 4-week EPA + DHA supplementation associated with reduced CRP: A pilot study in healthy young adults. *Mod. Res. Inflamm.* 2, 59–68. DOI: 10.4236/mri.2013.24008.
- Michel, F., Bonnefont-Rousselot, D., Mas, E., Draï, J., Théron, P., (2008). Biomarqueurs de la peroxydation lipidique : aspects analytiques. *Ann Biol Clin*. doi: 10.1684/abc.2008.0283.
- Molino F., Blanco M., Gonzalez-Calvo L., Ripoll G., Calvo J.H. et Joy M., (2014). Effect of grazing alfalfa on α -tocopherol content and FA composition in Longissimus and Semitendinosus muscles of light lambs. *Options Méditerranéennes, Forage resources and ecosystem services provided by Mountain and Mediterranean grasslands and rangelands*. A, no. 109.
- Moro, C., & Capel, F. (2019). *Regulation of Skeletal Muscle Metabolism by Saturated and Monounsaturated Fatty Acids. Nutrition and Skeletal Muscle*, 347–358. doi:10.1016/b978-0-12-810422-4.00021-x
- Mottram, D. S., et Elmore, J. S. (2005). The Interaction of Lipid-Derived Aldehydes with the Maillard Reaction in Meat Systems. *The Maillard Reaction in Foods and Medicine*, 198–203. doi:10.1533/9781845698447.5.198.
- Moula, N. Élevage ovin en Algérie : Analyse de situation. 9ème SIMV, Filière ovine en Algérie & au Maghreb “ Enjeux et stratégies d'avenir”, Décembre 15-16 2018, Constantine. Institut des Sciences Vétérinaires El-Khroub – Constantine.

-
- Nedjimi., B. Homida., M., (2006). Problématique des zones steppiques Algériennes et perspectives d'avenir. *Revue El Bahith*. Numéro 04 / 2006.
- Nedjraoui D. (2004). Évaluation des ressources pastorales des régions steppiques algériennes et définition des indicateurs de dégradation. *Doc. URBT, Alger* : 239-243.
- Nedjraoui. D et Bedrani. S., (2008). La désertification dans les steppes algériennes : causes, impacts et actions de lutte. *Vertigo*, la revue électronique en sciences de l'environnement. V.8 N1. (<http://vertigo.revues.org/5375>.) (Consulté le 22 décembre 2019).
- Nguyena, D, V., Malau-Adulic,B, S., Cavalieria, J., Nicholasa, P, D., Malau-Aduli, A, E, O., (2018). Supplementation with plant-derived oils rich in omega-3 polyunsaturated fatty acids for lamb production. *Veterinary and Animal Science*, 6, 29–40. <https://doi.org/10.1016/j.vas.2018.08.001>.
- Nieto, G., et Ros, G. (2017). Dietary Administration of Animal Diets with Aromatic and Medicinal Plants: Influence on Meat Quality. *Active Ingredients from Aromatic and Medicinal Plants*. doi:10.5772/67038.
- Nuernberg, K., Fischer, A., Nuernberg, G., Ender, K., & Dannenberger, D. (2008). Meat quality and fatty acid composition of lipids in muscle and fatty tissue of Skudde lambs fed grass versus concentrate. *Small Ruminant Research*, 74(1-3), 279–283. doi:10.1016/j.smallrumres.2007.07.009.
- Olatunde, G. A., & Atungulu, G. G. (2018). Emerging Pet Food Drying and Storage Strategies to Maintain Safety. *Food and Feed Safety Systems and Analysis*, 45–61. doi:10.1016/b978-0-12-811835-1.00003-8.
- Oulbachir Karima., (2010). Ecologie microbienne des sols sous différents compartiments granulométriques et différents étages bioclimatiques. Thèse de doctorat spécialité : Ecopédologie. Université d'Oran.
- Oumar Sy, Mobilité pastorale dans la Basse vallée du Ferlo dans le contexte de la remise en eau, *Les Cahiers d'Outre-Mer* [En ligne], 249 | Janvier-Mars 2010, mis en ligne le 01 janvier 2013, URL : <http://journals.openedition.org/com/5848> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/com.5848>. (Consulté le 25 juillet 2020).
- O'sullivan, M., et Kerry, J.P., (2009). Improving the sensory and nutritional quality of fresh meat; in: "Sensory and quality properties of packaged meat", 25,585-604.
- Quezel P., Santa S., (1963). Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales, Paris, Centre national de la recherche scientifique, Tome I, 7eme Edition, 564p.et Tome II. Paris, CNRS,7eme, 1170 p.
- Ozenda P., (1958). La flore de Sahara septentrional et central. CNRS. Paris. 486 p.
- Palmquist, D. L. (n.d.). Milk Fat: Origin of Fatty Acids and Influence of Nutritional Factors Thereon. *Advanced Dairy Chemistry Volume 2 Lipids*, 43–92. doi:10.1007/0-387-28813-9_2.
- Panea. B., Carrasco, S., Ripoll, G., Joy, M., (2011). Diversification of feeding systems for light lambs: sensory characteristics and chemical composition of meat. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 9(1), 74-85. DOI: 10.5424/sjar/20110901-089-10.
- Papaloukas, L., Sinapis, E., Arsenos, G., Kyriakou, G., et Basdagianni, Z., (2016). Effect of season on fatty acid and terpene profiles of milk from Greek sheep raised under a semi-extensive production system. *Journal of Dairy Research*. 83 375–382. doi:10.1017/S0022029916000327.
- Pase, C. S., & Bürger, M. E. (2019). Trans Fat Intake and Behavior. *The Molecular Nutrition of Fats*, 189–197. doi:10.1016/b978-0-12-811297-7.00014-7.

-
- Pellattiero, E., Cecchinato, A., Tagliapietra, F., Schiavon, S., & Bittante, G. (2015). Determination by GC×GC of Fatty Acid and Conjugated Linoleic Acid (CLA) Isomer Profiles in Six Selected Tissues of Lambs Fed on Pasture or on Indoor Diets with and without Rumen-Protected CLA. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 63(3), 963–974. doi:10.1021/jf504956x
- Pingret, D., Fabiano-Tixier, A.-S., & Chemat, F. (2013). Degradation during application of ultrasound in food processing: A review. *Food Control*, 31(2), 593–606. doi:10.1016/j.foodcont.2012.11.039.
- Ponnampalam, E. N., Burnett, V. F., Norng, S., Warner, R. D., & Jacobs, J. L. (2012). Vitamin E and fatty acid content of lamb meat from perennial pasture or annual pasture systems with supplements. *Animal Production Science*, 52, 255-262. DOI: 10.1071/AN11054.
- Ponnampalam, E. N., Plozza, T., Kerr, M. G., Linden, N., Mitchell, M., Bekhit, A. E.-D. A., Joe, L. Jacobs, David, L. Hopkins, D. L. (2017). Interaction of diet and long ageing period on lipid oxidation and colour stability of lamb meat. *Meat Science*, 129, 43–49. doi:10.1016/j.meatsci.2017.02.008.
- Popova, T., Gonzales-Barron, U., et Cadavez, V., ((2015)). A meta-analysis of the effect of pasture access on the lipid content and fatty acid composition of lamb meat. *Food Research International*. 77, 476–483. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.08.020>.
- Purslow, P. P., Warner, R. D., Clarke, F. M., et Hughes, J. M. (2019). Variations in meat colour due to factors other than myoglobin chemistry; a synthesis of recent findings (invited review). *Meat Science*, 107941. doi:10.1016/j.meatsci.2019.107941.
- Resconi, V.C., Campo, M.M., Furnols, M. F. I., Montossi, F., Sañudo, C., (2009). Sensory evaluation of castrated lambs finished on different proportions of pasture and concentrate feeding systems. *Meat Science*. 83,31–37. doi:10.1016/j.meatsci. 2009.03.004.
- Rule, D. C., (1997). Direct Transesterification of Total Fatty Acids of Adipose Tissue, and of Freeze-dried Muscle and Liver with Boron-trifluoride in Methanol. *Meat Science*, 46, I, 23-32. doi: 10.1016/s0309-1740(97)00008-9.
- Rondia, P. (2006). Aperçu de l'élevage ovin en Afrique du Nord Filière Ovine et Caprine 18, 11-14.
- Rossatti, J.A., Vargas Junior, F.M., Retore, M., Britez, G.D.V., Silva, M.C., Fernandes, T., Fernandes, A.R.M., et Mele, M., (2019). Effects of pasture type and level of concentrate supplementation on quality and fatty acid profile of lamb meat. *South African Journal of Animal Science* 49 (No. 6). <http://dx.doi.org/10.4314/sajas.v49i6.2>.
- Ruiz-Carrascal, J., Roldan, M., Refolio, F., Perez-Palacios, T., et Antequera, T., (2019). Sous-vide cooking of meat: a Maillardized approach, *International Journal of Gastronomy and Food Science*, <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs. 2019.100138>.
- Salueña, B. H., Gamasa, C. S., Rubial, J. M. D., & Odriozola, C. A. (2019). CIELAB color paths during meat shelf life. *Meat Science*, 107889. doi:10.1016/j.meatsci.2019.107889.
- Saini, R. K., et Keum, Y.-S. (2018). Omega-3 and omega-6 polyunsaturated fatty acids: Dietary sources, metabolism, and significance. A review. *Life Sciences*, 203, 255–267. doi:10.1016/j.lfs.(2018).04.049.
- Schönfeldt, H., Naude, R., Bok, W., Van Heerden, S., Sowden, L., Boshoff, E., (1993). Cooking-and juiciness-related quality characteristics of goat and sheep meat. *Meat Sci.*34:381–94.

- Scollan, N. D., Dannenberger, D., Nuernberg, K., Richardson, I., MacKintosh, S., Hocquette, J.-F., & Moloney, A. P. (2014). Enhancing the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. *Meat Science*, 97(3), 384–394. doi:10.1016/j.meatsci.2014.02.015.

- Senoussi, A., Hadbaoui, I., et Huguenin, J., (2014). L'espace pastoral dans la région de M'sila, Algérie: état et perspectives de réhabilitation. *Livestock Research for Rural Development*. 26-206. <http://www.lrrd.org/lrrd26/11/seno26206.html> (Consultation le 16/07/2019).

- Shahidi, F., Samaranyaka, A. G. P., et Pegg, R. B. (2014). Cooking of meat. Maillard Reaction and Browning. *Encyclopedia of Meat Sciences*, 391–403. doi:10.1016/b978-0-12-384731-7.00130-6.

- Siad, O., Belhamra, M., Huguenin, J., (2019). Les modalités d'intensification raisonnées des systèmes agropastoraux en territoires steppiques aux ressources altérées : 3ème Séminaire International sur les

Pâturages, les Parcours et l'Alimentation des Animaux dans le Bassin Méditerranéen. El-Tarf, les 09 et 10 Avril 201. 76p.

- Simopoulos, A. P. (2004). Omega-6/Omega-3 Essential Fatty Acid Ratio and Chronic Diseases. *Food Reviews International*, 20(1), 77–90. doi:10.1081/fri-1(2002)8831.

- Simopoulos, A. (2016). An Increase in the Omega-6/Omega-3 Fatty Acid Ratio Increases the Risk for Obesity. *Nutrients*, 8(3), 128. doi:10.3390/nu8030128.

-Srednicka-Tober, D., Baranski, M., Seal, C., Sanderson, R., Benbrook, C., Steinshamn, H., Gromadzka-Ostrowska, J., Rembiałkowska, E., SkwarłoSonta, K., Eyre, M., Cozzi, G., Krogh Larsen, M., Jordon, T., Niggli, U., Sakowski, T., Calder, P.C., Burdge, G.C., Sotiraki, S., Stefanakis, A., Yolcu, H., Stergiadis, S., Chatzidimitriou, E., Butler, G., Stewart, G., Leifert, C., (2016). Composition differences between organic and conventional meat: a systematic literature review and meta-analysis, *Br. J. Nutr.* 115-994e1011, <https://doi.org/10.1017/S0007114515005073>.

- Stoutah, Z., (2017). Parasitisme ovin et les difficultés d'élevage pastoral en Algérie. Institut des Sciences Vétérinaires- Blida. 61p.

- Stampa, E., Schipmann-Schwarze, C., & Hamm, U. (2020). Consumer perceptions, preferences, and behavior regarding pasture-raised livestock products: A review. *Food Quality and Preference*, 103872. doi:10.1016/j.foodqual.2020.103872.

- Suleman, R., Wang, Z., Aadil, R. M., Hui, T., Hopkins, D. L., & Zhang, D. (2020). Effect of cooking on the nutritive quality, sensory properties and safety of lamb meat: Current challenges and future prospects. *Meat Science*, 108172. doi:10.1016/j.meatsci.2020.108172.

- Trevisan, A. J. B., de Almeida Lima, D., Sampaio, G. R., Soares, R. A. M., et Markowicz Bastos, D. H. (2016). Influence of home cooking conditions on Maillard reaction products in beef. *Food Chemistry*, 196, 161–169. doi:10.1016/j.foodchem.2015.09.008.

- Tor, M., Estany, J., Francesch, A., Cubiló, M, D., (2005). Comparison of fatty acid profiles of edible meat, adipose tissues and muscles between cocks and capons. *Animal Research*, 54, 413–424. DOI: 10.1051/animres:2005033.

- Touraille, C., (1994). Incidence des caractéristiques musculaires sur les qualités organoleptiques des viandes. *Renc. Rech. Ruminants*, 1, 169 – 176.

- Tonettob, C.J., Wagnera, R., De Mello, A., et Nörnberg, J. L. (2018). Effects of feeding legume-grass pasture and different concentrate levels on fatty acid profile, volatile compounds, and off-flavor of the *M. longissimus thoracis*. *Meat Science*, 140, 112–118. doi:10.1016/j.meatsci.2018.03.008.

-
- Urrutia, O., Mendizabal, J. A., Insausti, K., Soret, B., Purroy, A., Arana A., (2016). Effects of Addition of Linseed and Marine Algae to the Diet on Adipose Tissue Development, Fatty Acid Profile, Lipogenic Gene Expression, and Meat Quality in Lambs. *PLoS ONE* 11(6): e0156765. doi:10.1371/journal.pone.0156765.
 - Van Boekel, M. A. J. S. (2006). Formation of flavour compounds in the Maillard reaction. *Biotechnology Advances*, 24(2), 230–233. doi:10.1016/j.biotechadv.2005.11.004.
 - Vargas Junior, F.M., Cansian, K., Pereira, H.L., Longo, M.L., Valério, A.C., Orrico Junior, M.A.P., Retore, M., Siqueira, A.B.R., Fernandes, T., (2020). Ingestive behaviour and performance of feedlot lambs fed saccharine sorghum and corn silages. *South African Journal of Animal Science*, 50 (No. 2). <http://dx.doi.org/10.4314/sajas.v50i2.6>.
 - Vasilev, D., Dimovska, N., Hajrulai-Musliu, Z., Teodorović, V., Nikolić, A., Karabasil, N., Dimitrijević, M., Mirilović, M. (2020). Fatty acid profile as a discriminatory tool for the origin of lamb muscle and

adipose tissue from different pastoral grazing areas in North Macedonia – A short communication. *Meat Science*, 162, 108020. doi:10.1016/j.meatsci.(2019).108020.

- Wang, Z., Chen, Y., Luo, H., Liu, X., et Liu, K., (2015). Influence of Restricted Grazing Time Systems on Productive Performance and Fatty Acid Composition of Longissimus dorsi in Growing Lambs. *Asian Australas. J. Anim. Sci.* Vol. 28, No. 8: 1105-1115. <http://dx.doi.org/10.5713/ajas.14.0937>.
- Warren, H.E., Scollan N.D., Nute, G.R., Hughes, S.I., Wood, J.D., et Richardson, R.I., (2008). Effects of breed and a concentrate or grass silage diet on beef quality in cattle of 3 ages. II. Meat stability and flavour. *Meat Sci*, 78, 270–278.
- Warner, R. D. (2017). The Eating Quality of Meat—IV Water-Holding Capacity and Juiciness. *Lawrie's Meat Science*, 419–459. doi:10.1016/b978-0-08-100694-8.00014-5.
- Wood, J., Richardson, R. ., Nute, G. ., Fisher, A. ., Campo, M. ., Kasapidou, E., Sheard, P.R., Enser, M. (2004). Effects of fatty acids on meat quality: a review. *Meat Science*, 66(1), 21–32. doi:10.1016/s0309-1740(03)00022-6.
- Wood, J.D., Enser, M., Fisher, A.V., Nute, G.R., Sheard, P.R., Richardson, R.I., Hughes, S.I., Whittington, F.M., (2008). Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. *Meat Science*. 78-343–358doi:10.1016/j.meatsci.2007.07.019
- Wood, J. D., & Enser, M. (2017). Manipulating the Fatty Acid Composition of Meat to Improve Nutritional Value and Meat Quality. *New Aspects of Meat Quality*, 501–535p. doi:10.1016/b978-0-08-100593-4.00023-0.
- Wood, J. D. (2017). Meat Composition and Nutritional Value. *Lawrie's Meat Science*, 635–659. doi:10.1016/b978-0-08-100694-8.00020-0.
- Wyss U., Morel I., Collomb M., (2006). Fatty acid content of three grass/clover mixtures. *Grassland Science in Europe* 11, p. 348-350.
- Yabrir, B., Laoun, A., Chenouf, N. S., Mati, A. (2015). Caractéristiques des élevages ovins de la steppe centrale de l'Algérie en relation avec l'aridité du milieu : cas de la wilaya de Djelfa. *Livestock Research for Rural Development*. Volume 27 (10). Article 207. <[Http://www.lrrd.org/lrrd27/10/yabr27207.html](http://www.lrrd.org/lrrd27/10/yabr27207.html)> (Consulté le 29/12/19).
- Yagoubi, Y., Joy, M., Ripoll, G., Mahouachi, M., Bertolín, J. R., et Atti, N. (2018). Rosemary distillation residues reduce lipid oxidation, increase alpha-tocopherol content and improve fatty acid profile of lamb meat. *Meat Science*, 136, 23–29. doi:10.1016/j.meatsci.2017.10.007.

-
- Yahiaoui, Ahmed. Nutritionnel pour Ovis aries de différents supports alimentaires en zones agropastorales de l'ouest Algérien. [En ligne] Ecole Nationale Supérieure Agronomique El Harrach. 2011, 129p. FormatPDF. Disponible sur : < http://dspace.ensa.dz:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/991/yahiaoui_a.pdf > (Consulté le 28/12/19).
- Yousfi, M., Chachoua, I., Bougouffa, N., (2017). Contribution des parcours à l'alimentation des petits ruminants en steppe et dans la wilaya de Djelfa, Algérie. *Livestock Research for Rural Development* 29(2). Volume 29, Article 39. <http://www.lrrd.org/lrrd29/2/moha29039.html>. Consulté (17/07/ 2020).
- Zerouati. F. Z. Stratégie et plan d'action nationaux pour la biodiversité 2016-2030. Sarl Studiocom [en ligne] : Alger, (2016), 132p. Format PDF. Disponible sur : (<https://www.cbd.int/doc/world/dz/dz-nbsap-v2-fr.pdf>). (Consulté le 12/09/2019).
- Zeece, M. (2020). *Lipids. Introduction to the Chemistry of Food*, 127–161. doi:10.1016/b978-0-12-809434-1.00004-9.
-
- Zhang, N., Teng, Z., Qi, Q., Hu, G., Lian, H., & Gao, T. (2019). Carcass traits, meat quality characteristics, and lipid metabolism-related gene expression pattern of Yaoshan white goats raised in traditional extensive production system: effects of slaughter age and meat cuts. *Small Ruminant Research*. doi:10.1016/j.smallrumres.2019.11.004.