

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE ABDELHAMID IBN BADIS – MOSTAGANEM

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

Laboratoire de Technologie Alimentaire et Nutrition

THESE DE DOCTORAT EN SCIENCES

Filière : Sciences Agronomiques

Option : Technologie Alimentaire Et Nutrition

Présenté par Mr :

ELAFFIFI Mohamed

Qualité Des Lipides Et Des Acides Gras De La Viande D'agneau De Race Locale Nourri A Base D'herbe Des Pâturages En Algérie

La Composition du jury de soutenance

Membres du jury	Grade	Qualité	Appartenance administrative
Mr. Attou Ghalem SELSELET	Pr	Président	Univ. Mostaganem
Mr. Miloud HALBOUCHE	Pr	Examineur	Univ. Mostaganem
Mr. Omar KHEROUA	Pr	Examineur	Univ. Oran
Mr. Mahmoud BENALI	Pr	Examineur	Univ. Sidi Belabbès
Mr. Kaddour BOUDEROUA	Pr	Directeur de thèse	Univ. Mostaganem
Mr. Jacques MOUROT	Dir. Rech	Co-Directeur de thèse	INRA. Rennes, France

Année universitaire 2014-2015

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE ABDELHAMID IBN BADIS – MOSTAGANEM

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

Laboratoire de Technologie Alimentaire et Nutrition

THESE DE DOCTORAT EN SCIENCES

Filière : Sciences Agronomiques

Option : Technologie Alimentaire Et Nutrition

Présenté par Mr :

ELAFFIFI Mohamed

Qualité Des Lipides Et Des Acides Gras De La Viande D'agneau De Race Locale Nourri A Base D'herbe Des Pâturages En Algérie

La Composition du jury de soutenance

Membres du jury	Grade	Qualité	Appartenance administrative
Mr. Attou Ghalem SELSELET	Pr	Président	Univ. Mostaganem
Mr. Miloud HALBOUCHE	Pr	Examineur	Univ. Mostaganem
Mr. Omar KHEROUA	Pr	Examineur	Univ. Oran
Mr. Mahmoud BENALI	Pr	Examineur	Univ. Sidi Belabbès
Mr. Kaddour BOUDEROUA	Pr	Directeur de thèse	Univ. Mostaganem
Mr. Jacques MOUROT	Dir. Rech	Co-Directeur de thèse	INRA. Rennes, France

Année universitaire 2014-2015

REMERCIEMENTS

Ce travail a été effectué conjointement au Laboratoire de Technologie Alimentaire et de Nutrition à l'Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem - Algérie, et l'unité mixte de recherches sur l'alimentation humaine et animale au Laboratoire du Métabolisme des Lipides à St-Gilles, INRA de Rennes - France.

J'exprime mes vifs remerciements et ma profonde gratitude à Mr. **Jacques MOUROT**, Directeur de recherche et responsable du laboratoire des Lipides à PEGASE St-Gille, INRA (Rennes - France), qui m'a accueilli au sein de son laboratoire pour effectuer plusieurs analyses et dosages. Mon passage parmi vous a été convivial. Merci pour votre générosité scientifique et humaine. Je n'oublierai jamais vos considérations envers ma personne, en me donnant l'occasion pour participer aux séances de travail à la station de recherche de Rheu en 2012, et à la commission focus valorial à l'Institut Supérieur de Production Animale et Technologie Agroalimentaire de St-Brieuc, ainsi que la visite du laboratoire ANSES de Ploufragan (2014), sans oublier les journées francophones de nutrition où on a participé ensemble à Lille (2010), Reims (2011), Lyon (2012), Bordeaux (2013) et enfin à Bruxelles en décembre (2014), et publié nos travaux dans Nutrition Clinique et Métabolisme. Tout l'honneur est pour moi, que vous faites partie de ce jury.

Mr. **BOUDEROUA Kaddour.**, Professeur et directeur du Laboratoire de technologie alimentaire et nutrition, Université de Mostaganem, qui n'a ménagé aucun effort pour une réflexion profonde et une démarche appropriée pour procéder à l'analyse détaillée du sujet. Vous avez toute ma gratitude de m'avoir proposé et orienté vers ce travail, qui de par son intérêt, a eu le mérite de captiver l'attention et de provoquer un engouement pour les oméga 3. En tant que directeur de thèse, j'espère que vous allez trouver des éléments de satisfaction dans le présent document.

Je remercie également :

Mr. **SELSELET-ATTOU Ghalem.**, Professeur à l'Université de Mostaganem, pour avoir accepté de présider ce jury malgré ses charges. Votre encouragement m'a permis de croire et d'aller de l'avant malgré toutes les difficultés rencontrées pour concrétiser notre projet. Merci d'avoir cru en moi et de m'avoir accordé votre confiance, soyez rassuré Monsieur de ma profonde gratitude.

Mr. **KHEROUA Omar.**, Professeur à l'Université d'Oran, de l'honneur qu'il me fait en acceptant d'être membre du jury malgré ses préoccupations. Qu'il trouve ici l'expression de mon profond respect.

Mr. **BENALI Mahmoud.**, Professeur à l'Université de Sidi-BelAbbes, de l'intérêt qu'il a apporté à ce travail, et en acceptant d'être examinateur. Je le remercie profondément.

Mr. **HALBOUCHE Miloud.**, Professeur à l'Université de Mostaganem, de l'honneur qu'il m'a fait pour participer à l'évaluation de cette thèse. Je lui exprime ici mes sincères respects et qu'il soit rassuré de mon estime.

Ce travail a pu être réalisé, malgré les contraintes techniques, les distances qui ont éloigné les zones d'expérimentation, l'unité expérimentale, (Agneaux) qui ont été mis à ma disposition, que grâce à la disponibilité et l'appui de nombreux collaborateurs.

Je tiens à exprimer mes remerciements les plus chaleureux :

Aux éleveurs, El Hadj Salam de HERCHAIA, au niveau de Ain-Safra la wilaya de Naama, Mr. Mohamed B, au niveau de la zone de Oued-Sefioune entre la wilaya de Saida et Sidi-BelAbbes, Mr. Abdellah de Borgia au niveau de la wilaya de Mostaganem, et enfin El Hadj Nani et ses fils dans la zone de Mon Adore toujours au niveau de la wilaya de Mostaganem.

Au personnel technique au niveau des abattoirs et tueries. Qu'ils soient assurés de ma plus profonde reconnaissance et de tous mes remerciements pour m'avoir aidé dans la réalisation de ce travail et soutenu durant toute la période des essais.

Au personnel du Laboratoire de Biochimie et Métabolisme des Lipides à l'INRA de St-Gilles, et tout particulièrement à Gwennola R, je voudrais te dire un grand merci pour ton aide précieuse. Tu m'as initié aux différentes techniques de dosage, et ce, dans une ambiance bon enfant. Tu as toujours été disponible pour moi. Tu es une personne formidable, n'en doute jamais. Cécile P, c'est vrai qu'on n'a pas eu l'occasion de travailler assez souvent ensemble, mais je tiens également à te remercier pour ton aide précieuse, particulièrement en ce qui concerne l'analyse chromatographique des échantillons. Ma sympathie va également à Laetitia H, Orian, Jérôme LIGER, Maurice ALIX et Firdaouss de Tunisie.

Je remercie enfin ma femme Dr. Benaïssa K, et mes enfants (Omar, Aboubakr et Asmaa) qui m'ont supporté difficilement durant ces années. Ils sont devenus forts pour vaincre la douleur et les déceptions car le chemin n'est jamais droit. «Tout ce qui ne nous tue pas, nous rend plus fort». Comme disait NIETZSCHE.

Mes remerciements iront également à toute personne que j'aime beaucoup sans oublier Ketarni AbdelKader, Krideche Abdelaziz, Rachid Bennacer, Djbaili Rachid, Elsafi Djeloul, et que je respecte beaucoup, Mme. Youcefi, Dr. Azzi, et Mlle. Djaziri. A mes anciens enseignants, qui chacun à sa façon, ont contribué à ma formation pour atteindre mes objectifs. Retrouvez ici l'expression de ma profonde reconnaissance et ma parfaite considération.

Enfin, je ne saurais oublier d'adresser mes vifs remerciements au Pr. Chahma A, de l'université de Ouergla pour son aide précieuse et à toute personne m'ayant aidé, encouragé et soutenu tout au long de ma carrière. Que chacun veuille trouver ici le témoignage de mon respect et de mon amitié.

LOUANGE A DIEU

Dédicaces

A la mémoire de *ma*, qui m'a quitté en fin de parcours et que je voulais qu'elle assiste pour fêter avec moi cet événement beaucoup attendu et le destin a décidé autre chose. Que dieu le miséricorde l'accueille dans son vaste paradis.

A la mémoire de mon père, à ma femme, à mes enfants, à mes frères et sœurs et à tous ceux qui me sont chers.

Valorisation des Travaux

Ce travail a fait l'objet de publications et communications nationales et internationales suivantes :

- **Elaffifi, M., Boudroua, K., Mourot, J. 2014.** Effects of grass and concentrate feed on growth performances of rumbi lamb and meat fat composition. Scientific Journal of Animal Science, 3(9) 225-232.
- **Elaffifi, M., Boudroua, K., Mourot, J., Amari, N., Perrier, C., Robin G. 2013.** Les poly phénols et la vitamine E améliorent la flaveur de la viande d'agneau d'herbe en zone humide. Cahiers de Nutrition et de Diététique Décembre 2013, Volume 48, Supplément 1, p. S59-S60.
- **Elaffifi, M., Boudroua, K., Mourot, J. 2012.** Qualité sensorielle de la viande d'agneau enrichie par l'herbe de pâturage. Nutrition clinique et métabolisme, Vol.26, p. S138-S139.
- **Elaffifi, M., Boudroua, K., Mourot, J. 2011.** Effet de la cuisson sur les lipides et la composition en acides gras de la viande d'agneau d'herbe. Nutrition clinique et métabolisme, Vol. 25, p S82-S82.
- **Elaffifi, M., Boudroua, K., Mourot, J. 2010.** Effet de différents systèmes d'élevage sur la composition en acides gras de la viande d'agneau. Viandes et Produits carnés. 13^{ème} JSMTV. p 43.

Communications orales

- **Elaffifi, M., Boudroua, K., Mourot, J., Amari, N., Perrier, C., Robin, G. 2014.** L'effet des flavonoïdes et la vitamine E de l'herbe sur la lipoperoxydation de la viande rouge. Actes du 3^{ème} congrès international sur les molécules bioactives, aliments fonctionnels et maladies associées au stress oxydant. Tunis 21-23 Mars 2014.p 30
- **Elaffifi, M., Boudroua, K., Mourot, J. 2011.** Profil d'acides gras de la viande d'agneau de pâturage en Algérie. Actes Congrès international de Nutrition. Oran 22-23 Mai 2011.vol 1, p 46-47
- **Elaffifi, M., Boudroua, K., Mourot, J. 2012.** Effet de l'herbe sur le profil d'acides gras du longissimus dorsi d'agneau de race locale. 2^{ème} Journées de Recherches sur les Productions Animales, Chlef 14 et 15 Nov 2012.

Liste des Tableaux

Tableau 1: Teneurs en fer des différentes viandes en mg/100g.....	09
Tableau 2: Point de fusion des acides gras.....	15
Tableau 3: Concentrations plasmatiques des lipoprotéines du ruminant.....	27
Tableau 4: Influence des sources des lipides alimentaires sur la composition en AG du muscle de ruminant.....	30
Tableau 5: La composition des principaux acides gras dans le tissu adipeux d'agneau (Par % du poids vif).....	32
Tableau 6: Distribution des AGPI dans les PL et TG, et PL / TG dans le gras intramusculaire total d'un muscle longissimus du bœuf.....	32
Tableau 7: Effet des principales matières grasses de la ration sur la composition des AG des dépôts et des muscles des animaux	33
Tableau 8: Concentration relative des composés volatiles acycliques et hétérocyclique issus de la réaction cystéine / ribose en absence ou en présence de TG et PL du bœuf.....	41
Tableau 9: Composés d'oxydation des acides linoléiques et linoléiques.....	42
Tableau 10: Modification des caractéristiques musculaires dues aux facteurs d'élevage et les conséquences escomptées sur la qualité sensorielle de la viande.....	43
Tableau 11 : Caractéristiques des régions agricoles d'Oranie.....	47
Tableau 12 : La faune des zones steppiques et humides.....	48
Tableau 13 : Répartition des surfaces (10 ³ ha) consacrés aux fourrages (Houmani, 1999).....	52
Tableau 14: Distribution des espèces fourragères en région ouest-méditerranéenne avec des sous-régions éco géographiques.....	53
Tableau 15: Les espèces spontanées des zones aride et semi-aride.....	55
Tableau 16: valeur alimentaire de l'herbe en automne en Kg/MS.....	57
Tableau 17 : Valeur alimentaire de l'herbe en Hiver.....	57
Tableau 18 : Evaluation de la biomasse des aires de pâturages.....	64
Tableau 19 : Composition chimique et acides gras des régimes (% d'AG identifié).....	65

Tableau 20 : Valeurs énergétiques et azotées des régimes.....	65
Tableau 21 : Acides gras des régimes en % d'AG.....	66
Tableau 22 : Acides Gras des régimes en MG/100g.....	67
Tableau 23 : Les concentrations de la vitamine E, polyphénols et flavonoïdes..	68
Tableau 24 : Paramètres plasmatiques.....	79
Tableau 25 : Les performances de croissance en extensif (A, SA, H) et intensif (C).....	80
Tableau 26 : Paramètres des carcasses en extensif (A, SA, H) et intensif (C)....	82
Tableau 27 : Propriétés du regroupement basé sur la variable «gras».....	83
Tableau 28 : Classification des carcasses.....	83
Tableau 29 : Lipides totaux (LT) et AG (en% des AG identifiés).....	97
Tableau 30 : Lipides totaux, acides gras de chaines moyennes saturés et insaturés exprimés en % d'acides gras identifiés et mg/100g d'échantillon du TASC.....	110
Tableau 31 : Les acides gras longues chaines saturés et monoinsaturés exprimés en % d'acides gras identifiés et mg/100g d'échantillon du tissu adipeux sous cutané.....	111
Tableau 32 : Les acides gras polyinsaturés exprimés en % d'acides gras identifiés et mg/100g d'échantillon du tissu adipeux sous cutané. (Acide linoléique et acide linoléique).....	111
Tableau 33 : Les acides gras polyinsaturés longues chaines n-3 exprimés en % d'acides gras identifiés et mg/100g d'échantillon du tissu adipeux sous cutané. (EPA, DPA et DHA).....	112
Tableau 34 : Les acides gras polyinsaturés longues chaines n-6 exprimés en % d'acides gras identifiés et mg/100g d'échantillon du tissu adipeux sous cutané.....	112
Tableau 35 : Somes des acides gras saturés, monoinsaturés et polyinsaturés exprimés en % d'acides gras identifiés et mg/100g d'échantillon du tissu adipeux sous cutané.....	113
Tableau 36 : Sommes n-6, n-3 et les rapports exprimés en % d'acides gras identifiés et mg/100g d'échantillon du tissu adipeux sous cutané.....	113
Tableau 37 : Les rapports NP/P du Longissimus dorsi non paré et paré en fonction des régimes.....	115

Tableau 38 : la vitamine E dans le cru et dans le gras.....	119
Tableau 39 : Les enzymes antioxydantes dans la viande crue.....	121
Tableau 40 : pHu de la viande obtenue 48h après abattage.....	132
Tableau 41 : Limites de la dureté.....	137
Tableau 42 : Evaluation de la tendreté par un panel d'expert (n=3).....	153
Tableau 43 : Niveaux de tendreté en fonction des types des viandes traitées (n=3).....	153
Tableau 44 : Concentration de la vitamine dans la viande cuite en fonction des régimes.....	155

Liste des Figures

Figure 1: Muscles et teneurs en matières grasses.....	06
Figure 2: Production mondiale des viandes	07
Figure 3: Evolution de la consommation de viande et de revenu 2004.....	08
Figure 4 : L'inter conversion de la myoglobine.....	12
Figure 5: Oxydation des pigments. Myoglobine.....	12
Figure 6 : Caractéristiques des fibres influençant la tendreté.....	13
Figure 7 : Les différentes phases de l'évolution de la dureté du muscle au cours du temps après l'abattage.....	14
Figure 8 : Schéma de la lipogenèse chez les mammifères.....	17
Figure 9 : Biosynthèse des acides gras polyinsaturés	18
Figure 10: Elongation des acides gras chez les mammifères.....	19
Figure 11: Conversion des AGPI en AGPILC.....	20
Figure 12 : Représentation schématique des configurations trans et cis des AG	23
Figure 13 : Principales réactions chimiques relatives aux AG insaturés dans le rumen.....	25
Figure 14 : Métabolisme des lipoprotéines du ruminant.....	26
Figure 15: Mécanismes de transport des acides gras plasmatiques à travers l'endothélium des capillaires et les membranes plasmatiques des cellules	28
Figure 16 : Voies d'utilisation des graisses alimentaires.....	29
Figure 17: Structure caractéristique des acides gras indispensables	31
Figure 18 : Relation entre les proportions des TG et des PL et la teneur en lipides intramusculaire.....	33
Figure 19: proportions moyennes des AG dans les TG, PL et les lipides intramusculaires totaux du muscle chez ruminants recevant une alimentation non supplémentée en matières grasses.....	35
Figure 20: Relation entre AGS, AGMI et AGPI contenus dans le tissu adipeux intra musculaire dans la somme (mg par 100 gr de muscle).....	35
Figure 21: La relation entre le rapport P/S et le niveau du tissu adipeux intramusculaire chez le bœuf.....	36
Figure 22: La relation entre la proportion de C ₁₈ :2 et la teneur en lipides intramusculaires chez le bovin.....	37
Figure 23 : Relation entre les teneurs en acide vaccénique (%AGT) et en ALC (%AGT) des TG de la viande.....	38

Figure 24: Rôle de l'héxanel dans la production de l'acide linoléique par oxydation et du composant hétérocyclique de trisulfide.....	42
Figure 25 : Situation géographique O1, Sahels littoraux; O2, Plaines littorales; O3, Atlas tellien; H1, Hauts-Plateaux.....	46
Figure 26 a et b: Valeur protéique de l'herbe pâturée en PDI/kg de MS durant toute l'année	55
Figure 27 : Evolution de l'herbe au fil des saisons.....	56
Figure 28 : Evolution de la croissance saisonnière de l'herbe (kg de MS/HA).	56
Figure 29 : Référentiel des hauteurs d'herbe pour pâturage tournant (Warmbold).....	59
Figure 30 : Relation entre la hauteur disponible (hU) et la hauteur cible (hG) pour déterminer la quantité d'herbe en fonction de la densité	60
Figure 31 : La courbe du développement du tissu adipeux.....	70
Figure 32 : Répartition géographique de la race Rumbi.....	71
Figure 33 : Représentation schématique de ce que reçoit un agneau d'herbe.....	72
Figure 34 : Les modes de conduite des élevages en expérimentation.....	73
Figure 35 : Mode de conduite intensif avec aliment concentré.....	74
Figure 36: Ordre de classement du gras intramusculaire chez les ruminants	80
Figure 37 : Programme d'élévation de température de la colonne du chromatographe.....	91
Figure 38: Distribution des isomères trans C18:2 (en %) en fonction du mode d'élevage.....	98
Figure 39: Les concentrations du l'acide palmitique et l'acide stéarique exprimés en mg/100g.....	98
Figure 40: Lipides totaux et acides gras exprimés en % d'AG identifiés.....	99
Figure 41 : Acides gras mono insaturé exprimés en mg/100g.....	100
Figure 42: Acides gras mono insaturés exprimés en %d'AG identifiés.....	101
Figure 43 : Acides gras polyinsaturés n3 et n6 exprimé en mg/100g.....	102
Figure 44 : Acides gras polyinsaturés n3 et n6 exprimés en %d'AG identifiés.	102
Figure 45: AL et ALA en mg/100g d'échantillon.....	103
Figure 46 : AL et ALA en % d'AG identifiés.....	103
Figure 47 : Acides gras polyinsaturés longues chaines n3 en mg/100g d'échantillon.....	104
Figure 48 : Acides gras polyinsaturés longues chaines n=3 en %d'AG identifiés.....	105

Figure 49 : Acides gras polyinsaturés longues chaines n6 en mg/100g d'échantillon.....	106
Figure 50 : Les acides gras totaux saturés et mono insaturés exprimé en mg/100g.....	107
Figure 51 : Les sommes des acides gras saturés, monoinsaturés et polyinsaturés en % d'AG.....	108
Figure 52 : Rapports n-6/n-3 et LA/ALA LD crue	109
Figure 53 : Rapport LN/LP dans la viande non parée.....	114
Figure 54 : Rapport LN/LP dans la viande parée.....	115
Figure 55 : Concentrations du cholestérol dans les différentes viandes (n=6) parée et non parée.....	118
Figure 56 : Gras air humide.....	120
Figure 57 : Gamme.....	120
Figure 58 : Etalon.....	120
Figure 59 : Les différents radicaux libres oxygénés et espèces réactives de l'oxygène	123
Figure 60 : Composantes de la couleur mesurée au colorimètre représentés par la luminosité L*, la composante de couleur rouge – vert a* et la composante de couleur jaune – bleu b*.....	125
Figure 61 : Evolution de la dureté du muscle	128
Figure 62 : test de compression.....	129
Figure 63 : Qualités de la viande en fonction de l'évolution <i>post mortem</i> du pH	130
Figure 64 : Couleur Viandes PSE et DFD relatives au pHu.....	131
Figure 65 : Réaction de désamination de l'adénosine monophosphate (AMP) et inosine monophosphate (IMP) et NH ₄ ⁺	131
Figure 66 : La cinétique du pH en fonction de temps.....	132
Figure 67 : L* a* b* de viande aride contre viande concentrée.....	133
Figure 68 : L* a* b* de viande semi-aride contre viande concentrée.....	134
Figure 69 : L* a* b* de viande humide contre viande concentrée.....	134
Figure 70 : Effet du régime sur l'oxydation des lipides.....	136
Figure 71 : Effet du régime sur l'oxydation des lipides.....	137
Figure 72 : Hydrolyse thermique.....	140
Figure 73 : Schéma de l'auto oxydation.....	141
Figure 74 : AGS LD cuit.....	145

Figure 75 : Acides gras de chaine moyenne LD cuit.....	145
Figure 76 : Total n-6, Total n-3 LD cuit.....	146
Figure 77 : AGPI ω 3, ω 6 LD cuit.....	146
Figure 78 : AGPI -LC n-3 LD cuit.....	147
Figure 79 : AGPI-LC n-3 LD cuit.....	148
Figure 80 : AGPI-LC n-6 LD cuit.....	148
Figure 81 : Rapports n6/n3 et LA/ALA LD cuit.....	149
Figure 82 : Acides gras LD cuit.....	149
Figure 83 : AGMI LD cuit.....	150
Figure 84 : Acide palmétique et Acide stéarique LD cuit.....	150
Figure 85 : AGMI et AGPI LD cuit.....	151
Figure 86 : Total AGS, AGMI et AGPI LD cuit.....	151
Figure 87 : Total n-6, Total n-3 LD cuit.....	152
Figure 88 : Concentration du MDA dans la viande cuite en fonction des régimes.....	155

Liste des Photos

Photo 1 : Echantillons de viandes.....	87
Photo 2 : Echantillons de viandes conditionnés dans l'aluminium.....	88
Photo 3 : Filtration	89
Photo 4 : Décantation.....	89
Photo 5 : Méthylation.....	90
Photo 6 : Cartouches SEP-PAK.....	92
Photo7 : Mesure du pH ultime de la viande 24h après abattage (n=3).....	123
Photo 8 : Mesure de la couleur par Chromamètre CR300.....	125

Liste des abréviations

AAR	Acide arachidonique
ADF	Fibre de détergent acide
ADL	Acide détergent lignine
AE	Apport énergétique
AG	Acides gras
AGI	Acides gras insaturés
AGMI	Acides gras monoinsaturés
AGPI	Acides gras polyinsaturés
AGPI LC	Acides gras polyinsaturés longue chaîne
AGS	Acides gras saturés
AGTr	Acides gras trans
AGT	Acides gras totaux
AGV	Acides gras volatils
AL	Acide linoléique
LA/ALA	Linoleic Acid / Alpha Linolenic Acid
ALA	Alpha linolenic acid
ALC	Acides linoléiques conjugués
AMP	Adénosine monophosphate
ANC	Apports nutritionnels conseillés
ANR	Apports nutritionnels recommandés
BCFA	Branched chain fatty acids
BHT	Hydroxytoluène butylé
BNE	Brunissement non enzymatique
CAM	Complexe actomyosine
CAT	catalase
CLA	Conjugated linoleic acids
CM	Chylomicrons
CP	Crude protein
CPG	Chromatographie phase gaz
CPG	Chromatographie gazeuse
CVD	Cardiovascular diseases
D5D	$\Delta 9$ désaturase
D6D	$\Delta 9$ désaturase
D9D	$\Delta 9$ désaturase
DC	Diènes conjuguées
DFD	Dark, Firm and Dry
DHA	Acide docosahexaénoïque
dMO	Digestibilité de la matière organique
DO	Densité optique
EB	Energies brute
ED	Energie digestible
EM	Energie métabolisable
ENL	Energie nette lait
ENV	Energie nette viande
EPA	Acide eicosapentaénoïque
EQ	Equivalent quercitine
FG	Fibres glycolytiques
FG	Fast glycolitic
FO	Fibres oxydatives
FOG	Fast oxydo-glycolitic
GMQ	Gain moyen quotidien

HDL	High density lipoprotein
hG	Hauteur gaine
HPLC	High Pressure Liquid Chromatography
hU	Hauteur utile
IA	Indice Athérogène
IC	Collagène insoluble
IMP	Inosine monophosphate
IT	Indice Thrombogène
KCL	Chlorure de potassium
LDL	Low density lipoprotein
LN	lipides neutres
LP	lipides polaires
LT	Lipides totaux
MAD	Matière azotée digestible
MDA	Malondialdéhyde
MF	Matière fraîche
MG	Matière grasse
MM	Matière minérale
MMB	Metmyoglobine
MS	Matière sèche
n3	Acides gras oméga 3
n6	Acides gras oméga 6
NDF	Fibre neutre détergente
NP	Non polaire
P	Polaire
P/S	Polyinsaturés / Saturés
PB	Protéines brutes
PD-CAAS	Protein Digestibility – Corrected Amino Acid Score
PDI	Protéines digestibles au niveau de l'intestin
PDIE	Protéines digestibles au niveau de l'intestin permises par énergie
PDIN	Protéines digestibles au niveau de l'intestin permises par azote
pHu.	Potential d'hydrogène ultime
PL	Phospholipides
PRE	Pouvoir de rétention d'eau
PSE	Pale Soft Oxydative
RF	Rapport frontal
SCD	Stearoyl CoA désaturase
SO	Slow oxydative
SOD	superoxyde dismutase
TASC	Tissu adipeux sous cutané
TBA	Acide thiobarbituric
TBARS	Thiobarbituric acid reactive substances
TBA-TCA-HCL	Acide thiobarbituric - Acide trichloroacétique- Acide chlorhydrique
TC	Collagène total
TCA	Acide trichloroacétique
TEC	Tonne Equivalent Carcasse
TEP	Tetraethoxypropane
TG	Triglycérides
UFL	Unité fourragère lait
UFV	Unité fourragère viande
UV	Ultra violet
VLDL	Very low density lipoprotein

Sommaire

Remerciements	
Dédicaces	
Valorisation des travaux	
Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des photos	
Résumé	
Abstract	
Introduction.....	01

Partie Bibliographique

Chapitre 1 : Viande, Qualité et Nutrition

1-1/ Nutrition	06
1-1-1/ Définition.....	06
1-1-2/ Production /Consommation.....	07
1-2/ Qualité de la viande	08
1-2-1/ Qualité nutritionnelle	08
1-2-1-1/ Les protéines.....	08
1-2-1-2/ Fer héminique	09
1-2-1-3/ Les vitamines	10
1-2-1-4/ Les lipides et Acides Gras	10
1-2-2/ Qualité sensorielle	12
1-2-2-1/ Couleur	12
1-2-2-2/ Tendreté	13
1-2-2-3/ Jutosité	14
1-2-2-4/ Flaveur	14
1-2-3/ Qualité technologique	15

Chapitre 2 : Métabolisme Des Acides Gras Chez Les Ruminants

2-1/ Tissu adipeux blanc	16
2-2/ Lipogenèse et régulation	16
2-2-1/ Métabolisme et synthèse de novo.....	16
2-2-2/ Régulation enzymatique	17
2-3/ Bio hydrogénation ruminale et transisomérisation	20
2-3-1/ Mécanisme	20
2-3-2/ Facteurs d'influence	22
2-4/ Origine des AG Trans	23
2-4-1/ Synthèse	23
2-4-2/ Effets	24
2-5/ Absorption des acides gras	24
2-5-1/ Transfert des AG.....	24
2-5-2/ Diffusion des AG	25

2-6/ Transport des acides gras	26
2-6-1/ Lipoprotéines	26
2-6-2/ Distribution	27
Chapitre 3 : Incidences Des Lipides Alimentaires sur la Qualité	
3-1/ Lipides Alimentaires	30
3-2/ Variation du profil d'acides gras	31
3-3/ Variation de la qualité sensorielle	38

Partie Expérimentale

Chapitre 1 : Zone d'étude, Régimes et Animaux

1-1/ Objectif	45
1-2/ Zones d'étude	45
1-2-1/ Introduction.....	45
1-2-2/ Importance du couvet végétal.....	47
1-2-3/ Processus pédogénétique	50
1-3/ Régimes	51
1-3-1/ Introduction	51
1-3-2/ l'herbe	55
1-3-3/ Matériel et échantillonnage	58
1-3-4/ Matériels et methodes	58
1-3-4-1/ Herbometre	58
1-3-4-2/ Analyse physicochimique	60
1-3-4-2-1/ Dosage MS	60
1-3-4-2-2/ Dosage MM	60
1-3-4-2-3/ Dosage des PB	61
1-3-4-2-4/ Dosage des fibres	61
1-3-4-2-5/ Dosage de la MG	62
1-3-4-3/ Calcul de la valeur énergétique et azotée	62
1-3-4-4/ Analyse biochimique	62
1-3-4-5/ Pouvoir antioxydant des régimes	63
1-3-4-5-1/ Dosage des polyphénols et flavonoïdes	63
1-3-4-5-2/ Dosage de la vitamine E.....	63
1-3-5/ Résultats et Discussion	64
1-3-5-1/ Quantité d'herbe disponible	64
1-3-5-2/Composition physicochimique.....	65
1-3-5-3/ Valeur alimentaire	65
1-3-5-4/ Lipides et profil des acides gras des régimes	66
1-3-5-5/ Les antioxydants des régimes	68
1-3-6/ Conclusion	68
1-4/ Animaux	69
1-4-1/ Introduction	69
1-4-2/ Dispositif expérimental	72
1-4-3/ Opérations utilitaires (Abattage)	74
1-4-4/ Analyse statistique des résultats	75

Chapitre 2 : Effet des régimes sur les variations plasmatiques, paramètres de croissance et de carcasses

2-1/ Les indicateurs biochimiques sanguins	76
2-1-1/ Introduction	76
2-1-2/ Matériel	76
2-1-3/ Méthode	76
2-1-3-1/ <i>Dosage du taux de cholestérol sanguin</i>	77
2-1-3-2/ <i>Dosage du taux de glucose sanguin</i>	77
2-1-3-3/ <i>Dosage du taux de triglycérides sanguin</i>	77
2-1-4/ Résultats et Discussion	78
2-2/ Les performances de croissance	79
2-2-1 Introduction	79
2-2-2/ Matériel et Méthode	80
2-2-3/ Résultats et Discussion	80
2-3/ Les paramètres des carcasses	81
2-3-1/ Introduction	81
2-3-2/ Matériel et Méthode	81
2-3-3/ Résultats et Discussion	82
2-4/ Conclusion	85
Chapitre 3 : Effet de l'herbe sur la qualité nutritionnelle de la viande	
3-1/ Introduction	86
3-2/ Matériel	87
3-3/ Méthodes	88
3-3-1/ Extraction des lipides	88
3-3-2/ Estérification par Méthylation	89
3-3-3/ Entraînement en chromatographie gazeuse (CPG)	90
3-3-4/ Séparation sur colonne SEP-PAK des TG et PL	92
3-3-5/ Dosage du cholestérol	93
3-3-6/ Statut antioxydant de la viande	94
3-3-6-1/ <i>Matériel</i>	94
3-3-6-2/ <i>Dosage de la toco acetate par HPLC</i>	94
3-3-6-3/ <i>Dosage des enzymes antioxydants</i>	94
3-3-6-3-1/ <i>Dosage de la superoxide dismutase (SOD)</i>	94
3-3-6-3-2/ <i>Dosage de la catalase (CAT)</i>	94
3-3-6-3-3/ <i>Dosage du peroxyde d'hydrogène</i>	95
3-4/ Résultats et Discussion	95
3-4-1/ Le profil des Acides gras du LD non paré.....	96
3-4-2/ Le profil des Acides gras du LD paré	98
3-4-3/ Le profil des Acides gras du TASC	109
3-4-4/ Classes des lipides NP/P (60/40)	114
3-4-5/ Le cholestérol dans la viande	117
3-4-6/ Le statut antioxydant	119

4/ Chapitre 4 : Effet de l'herbe sur la qualité sensorielle de la viande	
4-1/ Introduction	122
4-2/ Matériels	123
4-3/ Méthodes	123
4-3-1/ Potentiel hydrogène pH	123
4-3-2/ Dosage du Fe ⁺⁺	124
4-3-3/ La Couleur L* a* b*	124
4-3-4/ La flaveur	126
4-3-4-1/ Dosage du MDA par TBARS.....	126
4-3-4-2/ Dosage du MDA par HPLC	127
4-3-5/ La Texture	128
4-4/ Résultats et Discussion	129
4-4-1/ Le pH	129
4-4-2/ La couleur	133
4-4-3/ La flaveur	135
4-4-4/ Les niveaux de la tendreté	137
4-5/ Conclusion	138
5/ Chapitre 5 : Effet de la cuisson sur la viande d'herbe	
5-1/ Introduction	139
5-2/ Matériel et Méthode	142
5-2-1/ Dosage des lipides.....	142
5-2-2/ Mesure de la tendreté	142
5-2-3/ Mesure de la flaveur	143
5-3/ Résultat/ nutritionnel et Discussion	143
5-3-1/ Protéines	143
5-3-2/ Lipides et acides gras	144
5-4 Résultat / sensoriel et Discussion	152
5-4-1/ La Tendreté	153
5-4-1-1/ Test sensoriel	153
5-4-1-2/ Test biochimique	153
5-4-2/ La flaveur	155
5-5/ Conclusion	155
Discussion générale	156
Conclusion générale	161
Annexes	
Références bibliographiques	

Résumé

Qualité des lipides et des acides gras de la viande d'agneau de race locale nourri à base d'herbe des pâturages en Algérie

En nutrition, la viande est qualitativement influencée par sa composante lipidique. Limiter les teneurs des acides gras saturés (AGS) et augmenter celles des acides gras polyinsaturés (AGPI) est un objectif primordial des nutritionnistes, pour un bon équilibre n6/n3, LA/ALA et AGPI/AGS. L'herbe des pâturages est un facteur susceptible de produire des agneaux légers, avec une viande maigre caractérisée par un profil d'acides gras à valeur santé. Dans ce cadre, trois groupes d'agneaux de race Rembi (n=12) ont été élevés au pâturage dans trois zones distinctes respectivement aride (A), semi aride (SA) et humide (H), durant la saison du printemps 2009/2010 pendant 100 jours. Un groupe témoin a été engraisé par un aliment concentré (C). Au terme des essais, le groupe C, était plus lourd 48,04 vs 29,84 (A), 28,13 (SA) et 24,23(H) kg respectivement. Ces poids étaient proportionnels au gain moyen quotidien (GMQ), deux fois supérieur dans le groupe C (360vs156, 7g/j). Après abattage, les carcasses des groupes A, SA et H étaient faiblement engraisées par rapport aux témoins 14, 60 ; 14,38 et 11,63 vs 23,93(C) kg. Les variations des paramètres sanguins à (j60 et j90) n'ont pas révélé de différences significatives entre les différents groupes, sauf les triglycérides des agneaux d'herbes ont montré des concentrations plus importantes. Les extraits lipidiques du longissimus dorsi (LD) ont présenté des teneurs moyennes en lipides totaux comparables 20vs23% (LD non paré) et différentes 8,3vs16,44% (LD paré) ($P<0,001$) respectivement pour la viande d'herbe A, SA et H en comparaison avec la viande de l'aliment standard C. Le dépôt important du gras est relatif à l'énergie métabolisable (EM) disponible dans le concentré en comparaison avec l'herbe (2485vs2158Kcal/kg MS). Quant aux acides gras, les teneurs des AGS dans les viandes d'herbe sont deux fois moins (2653,7vs5626mg/100g) ($P<0,001$). L'acide palmitique (C16:0) et l'acide stéarique (C18:0) sont nettement diminués (1328vs2903 et 944,7vs2240mg/100g) respectivement. Les acides gras polyinsaturés (AGPI) ω 3 sont significativement supérieurs dans les viande d'herbe (89vs49mg/100g) ($P<0,04$) dominés par le C18:3 n-3(ALA), montrant des quantités significatives dans les échantillons (A) 72mg/100g, par rapport aux prélèvements (SA) et (H) respectivement 47 et 46 mg/100mg vs 32mg/100g (C). Le DPA (C22:5 n-3) est trois fois plus élevé ($P<0,001$). Ceci est relatif à la richesse de l'herbe en lipides insaturés type n-3 (27,82vs 3,29%), dont des quantités non négligeables peuvent échapper au processus de l'hydrolyse ruminal. Les AGPI n-6 sont en quantités inférieures dans les essais d'herbe (211,33vs542mg/100g) ($P<0,001$), représentés par l'acide linoléique (LA) C18:2 n-6c en moyenne de 153vs396mg/100g ($P<0,001$). La cuisson augmente la concentration des LT dans les viandes d'herbes avec 31% contre 15,73% dans la viande du concentré ($P<0,001$), en faveur des AGPI n3 ($P<0,001$) dans la viande des pâturages 113 vs 51mg/100g, dominés principalement par le C18:3 n3 71 vs 29mg/100g ($P<0,003$), et suivi par le DPA 17 vs 6mg/100g ($P<0,001$). Les AGPI n-6 sont en quantités nettement inférieures 291 vs 700mg/100g ($P<0,001$), représentés par LA 213 vs 510mg/100g ($P<0,001$). Ce résultat est lié à la perte d'eau. En conséquence, les rapports n6/n3, LA/ALA ainsi calculés sont significativement diminués à ($P<0,001$) 2,63 vs 12,08 et 3,37 vs 14,31 respectivement se rapprochant des normes. L'herbe semble affecter la qualité sensorielle. Un indice de rouge a^* est davantage marqué dans la viande d'herbe 16,50 vs 13,34 ($P<0,01$). L'indicateur d'oxydation (MDA) dans la viande H, déterminé par lipopéroxydation stimulée, a montré des taux inférieurs par rapport à la viande du groupe C, et cela à tous les temps de la cinétique (14,31vs 26,90nmol/g)($P<0,05$), vraisemblablement en relation avec les facteurs antioxydants inhibiteurs des réactions d'initiations et de propagations du rancissement. Le taux du MDA était supérieurs dans la viande des pâturages (A) à ($P<0,05$) à tous les temps de la cinétique, vraisemblablement en relation avec sa richesse en AGPI sensibles à l'oxydation particulièrement le C18:3-n3 72vs32mg/100g. Ceci confirme les avis contradictoires de cette problématique dans plusieurs travaux de recherche antécédents. En conclusion, et face à une viande insuffisamment explorée et un consommateur qui s'intéresse de plus en plus aux produits biologiques, une stratégie d'enrichissement est fortement recommandée pour améliorer les produits de l'élevage et valoriser le potentiel fourrager, afin d'acquérir une indication géographique protégée et labélisée.

Mots clés : Viande d'agneau, pâturage, lipides, Acides gras, qualité

Abstract

Quality of lipids and fatty acids of the local breed of lamb fed on grass pasture in Algeria

This study aims to evaluate and compare the effect of grass and standard feed on nutritional and sensory meat quality. 48 lambs of Rumbi breed were used in this trial, in which they were organized in 4 groups (n=12). Three groups were raised on pasture at arid (A) and Semi-Arid (SA) and Wet (W) areas in west of Algeria during 100 days. The fourth group was bred indoors by Concentrate feed (C). The zoo technical parameters at the end of the experiments showed that lambs from group C were heavier (48.04 vs 29.84 (A) and 28.13 (SA) and 24.23 (H)). The blood parameters (day 60 and day 90) did not reveal a significant differences between the groups except for triglycerides. After slaughter, carcasses from A, SA and W groups were leaner (14.60 and 14.38 and 11.63 vs 23.93kg (C) after cooling, respectively. The Samples of longissimus dorsi (LD) were removed and analyzed. In average, untrimmed samples have presented comparable total lipids content 20 vs 23% and trimmed ones have shown 8.3 vs 16.44% of total fat ($p < 0.001$) respectively for meat pasture A, SA and H in comparison with the meat based food standard C). The Polyunsaturated fatty acids (PUFA) $\omega 3$ were significantly higher in the raw meat from grass than in meat from concentrate 89 vs 49 mg / 100g ($p < 0.04$) dominated by C18: 3 n-3 (ALA) which showed a significant amounts in the samples (A) 72 mg / 100g, compared to samples (SA) and (W) respectively 47 and 46 mg / 100mg vs 32 mg / 100 g (C). The DPA (C22: 5 n-3) is three times higher ($P < 0.001$). The quantities of PUFA n-6 are lower in meat from grass tests 211,33 vs 542 mg / 100g ($p < 0.001$), represented by linoleic acid (LA) C18: 2 n-6 in average 153 vs 396 mg / 100g ($P < 0.001$). The contents of AGS in meat from grass are half of the ones from concentrate (2653,7 vs 5626 mg / 100g) ($P < 0,001$). The palmitic acid (C16: 0) and the stearic acid (C18: 0) decreased significantly (1328 vs 2903 and 944,7 vs 2240 mg / 100g) respectively. The cooking process increases the concentration of TL, 31% vs 15.73% in meat from grass versus meat from concentrate, respectively ($P < 0.001$). The PUFA n3 in cooked meat from pasture were high 113 vs 51 mg / 100g ($P < 0.001$) especially in C18: 3 n3 71 vs. 29 mg / 100g ($P < 0.003$), and followed by the DPA 17 vs 6 mg / 100g ($P < 0.001$). The quantities of PUFA n-6 were significantly low 291 vs 700 mg / 100g ($P < 0.001$), represented by LA 213 vs. 510 mg / 100g ($P < 0.001$). In consequence, the n6 / n3 and LA / ALA ratios have significantly decreased 2.63 vs 12.08 and 3.37 vs 14.31 in average, respectively between meat from grass and from concentrate ($P < 0.001$). In the other hand, Color and flavor which characterize the sensory quality seem to be protected against the oxidation of polyunsaturated fatty acids in help of antioxidants factors like vitamin E and polyphenol in grass. Based on these results and from a fattening perspective, grazing is declared to be a husbandry system economically sustainable; it needs a promotion to seek new opportunities for the production of the main organic food such as light lamb meat.

Keywords: lamb meat, pasture, fatty acids, lipids, quality.

INTRODUCTION
GENERALE

Introduction

Depuis l'antiquité, la médecine jouait un rôle de prescripteur dans le domaine des comportements alimentaires (Saadi Lahlou, 1996). L'idée que la nourriture est notre première médecine est depuis longtemps ancrée dans les cultures grecque puis médiévale et chinoise contemporaine (Hubert, 1998; Boudan, 2004). Cependant, les préceptes de ces anciennes diététiques reposaient sur des données biologiques désormais dépassées, laissant la place aux connaissances nutritionnelles et sensorielles.

Si les Grecs et les Romains considéraient le pain comme la nourriture la plus adaptée, en moyen âge et en anthropologie de l'alimentation sous l'influence celtique et germanique, la viande est devenue l'aliment apprécié par l'Homo sapiens (Fischler, 2001). En outre le consommateur lui-même a pris conscience en faisant la différence entre le gras et le maigre en relation avec le niveau et la nature des régimes (Cazes-de Valette, 2008).

La viande est une source importante de protéines, de lipides et de micronutriments (fer héminique et vitamine du groupe B)(Nohr et Biesalski, 2007; Astrog et al., 2006). La viande rouge en particulier ovine est quasi-permanente dans le registre culinaire méditerranéen.

Le pays du mouton (bled el ghanem) particularité de l'Algérie Chelig, (1992) avec (19615730 têtes)(FAO, 2011) est caractérisé par l'étendu des zones steppiques. Ces dernières sont en majorité des hauts plateaux à pâturages maigres et à reconstruction rapide après précipitation. Le troupeau ovin qui s'y vit est prolifique, contribuant à une production en équivalent carcasse de 172000 tonnes (MADR, 2010) soit une valeur production animale de 256 Milliards de dinars avec un taux de croissance spécifique de 1,05% (Croît en 1000 têtes ovines).

Les pâturages dans tous les pays d'Afrique du Nord et principalement en Algérie sont considérés comme une importante source de nourriture pour les petits ruminants, principalement dans les régions montagneuses (Abdelguerfi et al., 2004). Ces parcours sont classés selon les espèces pérennes dominantes comme

halophytes, psammophyte et steppes armoises. L'énergie fournie (1092-1456kcal / kg de MS) fait des plantes spontanées et des mauvaises herbes vivaces comme *Atriplex halimus*, *Lygeum spartum* et *Herba* une bonne alternative à l'alimentation standard à base de concentré (Nefzaoui et Chermiti, 1991).

En outre, la rusticité qui caractérise les races autochtones ainsi les capacités d'adaptation aux conditions difficiles permettent de valoriser les ressources fourragères existantes en particulier dans les zones humides, les zones semi-arides et arides. Parmi le large éventail de types d'agneaux produits localement, des études antérieures déclarent que la race Rumbi en système extensif produit des agneaux légers tandis que le système intensif fournit des agneaux gras (Saad, 2002).

La qualité sensorielle semble être liée aux interactions de différents facteurs biochimiques. Le pH de la viande est responsable de la couleur. La tendreté dépend, pour partie, des caractéristiques du collagène (totale et insoluble), des fibres musculaires et des activités des protéases impliquées au cours de la maturation de la viande (Hocquette et al., 2003). La saveur est liée aux propriétés des lipides intramusculaires et aux pourcentages de types des fibres (FG, FOG, SO) (Dransfield et al., 2003). Les AGV générateurs des acides gras ramifiés (BCFA) et la décarboxylation du tryptophane génératrice du scatole sont spécifiques aux ruminants des pâturages (Deslandes et al., 2001; Young et al., 2003 ; Priolo, 2001). Les prédateurs de la qualité sensorielle sont impérativement en étroite relation avec l'ontogénèse des iso formes des chaînes lourdes de myosine qui caractérisent le muscle squelettique (Picard et al., 2002).

La qualité nutritionnelle des viandes produites est relative à sa composante lipidique. Le profil d'AG du muscle est un indicateur des propriétés diététiques, ceci est en étroite relation avec le système de production (Popova et al., 2006). D'un autre côté, la viande rouge des ruminants a mauvaise presse car considérée trop riche en LT et en AGS avec un faible rapport AGPI / AGS (0.11) et n6/n3 très élevé (12) (Wood et al., 1999). Afin de satisfaire les recommandations nutritionnelles chez l'homme, il serait souhaitable de limiter les teneurs en AGS et

d'augmenter celles en AGPI, dont le but est d'accroître le rapport AGPI / AGS (0,45) et de diminuer le rapport n6/n3 (Scollan et al., 2005).

La viande d'animaux issus de systèmes de production extensifs est peu documentée. Certains spécialistes considèrent l'alimentation comme étant un aspect parmi d'autres impliqué dans des phénomènes multifactoriels (Basdevant, 2004 ; Laplace, 2006). L'herbe des pâturages est l'un des liens au terroir d'origine qui pourrait conférer à la viande des caractéristiques particulières sur les plans nutritionnel et sensoriel, relatifs à la composition lipidique du tissu intramusculaire (Wood et al., 2008).

Les teneurs de la viande en AGPI sont fortement influencées par le régime (Wood et al., 1999). En effet, les graines oléagineuses enrichissent la viande en oméga3. Malgré le phénomène de bio hydrogénation spécifique aux ruminants, des quantités significatives de C18:3 n-3 échappent à ce processus et s'accumulent dans le tissu adipeux intermusculaire (Givens, 2005).

Les résultats centrés sur l'utilisation de l'herbe comme source d'AGPI sont encore très partiels. En effet, Maene et al., (2002) rapportent qu'une alimentation riche en herbe augmente la quantité des AGPI et leur homologues (EPA, DHA, DPA), avec des proportions de 2,4 pour C18:3 comme l'a signalé Nuremberg et al., (1998) par rapport à un régime concentré. Ces teneurs pourraient être supérieures sous l'effet de la flore alpine responsable de la réduction de la biohydrogénation lors d'une consommation d'herbe de montagne (Collomb, 2004 ; Chilliard, 2007).

La teneur en C18:3 n-3 de l'herbe est cependant variable suivant son stade végétatif, elle serait maximale dans les jeunes pousses de printemps. De plus, elle serait fortement réduite lors du fanage de l'herbe pour une utilisation sous forme de foin (Morand-Fehr et Tran, 2001). L'utilisation de l'herbe pour enrichir la viande rouge en AG n-3 ne peut donc s'envisager que sur une partie de l'année favorable au dépôt d'une matière grasse surtout durant les mois du printemps et du début de l'été lorsque l'herbe ingérée est bien verte et grasse.

Les tissus adipeux intramusculaires de la viande des ruminants finis à l'herbe présentent des teneurs en acides gras n-3 à valeur santé plus élevées comparativement aux tissus des animaux engraisés avec un régime à base de concentré (Calder, 2002 ; Bessa et al., 2000; Roche et al., 2001; Pariza et al., 2001; French et al., 2000) avec un rapport n-6 / n-3 également amélioré (Marmer et al., 1984, Wood et Enser, 1997). Selon Scollan (2006), les CLA sont augmentées. Kramer et al., (1998) signalent que l'acide ruminique (C18: 2 cis trans $\Delta^9 \Delta^{11}$) est un isomère prédominant, avec 60% du total des CLA (O'shea et al., 1998).

Toutefois cet enrichissement pourra exposer la viande durant sa conservation au phénomène d'oxydation lipidique accompagné vraisemblablement par des altérations de la flaveur et de la couleur. Cependant, le risque de peroxydation est réduit par les actions conjuguées des molécules bioactives antioxydantes dans l'herbe, capables de retarder les réactions d'initiations et de propagations du rancissement et d'assurer une stabilité oxydative appréciable.

La traçabilité de l'alimentation à base d'herbe dans la viande des ruminants fait appel soit à des traceurs de nature végétale tels que les caroténoïdes et les terpènes, soit à des biomarqueurs caractéristiques de l'alimentation: 2,3-octanedione, scatole et composition en acides gras (Prache et al., 2003).

Les conditions de cuisson influent sur la composition aromatique d'une viande braisée, grillée ou bouillie (Van Mustapha, 1998). Les arômes générés par la cuisson sont globalement relatifs aux réactions de Maillard.

En conclusion, la viande rouge a été surtout examinée sur son aspect quantitatif. Cette démarche s'est articulée principalement à un marché interne fort rémunérateur, caractérisé par une forte demande et une faible élasticité de l'offre interne. Par contre, la qualité marchande du produit génératrice de valeur ajoutée basée essentiellement sur son contenu intrinsèque, est restée négligée, malgré l'histoire et les travaux de recherches qui ont mis en relief les points forts sensoriels et nutritionnels des viandes ovines algériennes, leur permettant d'acquérir une indication géographique protégée et certifiée label.

Il en découle entre tous les partenaires un consensus sur le concept allègement calorique de la prise alimentaire, ainsi la chasse au gras s'est ouverte avec la lutte contre graisses animales (gras visible et gras caché) et la nécessité biologique de varier les apports en acides gras (Defrance, 1994). Scollan et al., (2005) recommandent dès lors de s'intéresser aux facteurs susceptibles de conduire à une diminution à la fois des teneurs en lipides et du degré de saturation des AG.

Considérant l'intérêt des consommateurs pour les produits alimentaires biologiques, un système de gestion durable des ressources de l'espace et des animaux en milieu rural est fortement recommandé. Cette stratégie pourra améliorer les produits de l'élevage (Collomb et al., 2004 ; Rymer et al., 2005 et Chilliard et al., 2007). Dès lors il est important de bien exploiter cette biodiversité dont le but principal est de valoriser un produit terroir. Nos travaux visent donc à caractériser le profil lipidique de la viande produite à base d'herbe, notamment la teneur en lipides intramusculaires et la composition de leurs acides gras (AG). Cette piste est une opportunité pour explorer la qualité nutritionnelle de ce type de viande produite localement et évaluer sa valeur santé.

PARTIE
BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE 1

Viande, Qualité et Nutrition

Chapitre 1 : Viande, Qualité et Nutrition

1-1/ Nutrition :

La mise au point sur les aspects de la viande répond aux interrogations des usagers. L'objectif majeur de cette démarche est l'intérêt nutritionnel.

1-1-1/ Définition :

Du latin vivenda, le terme viande est véritablement à géométrie variable, considéré jadis comme une médecine car les bases biologiques étaient minces. Grâce aux connaissances nutritionnelles du XVII^e siècle, le régime carné était recommandé. Le consommateur a connu au même temps l'abstention et l'aversion, la dualité de cette attitude est au cœur des récentes interrogations. L'image nutritionnelle de la viande peut être aussi en raison de cette ambivalence (Gerard, 2008).

La viande issue d'agneau ou de mouton est toute partie comestible de cet animal ongulé (Chritophe, 2008) de races multiples et une grande variété de morceaux dont la structure anatomohistologique est dominée par le muscle strié. Les facteurs biologiques et zootechniques affectent sensiblement sa composition. Les paramètres les plus variables sont vraisemblablement et en premier lieu les lipides, le fer héminique et le collagène. Il est intéressant de noter que chaque muscle possède ses propres caractéristiques (Fig1).

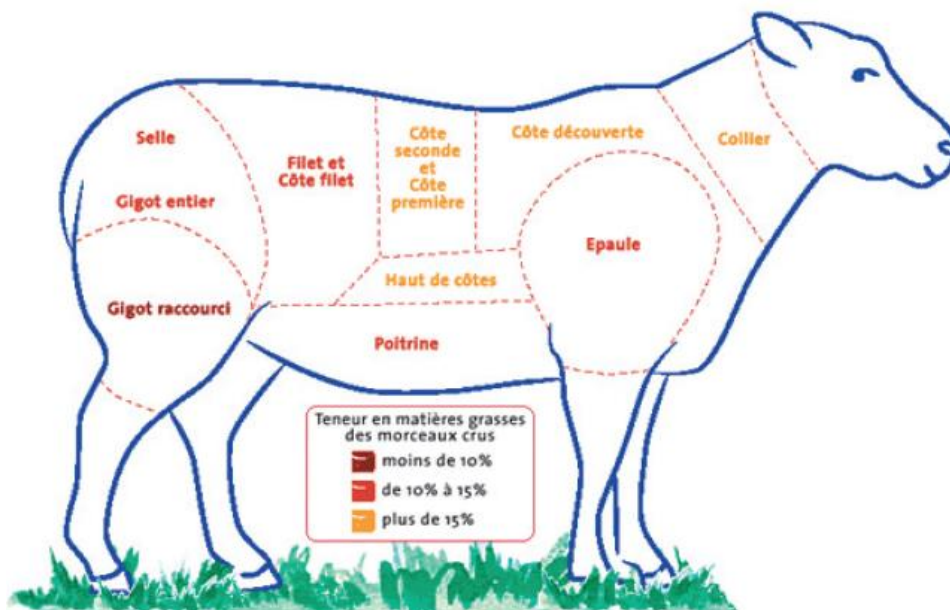


Figure 1: Muscles et teneurs en matières grasses (CIV, 2007).

En outre, les traitements technologiques (cuisson) influencent également la valeur nutritionnelle. En fin, cette complexité ne permet ou permet peu de faire un bilan d'une valeur nutritionnelle au sens du Codex Alimentarius (2003).

1-1-2/ Production /Consommation:

La production mondiale des viandes est estimée à 272,5 millions de TEC (FAOSTAT, 2009)(Fig2) et la consommation moyenne mondiale de viande est passée d'environ 18kg/per capita/an dans les années 1950 à plus de 35 kg aujourd'hui (Fig3). La plupart des pays du tiers monde se trouvent dans le cadran inférieur gauche du graphique (consommation de viande et revenu inférieurs à la moyenne mondiale).

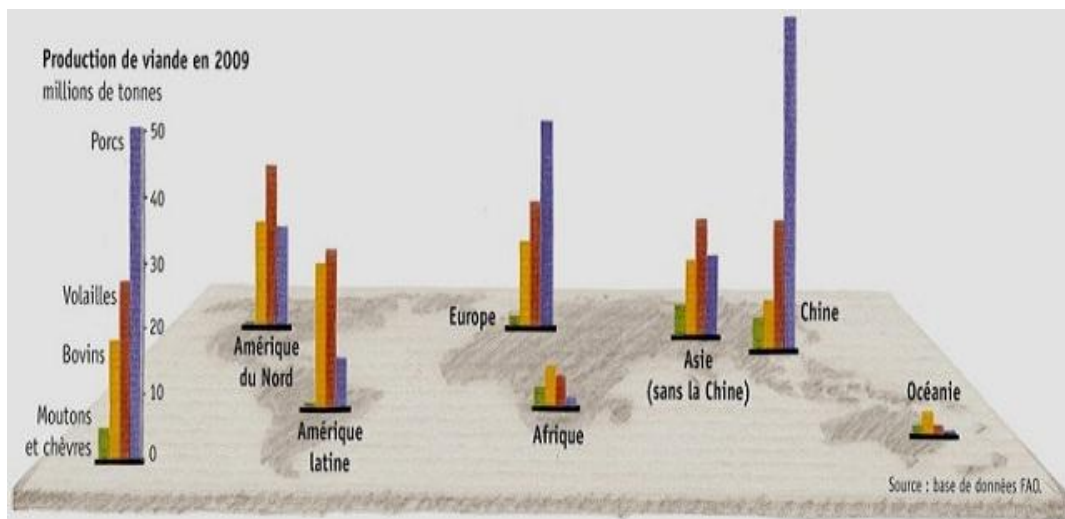


Figure 2: Production mondiale des viandes (FAOSTAT, 2009).

En Algérie, les 58% de la viande rouge produite localement est assurée par l'abattage des ovins (Chahat et Bir 2008), elle est estimée par le MADR-DRDPA en 2010 à 172000 t. Le consommateur accuse un déficit prononcé en kg/hab/an en raison à la fois du prix et de la disponibilité. Sa consommation est estimée à 28,4g/hab/j. La SGP PRODA s'est fixée un objectif de compensation par le biais des importations pour une régulation équilibrée de l'offre et de la demande dans le cadre des produits de large consommation (SYRPALAC).

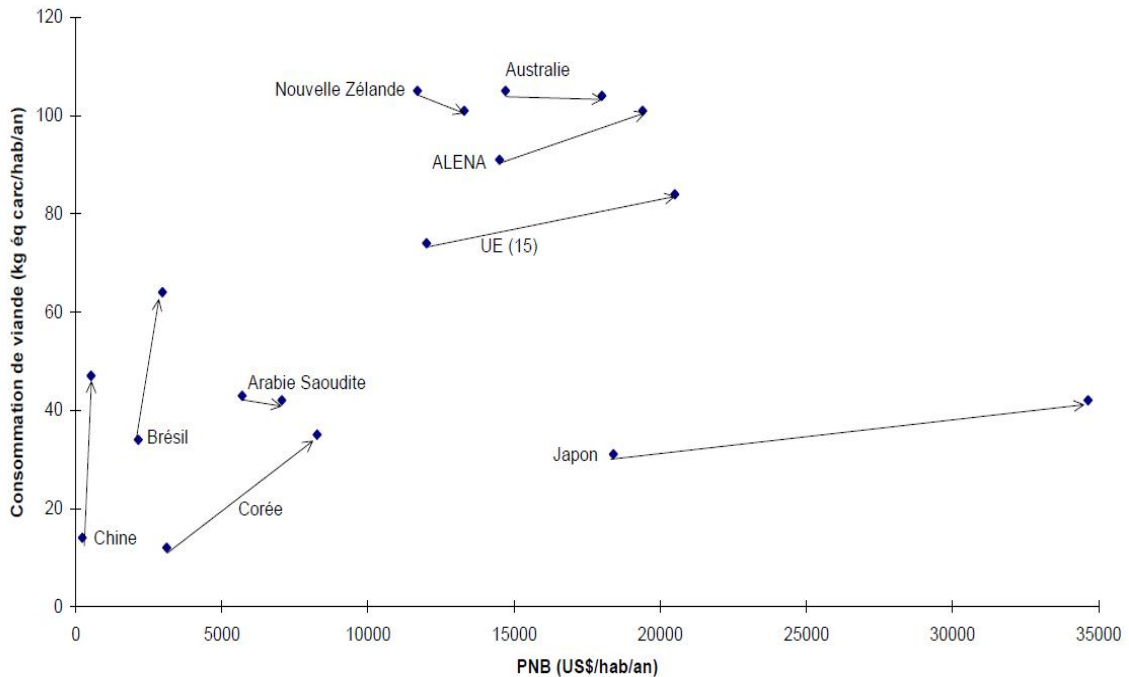


Figure 3: Evolution de la consommation de viande et de revenu 2004.

1-2/ Qualité de la viande:

Les notions de qualités nutritionnelles et organoleptiques sont plus récentes. Il apparaît une profonde disparité entre la définition de la qualité établie par le consommateur, le producteur et le scientifique, évaluée à la lumière de critères spécifiques de chaque tendance.

1-2-1/ Qualité nutritionnelle:

L'information nutritionnelle est sans cesse exigée par les utilisateurs des aliments. L'accès aux données est devenu possible grâce aux techniques analytiques avancées (CPG, HPLC). En effet, distinguer clairement la composition des tissus musculaire et adipeux facilite l'éducation nutritionnelle autour de la viande sur les deux plans apports et santé.

1-2-1-1/ Les protéines :

Les protéines en moyenne (21,15%) sont la principale fraction de la MS de la viande rouge évaluée en moyenne à 28g/100g. Les variations de cette teneur sont inversement proportionnelles à l'état d'engraissement (Bauchart *et al.*, 2008). Dans notre alimentation, la viande d'élevage apporte 12 % de (AE) des

protéines de haute valeur biologique avec des proportions équilibrées et une biodisponibilité en acides aminés indispensables avec un indice PD-CAAS de 100% (Morens *et al.*, 2003).

Ces acides aminés ont la capacité de satisfaire les besoins métaboliques nécessaires à la synthèse des composés azotés de l'organisme humain. En outre, quelle que soit son origine, la viande est considérée comme une source de protéine à digestion rapide (Uhe *et al.*, 1992). Les analyses à la fois *in vitro* et *in vivo* ont montré que la vitesse de digestion peut être modulée par la température de cuisson à cœur (Bax *et al.*, 2012). Sur la base du bilan azoté et leur vraie digestibilité qui est de 94% (Young *et al.*, 2000), l'ANC recommande 0.83g/kg/j (AFSSA, 2007).

1-2-1-2/ Fer héminique :

La matrice carnée contribue aussi à augmenter la biodisponibilité du fer non héminique d'origine végétale (Rock, 2002). Un pourcentage de 70% du fer total du muscle est sous forme héminique soit (1,9mg/100g). Les teneurs en fer diffèrent d'un morceau à un autre selon l'orientation de l'énergie entre les fibres oxydatives (FO) riches en hémoglobine et les fibres glycolytiques (FG) pauvres en fer (Carpenter *et al.*, 1995). Il est fortement assimilable (15 à 25%), par processus de captage des entérocytes stimulé par la digestion de la globine qui libère des peptides responsables de la solubilisation de l'hème (Lopez *et al.*, 2004). Les viandes rouges apportent entre 2,2 et 3,8 mg/100g (Lombardi *et al.*, 2002)(Tab1) couvrant 33% des ANC.

Tableau 1 : Teneurs en fer des différentes viandes en mg/100g.

Espèce	Fer non héminique en mg/100g de viande
Agneau	2,23
Bœuf	2,09
Veau	0,85
Lapin	0,45

1-2-1-3/ Les vitamines :

Des teneurs importantes en vitamines du groupe B dans la viande, couvrent 20 à 40% des ANC, surtout la vitamine B₁₂ avec un apport de 1,2 à 7,2µg/100g qui garantit de 50 à 100% des ANC (AFSSA, 2001).

1-2-1-4/ Les lipides et Acides Gras :

Le gras ou tissu adipeux est une des composantes majeures qui permet de faire varier la qualité, ceci est relatif à la localisation anatomique du muscle (7,65g de LT/100g de viande et 3,5g/100g respectivement pour le muscle entrecôte et macreuse) (Gandemer,1992). En matière de composition en AG, la viande rouge est caractérisée par sa richesse en LT à majorité saturés AGS (49 à 52%) des AGT dominé essentiellement par C16 :0 avec (60%) et le C 18:0 avec (34,25%). Les AGMI majoritairement cis présentent des teneurs moyennes variant entre (42 à 47%) des AGT, représentés principalement par C18:1 n9 (85%) et autre AG Trans (1,5 à 2%), avec comme exemple, l'acide vaccinique (C18 :1 Δ11trans) (40%). Contrairement aux monogastriques, chez tous les ruminants, par l'action de la flore gastrique présente dans le rumen, les AG insaturés présents dans l'alimentation sont hydrogénés. Ainsi, la viande rouge des ruminants comporte près de deux fois moins d'AG polyinsaturés que la viande des monogastriques (Bourre, 2005). Les AGPI n6 représentent de 1,2 à 4,5% des AGT avec en tête de fil le C18 :2 n6 cis (acide linoléique). Les AGPI n3 sont modestement représentés avec 0,3 à 0,9 % des AGT avec en tête de fil le C18 :3 n3 cis (acide linoléique). Ces deux AG (C18 :2 n6 et C18 :3 n3) sont indispensables pour l'animal et l'homme (Cetin, 2009). Ils sont essentiels car ils doivent être fournis par l'alimentation puisque seuls les végétaux et les algues sont équipés en enzymes capables de les synthétiser à partir du C18:1 n-9. Ce sont les enzymes désaturases Δ12 et Δ15 qui ajoutent des doubles liaisons à la place introduite repérée à partir du groupement carboxyle COOH. Il faut noter aussi que la substitution fonctionnelle et métabolique n'existe pas entre ces deux acides gras (Simopoulos, 2010). Cependant, la conversion des AGPI alimentaires (AL et ALA) en AGPI LC métabolites supérieurs par voie de désaturation est possible

(Martinez *et al.*, 2010). Hermier (2010) a signalé le faible rendement du métabolisme du ALA en AGPI LC n3 (EPA et DHA) du fait de la compétition enzymatique ($\Delta 5, \Delta 6$) en faveur du métabolisme du LA en AGPI LC n6 (AAR), ce qui explique le déséquilibre du rapport n6/n3 de la viande, très élevé (15 à 30) (Mourot, 2009) et non conforme aux ANC (5) avec un Indice Athérogène (IA) et Indice Thrombogène (IT) à effet délétère sur l'homéostasie (Lecerf, 2004). Atténuer ce rapport est un objectif recherché par les technologies de nutrition par voie d'enrichissement *in vivo* pour une bonne amélioration de la qualité nutritionnelle et diététique. Les proportions des AGPI LC des deux séries n6 et n3 sont très variables et se localisent principalement au niveau des phospholipides membranaires. Les CLA sont spécifiques aux ruminants et sont produits essentiellement dans le rumen. Ils sont dominants dans les viandes grasses que dans les viandes maigres. Ils sont représentés par l'acide ruminique (C18 :2 $\Delta 9, 11$ cis trans) produit de synthèse de l'acide vaccinique (C18 :1 $\Delta 11$ trans). Les CLA représentent 0,2 à 0,4% des AGT (De la Torre *et al.*, 2006). En outre, les AGPI sont particulièrement de bons substrats pour la β -oxydation pour fournir de l'énergie soit par Oxydation mitochondriale (acide hexanoïque 45ATP contre un glucose 38 ATP) ($n/2 - 1$) NADH, H⁺ ; ($n/2 - 1$) FADH₂ ; ($n/2$) Acétyl CoA ; 1 AMP ; 2 Pi ; - 1 ATP ou Oxydation péroxysomale par retro conversion par exemple du DHA en EPA (Mathieu, 2009). L'ensemble des AGPI ont une valeur santé reconnue par la communauté scientifique, comme antistress, immun modulateur (Delarue *et al.*, 2004). Ils réduisent l'adhésion et la migration des monocytes, deux phénomènes responsables de l'athérosclérose (Dacosta, 1998). En fin différents facteurs intrinsèques (race, sexe) et extrinsèques (ration et environnement) peuvent influencer directement ou indirectement les propriétés nutritionnelles des produits carnés. (Benathmane *et al.*, 2012).

1-2-2/ Qualité sensorielle :1-2-2-1/ Couleur :

Le facteur le plus important des produits de viande qui influe la décision de l'achat des consommateurs et affecte leur perception de la fraîcheur du produit. Connaître les facteurs qui influent sur la couleur est important pour la compréhension des problèmes quand ils se produisent. La couleur est en étroite relation avec l'état physicochimique de la myoglobine, le fer héminique et la concentrations des fibres rouges des muscles (Sante *et al.*, 2001). En outre, le pH bas influe sur le PRE ce qui confère à la viande une clarté supérieur (L^*). La conversion de la myoglobine en methmyoglobine (Fig4) est favorisée par le degré d'insaturation de la viande responsable de l'oxydation (Jane Ann Boles, 1999)(Fig5).

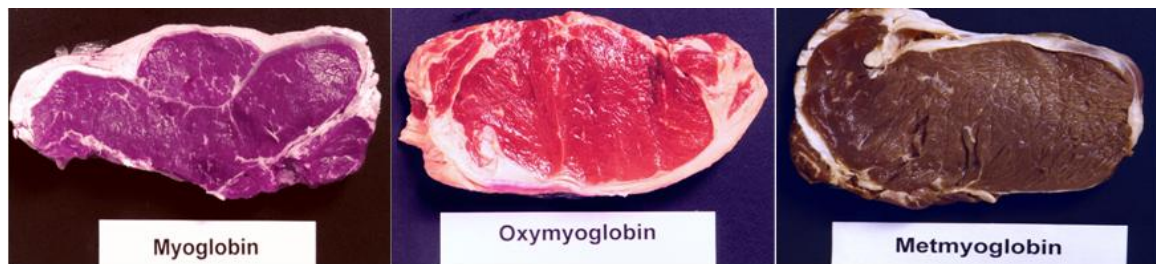


Figure 4 : L'inter conversion de la myoglobine.

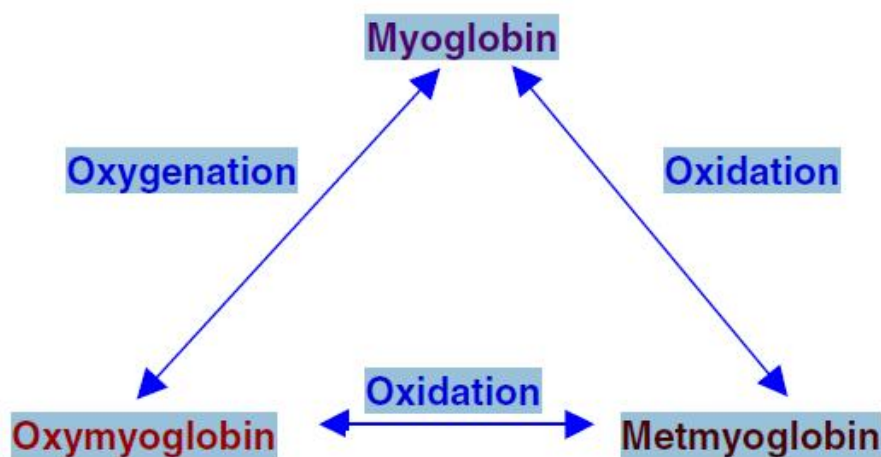


Figure 5: Oxydation des pigments. Myoglobine

1-2-2-2/ Tendreté :

Critère intéressant lors de la mastication et la dégustation des viandes (Maltin *et al.*, 2003). La tendreté dépend du degré de polymérisation du collagène musculaire et la structure myofrillaire (Fig6). Les propriétés protéolytiques du complexe actomyosine (CAM) dépendent de l'acide lactique produite par fermentation du glycogène durant la rigidité cadavérique (Rigors Mortis)(Fig7), et est responsable de l'évolution post mortem du pH (6,8 à 5,6)(Monin *et al.*, 1999). Se laisser broyer est un indice d'une bonne maturation (état Rassis). Mais il est à signaler que différentes expérimentations attestent la complexité du facteur de tendreté.

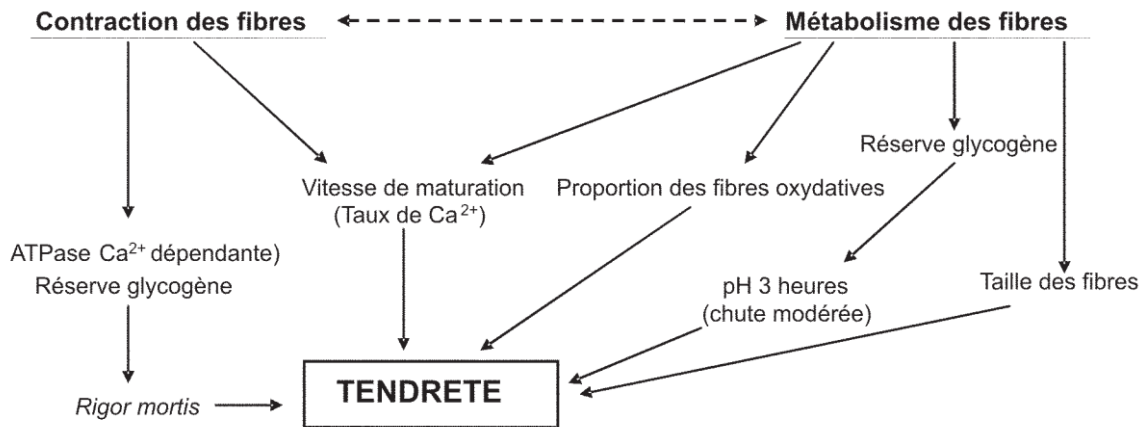


Figure 6 : Caractéristiques des fibres influençant la tendreté (Guillemin, 2009).

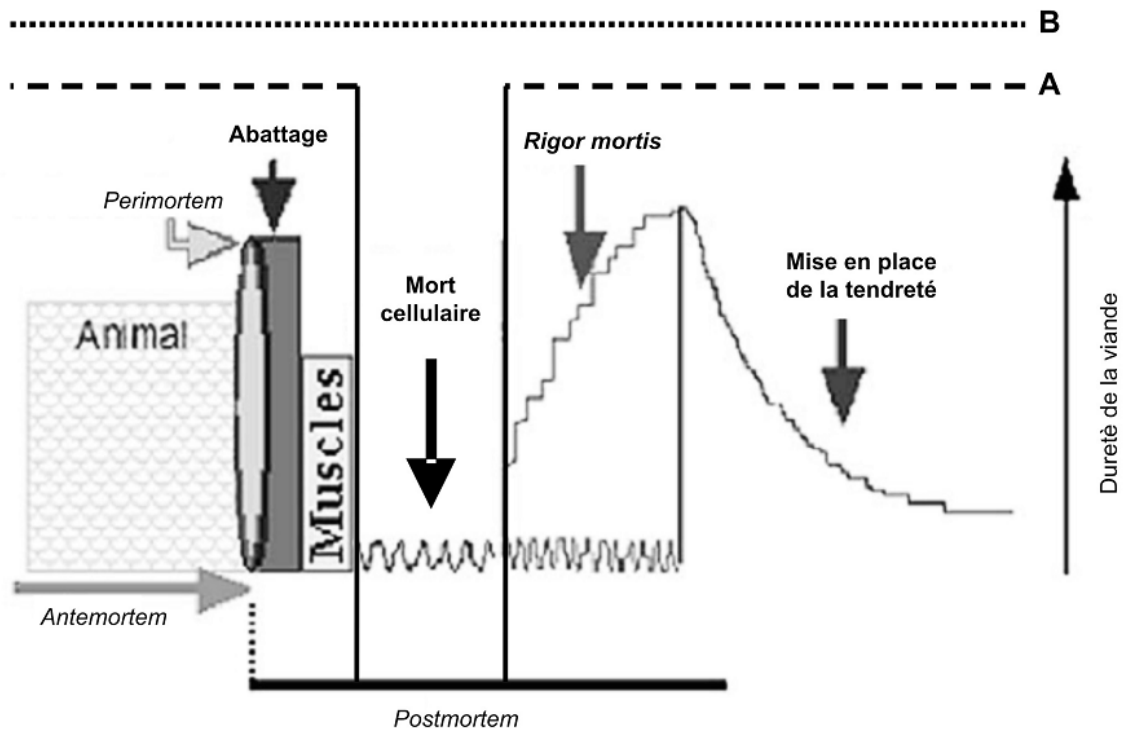


Figure 7 : Les différentes phases de l'évolution de la dureté du muscle au cours du temps après l'abattage. Adapté de Ouali (2006).

1-2-2-3/ Jutosité :

Le jus libéré durant la mastication est en étroite corrélation avec le PRE, les lipides intramusculaires de la viande (Girard *et al.*, 1988) qui stimulent les glandes salivaires ($Cr=0,68$) et les pertes d'eau à la cuisson. Le pH post mortem est un paramètre prépondérant dans la détermination du paramètre jutosité ($Cr= 0,21$ et $0,65$).

1-2-2-4/ Flaveur :

Jeantet (2006) rapporte que les lipides sont des éléments contributifs principaux de la sapidité et la texture de la viande en tant qu'aromatisants. Il est à noter que les phospholipides sont impliqués dans le développement de la flaveur, caractéristique de la viande cuite. Il existe une corrélation négative entre les AG polyinsaturés et la flaveur, et une corrélation positive avec les AGMI (Cameron *et al.*, 2000).

1-2-3/ Qualité technologique :

Les facteurs technologiques influencent les teneurs des différentes composantes de la viande. L'aptitude à la transformation est fortement tributaire du pH et de la couleur initiale de la viande. Un pH très bas provoque une exsudation excessive responsable des viandes PSE (Renand *et al.*, 2003). Le fer héminique subit une perte par la dénaturation de la myoglobine. La perte en eau (30%) est perceptible avec une augmentation de la MS estimée à 13%, exprimée par la concentration des lipides. Un rendement technologique (47% à 85%) est en relation directe avec le PRE des protéines musculaires influencé par la température de cuisson. Lebret (2004) affirme que la fermeté du gras est un paramètre important pour un traitement technologique (cuisson, conservation) surtout de point de vue composition car les AG, n'ont pas des points de fusion équivalents. Les AGPI ont un point de fusion inférieur aux AGMI, ainsi qu'aux AGS (Tab2). Si la valeur seuil d'AG polyinsaturés est dépassée, la qualité technologique des produits pourrait être diminuée car une éventuelle peroxydation pourra être observée (Wood *et al.*, 2008).

Tableau 2 : Point de fusion des acides gras (IUPAC, 1978).

C12:0	44,2°C
C14:0	53,9°C
C16:0	63,1°C
C18:0	69,6°C
C20:0	76,7°C
C22:0	81,5°C
C24:0	87,7°C
C14:1 n-7	-4,00°C
C16:1 n-7	0,00°C
C18:1 n-9	14,00°C
C20:1 n-9	23,2°C
C22:1 n-9	33,3°C
C24:1 n-9	42,7°C
C18:2 n-6	-5,00°C
C18:3 n-3	-11,2°C
C20:4 n-6	-49,5°C
C20:5 n-3	-54,1°C
C22:5 n-3	-78,0°C
C22:6 n-3	-44,1°C

CHAPITRE 2

Métabolisme des Acides Gras

chez les Ruminants

Chapitre 2: Métabolisme Des Acides Gras Chez Les Ruminants

2-1/ Tissu adipeux blanc :

Le tissu adipeux blanc représente 20 % du poids vif. Il est constitué de cellules adipeuses ou adipocytes. Ces adipocytes stockent l'énergie par l'accumulation de triglycérides lors des apports excessifs en énergie et de la libérer durant les périodes de jeûne (Boone *et al.*, 2000). Les adipocytes sont répartis au sein d'une trame de tissu conjonctif. Ils présentent de petites vacuoles lipidiques lorsqu'ils commencent à stocker les lipides. Comparativement au tissu adipeux, la synthèse des lipides au sein des muscles est très faible et varie peu avec le poids de l'animal, cette faible synthèse des lipides dans le muscle est donc une conséquence du nombre réduit d'adipocytes dans ce tissu (Mathieu, 2009). Le tissu adipeux est composé d'une grande proportion de lipides (75-85 %), dont 95% sont des TG (Girard *et al.*, 1988), 5 à 15% d'eau, et d'une faible quantité de protéines (Lebret et Mourot, 1998).

2-2/ Lipogenèse et régulation :

Chez les ruminants, le tissu adipeux est le site majeur de synthèse des acides gras.

2-2-1/ Métabolisme et synthèse de novo:

Cuvélier *et al.* (2004) rapportent que sur le plan biochimique, il existe deux types d'AG. Premièrement les AGV (C2, C3, C4) issus du métabolisme ruminal, par fermentation des hydrates de carbone (Cellulose, Amidon)(Jarrige *et al.*, 1995) en pyruvate (Begman, 1990). Ils sont absorbés par voie ruminale, par diffusion sous forme anionique (Acides faibles $PK \leq 4,8$)(Russel et Gahr, 2000). Kristensen (2005) trouve que la flore bactérienne utilise (60 à 80%) des AGV comme principale source d'énergie pour leur propre voie anabolique. Avec les régimes habituels, l'acide acétique (C2) représente 60 à 70% des AGV contre 15 à 20% pour l'acide propionique (C3) et 10 à 15% pour l'acide butyrique (C4). En seconde position, les AG issus du métabolisme ruminal des lipides, représentés essentiellement par les AG synthétisés de novo et les AG issus de l'hydrolyse des

TG alimentaires (85 à 95%). Ils sont absorbés au niveau de l'intestin grêle d'autant plus élevé que le régime est riche en lipides (Bauchart *et al.*, 1990), à l'opposé des régimes riches en amidon (Van Nevel *et al.*, 1996). En outre, Le ruminant sécrète des lipoprotéines de très faible densité au niveau intestinal avec un faible transfert hépatique des triacylglycérols dans ces lipoprotéines, ceci le prédispose à la stéatose hépatique. De plus, la lipogenèse intra hépatique du poly gastrique est très réduite, le rendant dépendant d'un apport sanguin en acides gras, orienté vers le foie pour l'oxydation ou l'estérification en triacylglycérols (Cuvélier *et al.*, 2005)(Fig8).

2-2-2/ Régulation enzymatique :

Cette biosynthèse de novo des AG est effectuée en présence de deux systèmes enzymatiques séquentiels du cytosol: l'acétyl-CoA carboxylase et le complexe enzymatique synthétase des AG (Vernon, 1980).

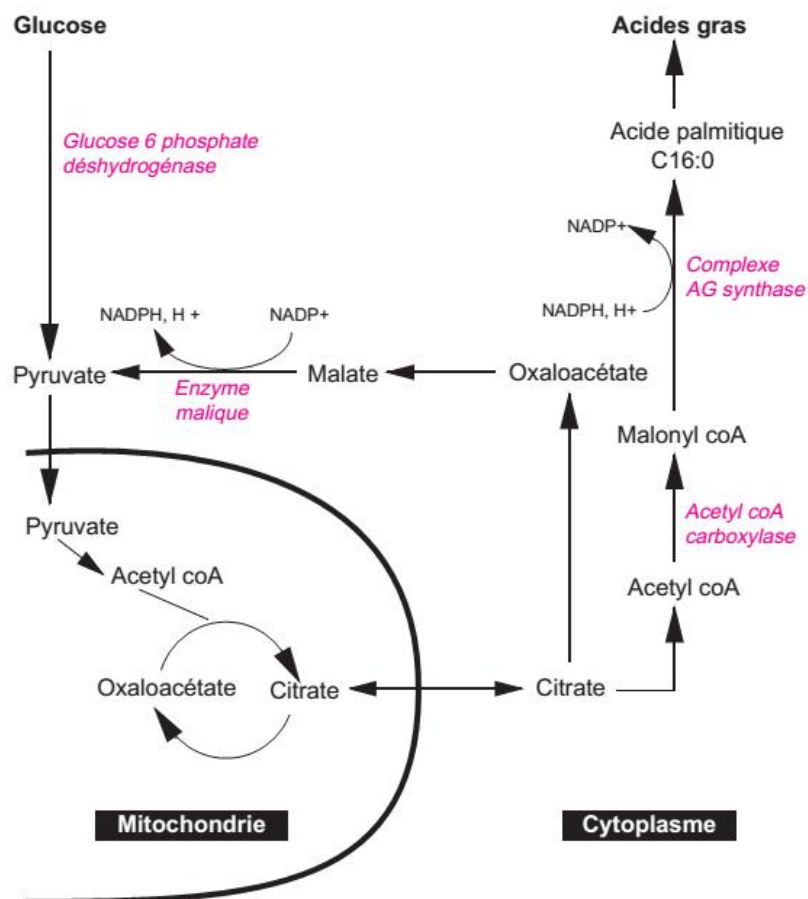


Figure 8 : Schéma de la lipogenèse chez les mammifères (Lebret et Mourot, 1998)

Les acides gras essentiels (Oméga 3 et Oméga 6) ne sont pas synthétisés par l'organisme, ils doivent être impérativement apportés par le régime (Handerson *et al.*, 2003). Les deux AGPI sont essentiellement d'origine végétale. Ils sont caractérisés par une double liaison située respectivement à 3 carbones (n-3) et à 6 carbones (n-6) de l'extrémité H₃C. Ces deux doubles liaisons sont impossibles à insérer chez l'homme et l'animal. En revanche, l'homme et l'animal peuvent ajouter aux deux acides gras indispensables (C18 : 2 n-6 et C18 : 3 n-3) des doubles liaisons supplémentaires vers l'extrémité COOH et allonger la chaîne à cette extrémité par des réactions de désaturation et d'élongation successives (Fig9).

Trois désaturases sont connues chez les animaux, notamment la stearoyl CoA désaturase (SCD ou Δ_9 désaturase ou D9D) qui catalyse la synthèse des AG mono insaturés depuis les AG saturés. La Δ_6 désaturase (D6D) et la Δ_5 désaturase (D5D) catalysent la synthèse des AG polyinsaturés hautement insaturés (Ntambi et Miyazaki, 2003). Les élongases sont au sein du réticulum endoplasmique et utilise le malonyl-CoA et les acyl-CoA comme substrat de l'élongation (Wang *et al.*, 2005) (Fig10).

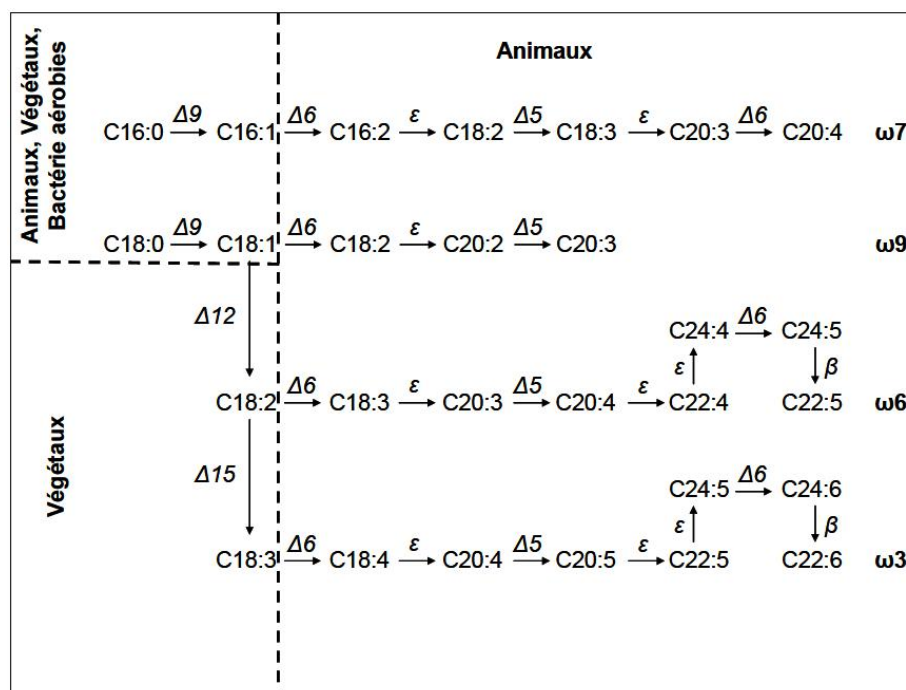


Figure 9 : Biosynthèse des acides gras polyinsaturés (Legrand, 2007).

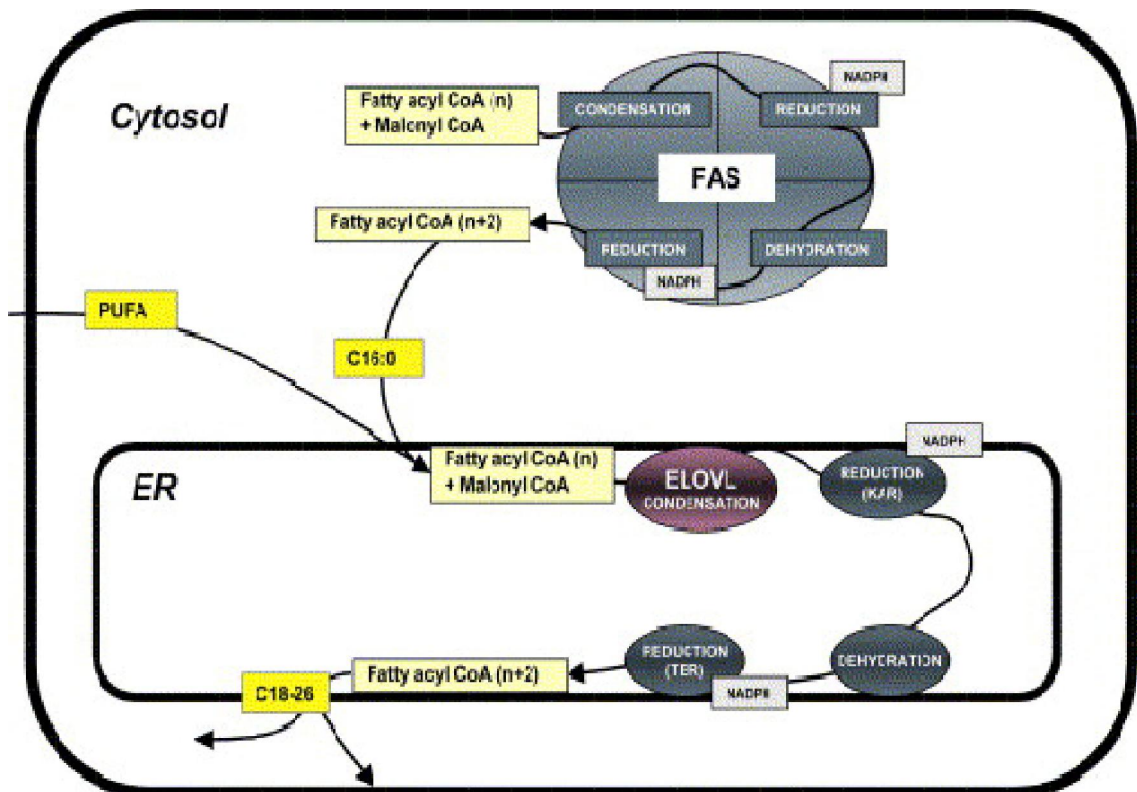


Figure 10: Elongation des acides gras chez les mammifères (Jakobsson *et al.*, 2006).

L'ensemble des dérivés obtenus (EPA, DHA, DPA), ajoutés aux deux acides gras essentiels précurseurs, constitue les deux familles d'AG essentielles nécessaires au maintien d'une fonction biochimique, cellulaire ou physiologique donnée. Il n'existe ni transformation métabolique, ni substitution fonctionnelle (Martin, 2001) (Fig11).

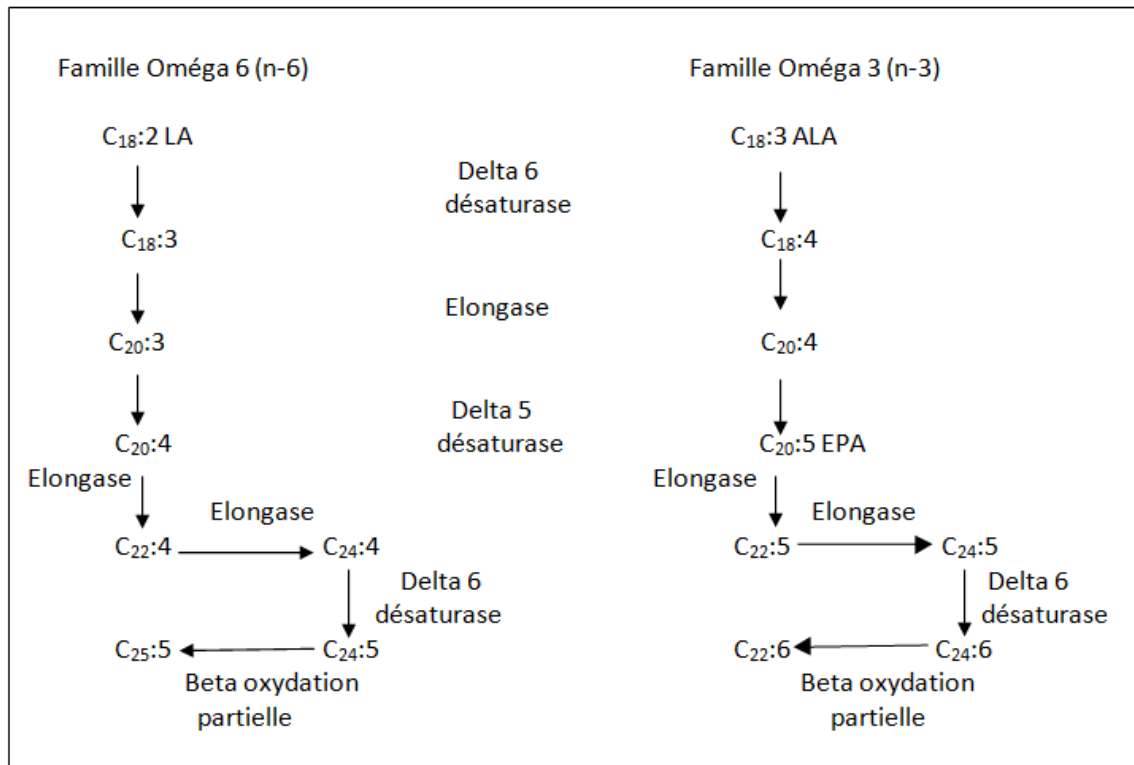


Figure 11: Conversion des AGPI en AGPILC (Martin, 2001).

2-3/ Bio hydrogénation ruminale et transisomérisation:

Une des originalités des poly gastriques vis à vis des AG est la métabolisation plus ou moins intense des lipides alimentaires et la biosynthèse d'AG d'origine microbienne (Cuvélier *et al.*, 2005). Ce phénomène physiologique est responsable du caractère saturé des viandes rouges.

2-3-1/ Mécanisme :

La bio hydrogénation des AGPI est un phénomène de transisomérisation de configuration diène cis 9, cis 12.

A l'état naturel, les acides gras sont majoritairement en position cis. Leur conformation change pendant l'hydrogénation au niveau du rumen. Les AG subissent une bio hydrogénation avant absorption intestinale. L'opération se déroule dans un écosystème microbien du rumen, constitué principalement de bactérie cellulolytique (Harfoot et Hazlwood, 1997). Van de Vossenberg et Joblin (2003) et

Li et al., (2005) rapportent que *Butyvirbio hungatei* est capable de transformer directement l'acide alpha linoléique en acide stéarique.

Kepler *et al.*, (1970-1971) affirment que l'hydrogénation succède à la phase d'hydrolyse. Sa réaction primaire est une isomérisation par conversion des acides gras insaturés de configuration diène cis-9, cis-12 avec le carboxyle COOH libre en leur isomère trans-11. Ainsi l'acide linoléique C18:2 (cis9, cis 12) transisomérisée génère l'acide ruménique CLA cis-9 trans-11 (Kramer *et al.*, 1998). L'hydrogénation de la double liaison cis en position 9 du C18:2 par une réductase produit l'acide *trans* vaccénique, (C18 : 1 trans-11), absorbé ou transformé en C18:0 (Harfoot et Hazlewood, 1997). Lors de son absorption, le C18:1 trans-11, constitue le précurseur pour la synthèse des CLA au niveau tissulaire sous l'action d'une $\Delta 9$ -désaturase en C18 : 2 (cis-9, trans-11) au niveau du gras intramusculaire (Griinari *et al.*, 2000 ; Raes *et al.*, 2004b). D'autres voies de transformation sont possibles. Verhulst et collaborateurs (1985) sont parvenus à identifier des bactéries équipées d'isomérase capables de transformer le C18 : 2 (cis9, cis 12) en acide linoléique conjugué trans-10, cis-12. Ce CLA pourra générer le C18 : 1 (trans-10) par hydrogénation de la double liaison en position 12 (Lawson *et al.*, 2001). La biohydrogénation de l'acide linoléique permet ainsi la synthèse des CLA cis-9, trans-11 et trans-10, cis-12 (Bessa *et al.*, 2000 ; Pariza *et al.*, 2001 ; Roche *et al.*, 2001).

A l'opposé de la bio hydrogénation de l'acide linoléique, Raes *et al.*, (2004a) affirment que les voies de transformation de l'acide α linoléique n'impliquent pas la synthèse de CLA comme intermédiaire. Elles permettent par contre la synthèse d'acide trans-vaccénique, précurseur pour les synthèses des acides gras saturés essentiellement de l'acide stéarique C18:0 (Harfoot et Hazlewood, 1997), dans le rumen et des CLA au niveau tissulaire.

En fin, la biohydrogénation des acides gras monoinsaturés en C18 de configuration cis conduit à la formation d'acides gras saturés d'une part, et d'acides gras mono insaturés de configuration trans d'autre part notamment l'acide élaidique C18 :1 trans-9 (Van deVossenberget et Joblin, 2003).

2-3-2/ Facteurs d'influence :

Elle est influencée d'une manière non négligeable par la nature de la ration (Doreau et Chilliard, 1997). Les nutriments présents dans la ration conditionnent la nature des micro-organismes (microflore, microfaune et champignons anaérobies cellulolytiques) responsables de la production des AG (Jouany *et al.*, 1995); le cas des bactéries responsables de l'hydrogénation de C18:1 en C18:0 et C18:3 n-3 en C18:1 (Kamp et Lander, 1984)

Le pourcentage d'hydrogénation des AGPI pourra dépasser les 80% (Doreau et Ferlay, 1994). En revanche, ce pourcentage pourra vraisemblablement être affecté par le pH ruminal, la composition de la ration et les teneurs en AGPI. La nature de la ration qui diminue le pH du rumen induit à la diminution de la lipolyse et de la biohydrogénation (Doreau et Chilliard, 1997). L'isomérisation est optimale pour un pH compris entre 7 et 7,2. Cependant, la biohydrogénation de C18:3 n'est pas affectée par la diminution de pH. Au pH de 5,2, le C18:3 libre est complètement hydrogéné, tandis que l'hydrogénation de C18:2 est partiellement inhibée (Van Nevel et Demeyer, 1996). Ainsi, la biohydrogénation de C18:2 a été diminuée de 44 % avec un pH compris entre 5,4 et 6,2 par rapport à un pH compris entre 6,4 et 6,9 (Troegeler-Meynadier *et al.*, 2003).

Chez le mouton, les lipides bactériens et protozoaires représenteraient entre 10 et 20 % des LT présents dans le rumen (Harfoot et Hazlewood, 1997) sous l'influence des fibres alimentaires qui constituent le facteur de variation le plus important du contenu lipidique bactérien dans les régimes non supplémentés en matières grasses (Bas *et al.*, 2003). En effet, Gerson *et al.*, (1985) ont montré que la lipolyse des triglycérides et la biohydrogénation de C18:2 sont diminuées lorsque la proportion de fibres diminue au profit de la proportion d'amidon, sans variation significative de pH ruminal. Loor *et al.*, (2004) ont affirmé cette hypothèse démontrant la sensibilité de la biohydrogénation ruminale à la teneur de la ration en amidon. La teneur en AG de la ration peut également influencer la biohydrogénation des AG. De même, la concentration initiale d'un AG donné affecte sa propre biohydrogénation et pourra inhiber l'isomérisation d'un autre AG.

L'exemple de C18:3 inhibant le C18:2 en cis-9, trans-11C18:2 (Troegeler-Meynadier *et al.*, 2003). L'effet des facteurs affectant la biohydrogénation est complexe car il dépend de la nature de l'AG, et de sa teneur dans la ration, ainsi que des interactions éventuelles de cet AG avec les autres composants de la ration y compris les autres AG (Chilliard *et al.*, 2000).

2-4/ Origine des AG Trans :

2-4-1/ Synthèse :

Il est apparu aussi que le métabolisme ruminal conduit à la synthèse des CLA (Lawson *et al.*, 2001), dont les propriétés sont appréciées en diététique moderne (Roche *et al.*, 2001).

Les graisses des ruminants, contiennent naturellement 2 à 5 % de forme TRANS d'acides gras. L'acide vaccinique peut être converti par $\Delta 9$ désaturase en acide ruminique au niveau du gras intramusculaire et sous cutané (Raes *et al.*, 2004). Le C18:1 est transformé en C18:0, ou soumis à l'action d'isomérase générant C18:1 trans $\Delta 9$ (Acide élaidique) et C18:1 trans $\Delta 11$ (Mosley *et al.*, 2002). Ces formes TRANS résultent de la biohydrogénation des AG insaturés dans la panse des ruminants. Ces isomères TRANS sont absorbés, transportés, oxydés, stockés dans les lipides de réserve, incorporés dans les membranes cellulaires et exportés dans les produits dérivés (viande et lait) (Chardigny *et al.*, 2007). Toutefois l'isomérisation TRANS donne à l'AGI un comportement physique d'AGS (Fig12).

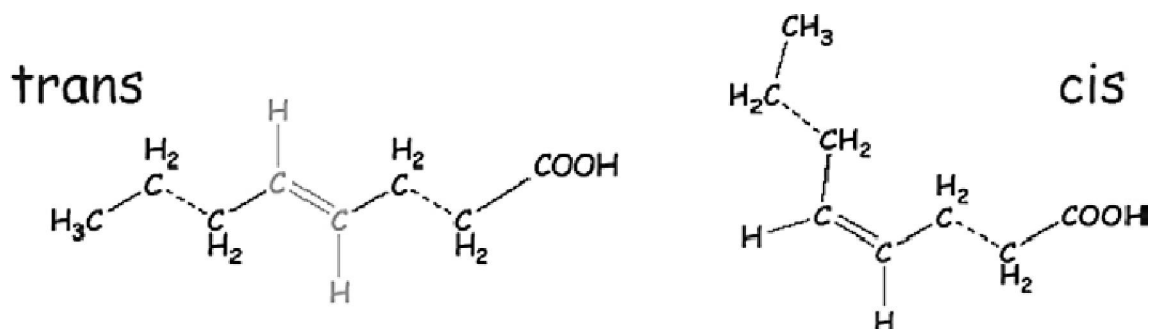


Figure 12 : Représentation schématique des configurations trans et cis des AG.

2-4-2/ Effets :

Cette substitution d'AG insaturé cis par le même AG dans sa forme trans dans les lipides membranaires est un facteur favorisant la rigidité membranaire. Des isomères trans des AGPI apparaissent, comme le cas de l'acide vaccénique C18:1 trans $\Delta 11$ avec une proportion de 66%, et qui constitue un facteur athérogène par son action sur les lipoprotéines HDL et LDL (Ascherio *et al.*, 1999).

2-5/ Absorption des acides gras :

2-5-1/ Transfert des AG :

La digestibilité des AG semble augmenter avec la quantité de lipides ingérés (Gonthier *et al.*, 2004). Au niveau du premier segment de l'intestin grêle (duodénum), le bol alimentaire, subit l'action combinée des sels biliaires et des enzymes pancréatiques. Les acides gras non estérifiés sont non ionique et adsorbés aux particules sous l'effet acide du milieu. Bauchart (1993) a signalé la présence des phospholipides dans les phases aqueuse et solide du digesta (Fig13). La digestibilité des AG augmente avec leur degré d'insaturation (Doreau et Ferlay, 1994). La digestion intestinale, sous l'effet des acides biliaires permet le transfert des acides gras libres de la phase insoluble vers la phase micellaire soluble facilitant le passage des AG vers la couche aqueuse recouvrant les microvillosités de l'intestin grêle, et donc leur absorption par la muqueuse intestinale au niveau du jéjunum principalement (Bauchart, 1993). Par contre les phospholipides et les triacylglycérols sont hydrolysés par les phospholipases et les lipases pancréatiques.

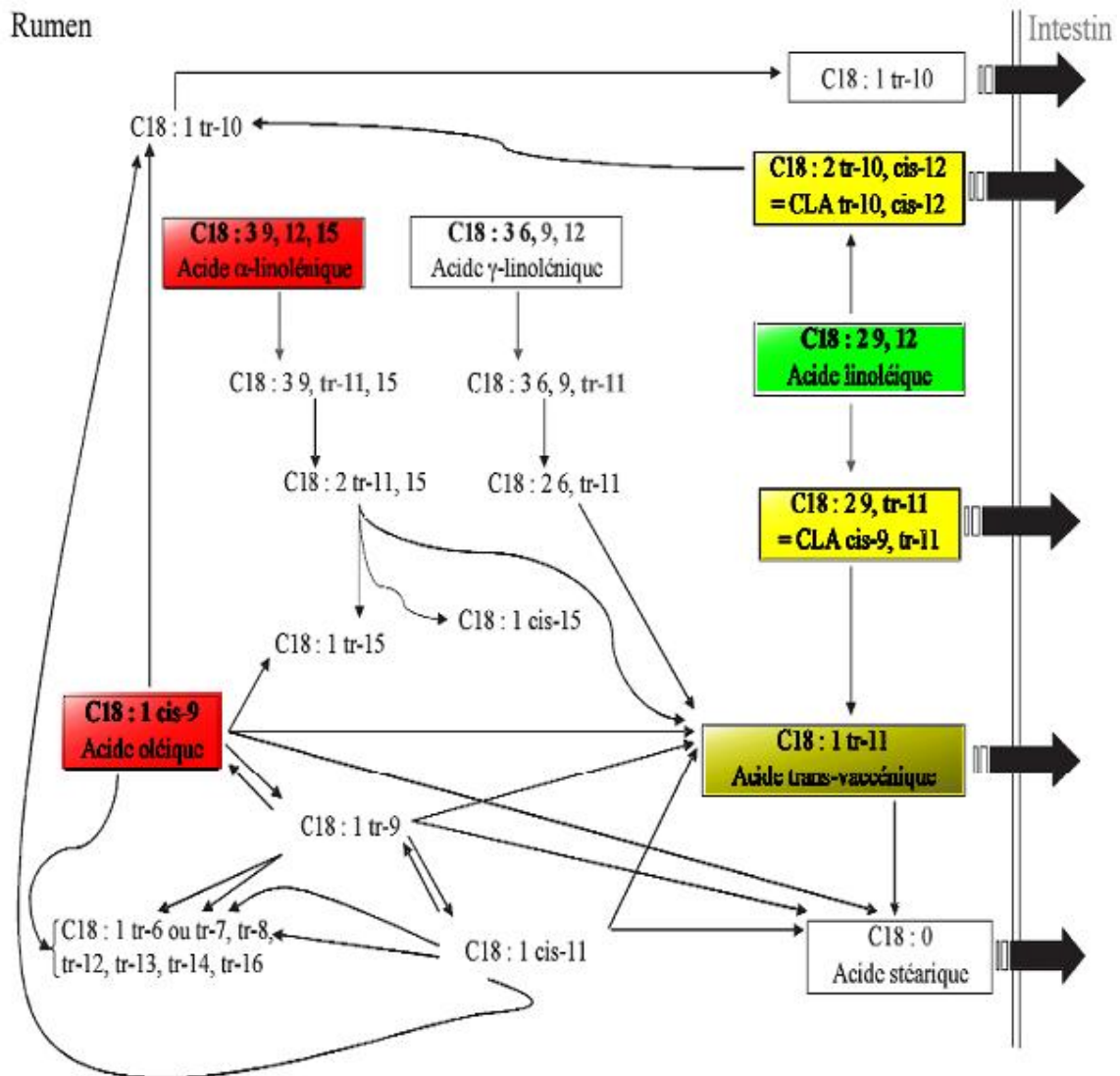


Figure 13 : Principales réactions chimiques relatives aux AG insaturés dans le rumen.

2-5-2/ Diffusion des AG :

La diffusion passive des particules lipidiques est facilitée par un gradient de concentration entre la lumière intestinale et le milieu cellulaire (Drackley, 2000). Doureau (1994) affirme que 80 % des AGS et 92 % des AGPI sont absorbés par des régimes classiques à faible teneur en matières grasses (2 à 3 % de la MS) (Bauchart, 1993). Par ailleurs, il est vraisemblable que le pH bas soit également responsable d'une prédominance des formes acides apolaires par rapport aux formes ionisées polaires. Au sein des entérocytes, les produits d'hydrolyse des lipides sont réassociés. Les acides gras libres, dont la chaîne carbonée contient 12

très faible proportion de lipoprotéines riches en triacylglycérols — chylomicrons et lipoprotéines de très faible densité (LDL) — et une proportion très élevée de lipoprotéines de haute densité (HDL), qui peut atteindre 80 % des lipoprotéines totales.

Tableau 3 : Concentrations plasmatiques des lipoprotéines du ruminant (Bauchard, 1993).

CM		VLDL		LDL		HDL	
mg/l	%	mg/l	%	mg/l	%	mg/l	%
-	-	47 ⁷	0,9	1970 ⁸	38,8	3270	64,4
-	-	86 ^{7,9}	2,0 ⁹	1128 ^{8,9}	26,5	3040 ⁹	71,5
-	-	43 ⁷	1,2	208 ⁸	5,8	3327	93,0
86	1,5	262	4,7	2067	38,2	3118	55,6
-	-	139 ⁷	4,5	701 ⁸	22,9	1900	62,1
84	2,5	243	7,2	1074	32,7	1985	57,6
-	-	152 ⁷	8,3	421 ⁸	23,0	1261	68,8
ND ⁶	-	164	5,5	543 ⁸	18,2	2283	76,4

2-6-2/ Distribution :

Cette distribution est concomitante avec des concentrations plasmatiques faibles en triacylglycérols et en acides gras non estérifiés, mais très élevées en cholestérol estérifié et en phospholipides (Fig15).

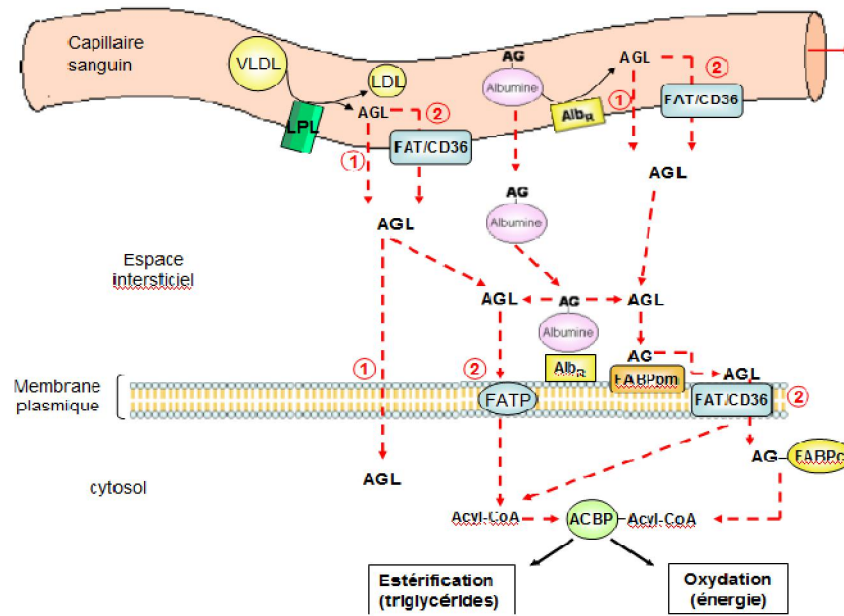


Figure 15: Mécanismes de transport des acides gras plasmatiques à travers l'endothélium des capillaires et les membranes plasmiques des cellules (Kolditz, 2008).

CHAPITRE 3

Incidence des lipides alimentaires

sur la Qualité

Chapitre 3 : Incidences Des Lipides Alimentaires Sur La Qualité

Comme relaté dans plusieurs synthèses bibliographiques (Bas *et al.*, 2000-2001; Geay *et al.*, 2002), l'alimentation peut sous certaines conditions influencer significativement la composition des matières grasses de la viande. L'analyse de la composition en AG du tissu adipeux est un marqueur biochimique qualitatif des graisses alimentaires (Fig16) et représente un complément utile à l'étude des ingesta lipidiques. Les différences liées à l'alimentation des animaux sont souvent sous estimées, notamment sur le plan des rapports AGPI/ AGS, n6/n3 actuellement en déséquilibre respectivement (0,11 et 10); contrairement aux différences liées à l'espèce qui sont sans doute prises d'une manière exagérée. Ainsi, la maîtrise du métabolisme ruminal des lipides alimentaires facilite les méthodes d'enrichissement, dont l'objectif principal est d'atténuer l'effet de la biohydrogénation des AGPI et d'augmenter leur teneur dans le muscle (Fonty *et al.*, 1995). En revanche, plusieurs modalités d'enrichissement des régimes alimentaires et rations destinées aux animaux sont proposées.

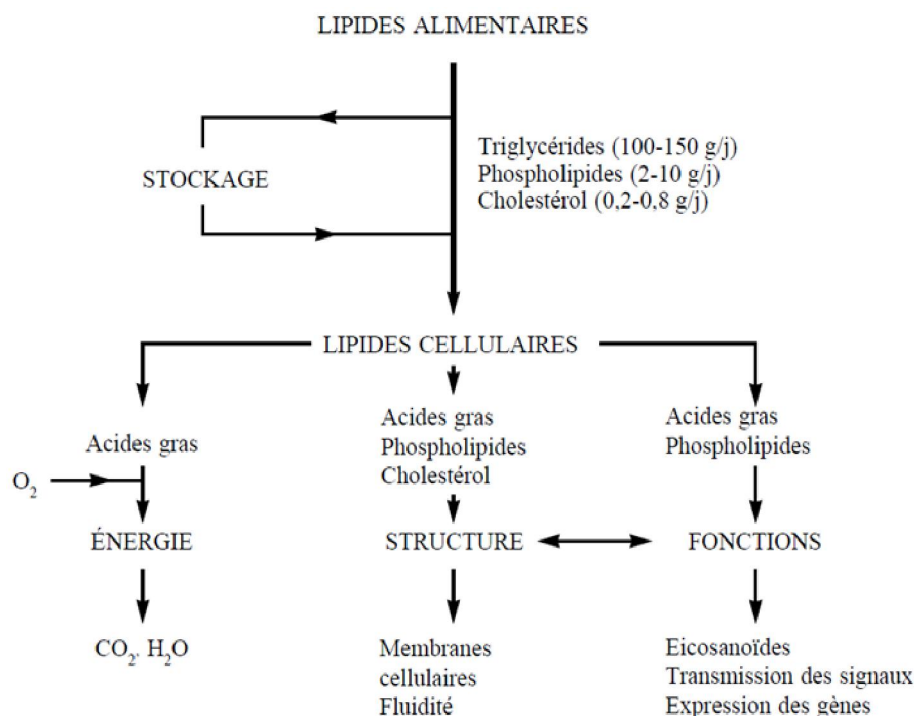


Figure 16 : Voies d'utilisation des graisses alimentaires.

3-1/ Lipides Alimentaires :

Sauvant *et al.*, (2002) rapportent que les rations des ruminants contiennent généralement 3% des lipides/MS, leur nature varie en fonction des ingrédients inclus. Les céréales, les protéagineux, les oléagineux et leurs tourteaux sont constitués essentiellement par des TG (98%), à caractère majoritairement insaturé. Les lipides des céréales (1-6% / MS) sont composés de C18:2, C18:1 et C16:0. Les graines des protéagineux contiennent entre 1-10% de lipides essentiellement du C18:3, C18:2, C18:1 et C16:0. Les graines des oléagineux dosent 15-50% de lipides, leurs tourteaux contiennent 1-10% de lipides. Ils sont constitués en grande partie de C18:2 et C18:1. Le lin fait exception, car il est riche en C18:3. Ainsi, les tourteaux de palmiste et de cocotier présentent des teneurs élevées en C12:0 (Tab4).

L'herbe et ses dérivés contiennent approximativement 3% des lipides localisés majoritairement dans les feuilles, constitués de plus de 50% de galactolipides avec une prédominance de C18:3 suivi de C16:0 et C18:2, et environ 25% de phospholipides (Jarrige *et al.*, 1995; Harfoot et Hazlewood, 1997).

Tableau 4: Influence des sources des lipides alimentaires sur la composition en AG du muscle de ruminant (Scollan *et al.*, 1997-2000-2001).

Acides gras	Témoin	Graine de lin	Huile de poisson
C16 :0	1029	1089	1305
C18 :0	528	581	543
C18 :1	1209	1471	1260
C18 :2	81	78	66
C18 :3	22	43	26
C20 :4	23	21	14
C20 :5	11	16	23
C22 :6	2,2	2,4	4,6
Total acides gras	3529	4222	4292
AGPI / AGS	0,07	0,07	0,05
n-6 : n-3	2,00	1,19	0,91

3-2/ Variation du profil d'acides gras :

L'acide palmitique (C16) et l'acide stéarique (C18) sont les principaux acides gras saturés de la viande rouge des ruminants. L'acide laurique (C12) et l'acide myristique (C14) sont présents en quantités infimes. L'acide oléique (C18:1 cis Δ^9) représente une fraction de 40% (Fink-Gremmels, 1993) des AGMI. Les AGPI prédominants dans la viande rouge d'agneau sont l'oméga 6 et l'oméga 3 (Fig17). Le tissu adipeux intramusculaire contient des proportions intéressantes d'AGPI. Ces lipides intramusculaires contiennent 2 à 3% d'AGPI chez les ruminants contre 20 à 25% chez la volaille (Gandemer, 1998)(Tab5).

Ces AG affectent potentiellement le cholestérol sanguin du consommateur (Higgs, 2000), ils diminuent le risque de cancer (Menendez *et al.*, 2005) ainsi le risque thrombotique et les maladies cardiovasculaires (Appel *et al.*, 2005).

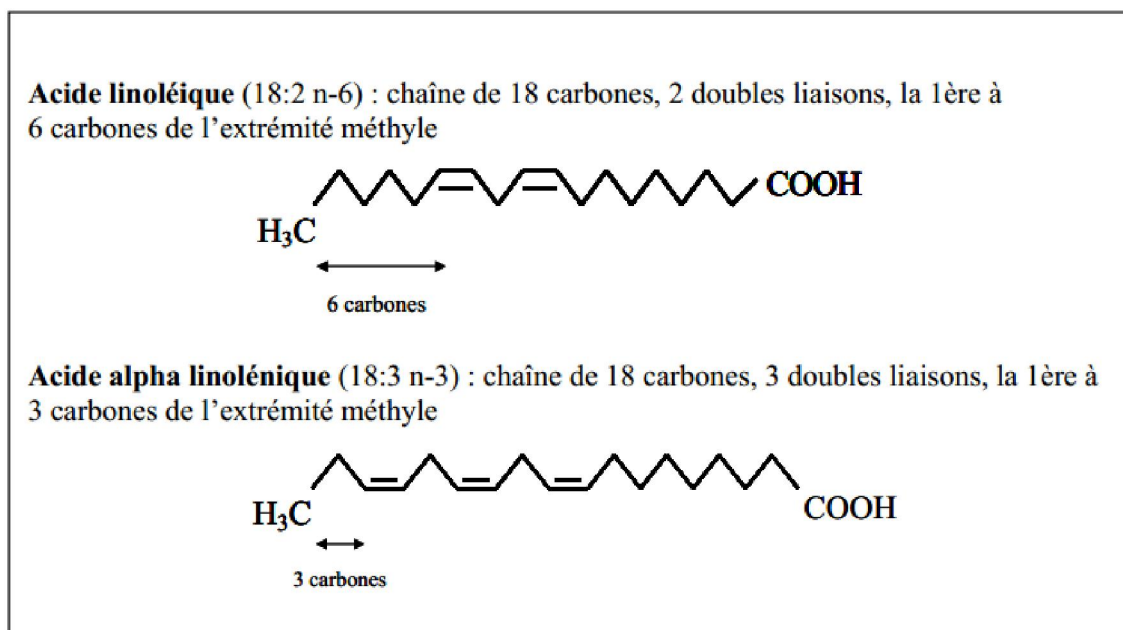


Figure 17: Structure caractéristique des acides gras indispensables (Martin, 2001)

Tableau 5: La composition des principaux acides gras dans le tissu adipeux d'agneau (Par % du poids vif)(Beriaïn *et al.*, 2000)

Tissu adipeux	Sous cutané	Inter-musculaire	Intra-musculaire	Périrénal	Omental	Tissu Adipeux total
AG	Moy	Moy	Moy	Moy	Moy	Moy
C14:0	4,5	5,1	3,5	3,5	4,5	4,1
C16:0	23,4	23,6	23,1	21,4	25,7	23,0
C18:0	14,5	16,5	17,1	27,0	25,8	18,0
C17:0	2,5	1,8	1,3	2,1	2,6	2,2
C16:1	3,2	2,1	2,8	2,2	2,8	2,9
C18:1	41,8	41,6	42,1	37,2	33,2	40,5
C18:2	4,0	3,6	5,9	5,0	5,3	4,4
C18:3	1,1	1,4	1,0	1,6	1,0	1,1

Le gras de la viande au niveau intramusculaire, intermusculaire ou sous cutané se présente sous forme d'ester glycérol (cholestérol), phospholipide, et d'ester d'AG (Moloney, 2001). Bien que les tissus adipeux contiennent plus de 98% de TG, les phospholipides constituent la majeure partie des lipides intramusculaires (Fig18). Les AGPI inclus dans les phospholipides des membranes représentent 45 à 55%. (Tab6).

Tableau 6 : Distribution des AGPI dans les PL et TG, et PL / TG dans le gras intramusculaire total d'un muscle *longissimus* du bœuf (Smet *et al.*, 2004).

Viande	% AGPI dans PL	%AGPI dans TG	Rapport PL/TG
Ruminant	29,2- 31,0	1,30 – 2,0	0,13 – 0,28
	38,7 - 39,7	4,4 -5,9	0,37 – 0,55
	25,3 - 37,6	1,39 – 2,39	0,11 – 0,13
	37,3	2,4	0,10
	40,1 - 48,8	4,55 – 6,7	0,65 – 0,98
	28,2 - 30,4	0,95 – 1,40	0,13 – 0,16
	21,5 -23,3	1,49 – 1,67	0,22 – 0,31
	32,6	3,07	0,39

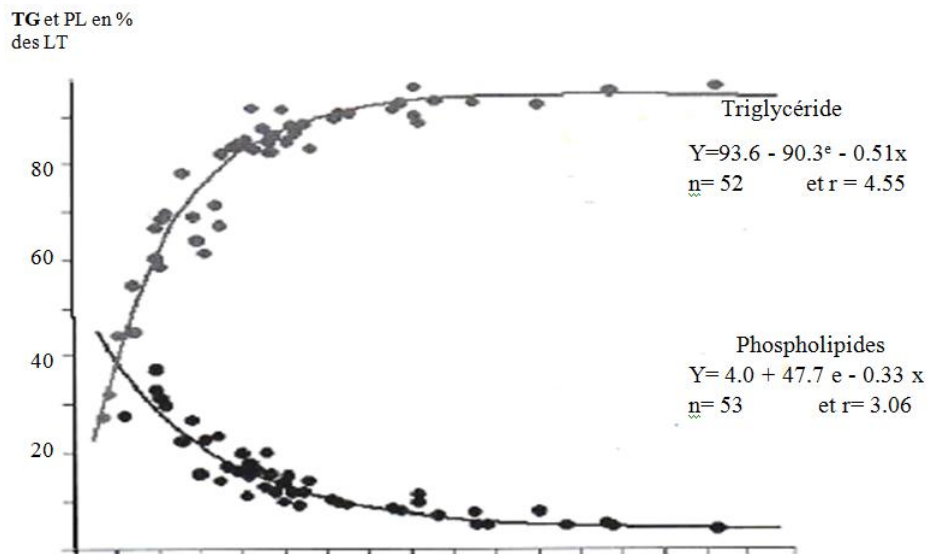


Figure 18 : Relation entre les proportions des TG et des PL et la teneur en lipides intramusculaire d'après Morris *et al.*, (1995).

Malgré le fait que les lipides alimentaires soient hydrolysés et leurs AG fortement hydrogénés par les micro-organismes du rumen (bio hydrogénation), la nature et la quantité des lipides ingérés peuvent modifier la composition des AG déposés dans la réserve adipeuse et dans le tissu intramusculaire des ruminants en croissance (Démeyer et Doreau, 1999). Ainsi dans la viande, les proportions des AG varient selon les aliments consommés (Tab7).

Tableau 7 : Effet des principales matières grasses de la ration sur la composition des AG des dépôts et des muscles des animaux d'après Bas *et al.*, (2005).

	Témoins	Colza	Maïs	Tournesol	Coton	MG protégés »1	
n	41-52	33	24,3	10	4-6	2-6	
Tissu musculaire	C14:0	3,4	3,1	3,4	2,8	4,5	2
	C16:0	22,2	20	21	2,5	25,6	14,4
	C18:0	22,7	20,9	20,3	16,6	28,4	23
	C18:1	38,1	38,2	41,8	44	33,6	33,9
	C18:2	4	3,3	6,6	5,2	3,6	23
	C18:3	1,3	0,7	1,2	0,5	1	2,2
	n	18	11	2	ND	ND	5
Tissu adipeux	C14:0	2,2	2,3	3,7	ND	ND	1,6
	C16:0	23,6	22,5	23,3	ND	ND	18,4
	C18:0	17,2	18	14,5	ND	ND	18,4
	C18:1	41,3	40,8	41,7	ND	ND	38
	C18:2	5,6	5,4	8,7	ND	ND	18,7
	C18:3	0,9	0,7	0,6	ND	ND	1,8

L'herbe favorise le dépôt des AG de la série n-3. Les lipides intramusculaires de ces animaux sont enrichis non seulement en acide alpha - linoléique (C18:3 n-3), mais aussi en AGPI à longue chaîne (EPA, DHA) issus du métabolisme endogène de l'acide alpha linoléique (Loor *et al.*, 2004; Ganthier, 2004). Il est possible donc d'augmenter la part des AGPI en adjuvant certaines huiles dans la ration (Geay, 2002). Néanmoins, les autorités médicales à travers le monde recommandent une quantité d'énergie ramenée par le gras ne dépassant pas 30 à 35%, sans que l'énergie ramenée par les AGS n'excède 10% de l'énergie totale et que l'énergie ramenée par les AGMI soit les AGPI est approximative à 16% et 7% respectivement. En outre, une augmentation des AGPI n-3 avec un rapport n-6/n-3 < 4 est fortement recommandée (USA département of agriculture 2000; Gibney, 1993 ; Département of health, 1994). Ces recommandations contribuent à modifier la concentration du gras dans la viande rouge si bien que le profil d'AG, conformément aux apports nutritionnels recommandés (ANR), compatibles avec la santé des consommateurs (British Nutrition Foundation, 1999).

Les AGI présents dans les TG de la viande rouge et la viande des volailles contiennent de fortes teneurs en acide oléique C18:1 et acide linoléique C18:2 n-6, tandis que les phospholipides contiennent relativement des proportions élevées en acide linoléique C18:3 n-3 et arachidonique C20 :4 n-3 (Fig19).

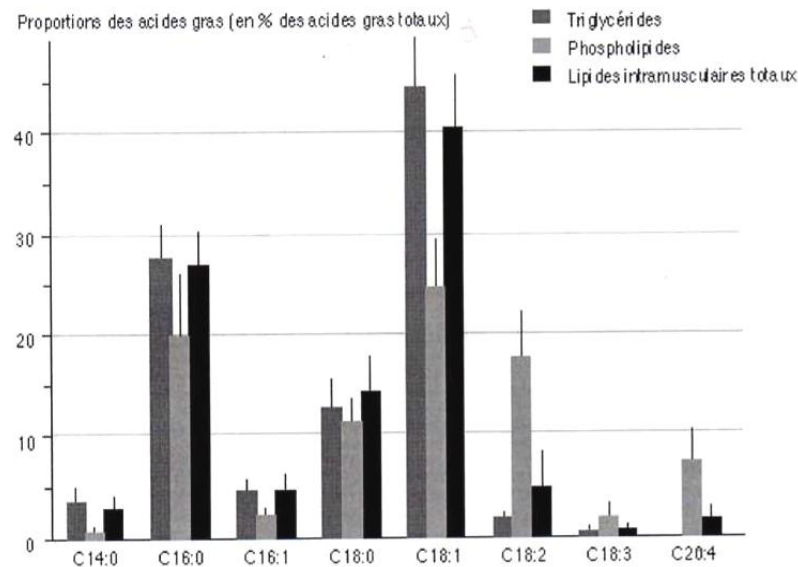


Figure 19: Proportions moyennes des AG dans les TG, PL et les lipides intramusculaires totaux du muscle chez ruminants recevant une alimentation non supplémentée en matières grasses (Nurnberg *et al.*, 1999).

Il existe une différence dans la composition des acides gras entre les PL et les TG chez les espèces. L'état d'engraissement a un effet très net sur la composition en AG ; la teneur en AGS et AGMI croît plus rapidement que celle en AGPI lorsque l'état d'engraissement augmente. Il en résulte une diminution de la proportion d'AGPI (Fig20) et par conséquent un rapport AGPI / AGS (P/S) amoindri (Smet, 2004 ; Nurnberg *et al.*, 1996 ; Nurnberg, 2002).

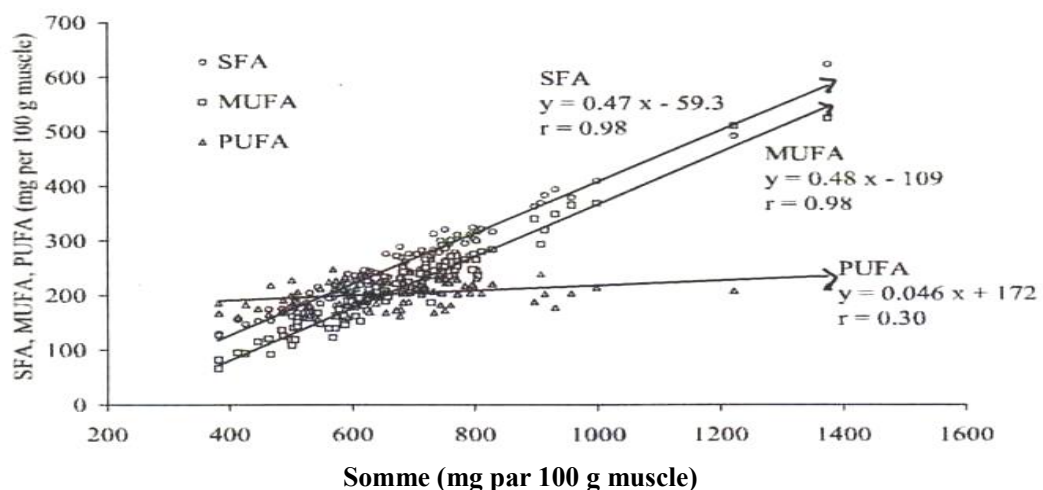


Figure 20: Relation entre AGS, AGMI et AGPI contenus dans le tissu adipeux intramusculaire dans la somme (mg par 100 gr de muscle) (Raes *et al.*, 2003).

Cette baisse du rapport P/S associée à une augmentation du taux de gras intramusculaire peut s'expliquer par la diminution du rapport PL/TG dans les lipides totaux, et la composition différente des AG de ces deux fractions (TG, PL). Une augmentation nette du rapport P/S pourra être observée lorsque les teneurs en gras intramusculaire sont faibles. La diminution de la teneur en lipides de la viande est plus efficace pour augmenter le rapport P/S que l'intervention des paramètres nutritionnels (Jakobsen, 1999) (Fig21).

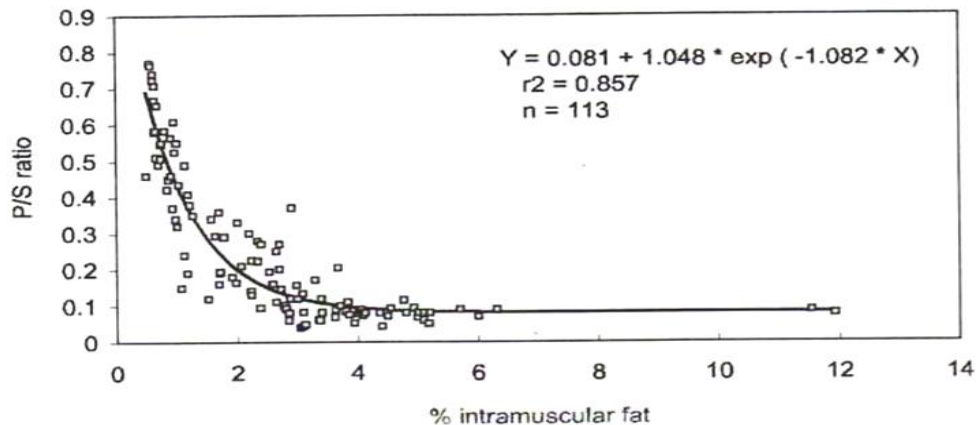


Figure 21: La relation entre le rapport P/S et le niveau du tissu adipeux intramusculaire chez le bœuf (Smet, 2004).

Le taux du gras intramusculaire peut aussi influencer le n6/ n3 en raison des différences entre les PL et TG. Cet effet est moins important que l'effet nutritionnel. Cependant, en introduisant un facteur correctif correspondant au dépôt de gras, des différences entre génotypes persistent pour le rapport AGMI/AGS et pour le métabolisme des AGPILC (C20, C22).

Une alimentation riche en herbe augmente la quantité de C18:3 et leurs homologues de longue chaîne (Maene *et al.*, 2002), avec des proportions multipliées par 2,4 pour C18:3, 3,5 pour C20:5 et par 1,8 pour C22:5 (Nurnberg *et al.*, 1998). A l'inverse, les régimes à base de céréales provoquent une élévation des teneurs en AGPI n-6 avec en tête de file le C18 :2 n-6 (Enser, 1998) (Fig22).

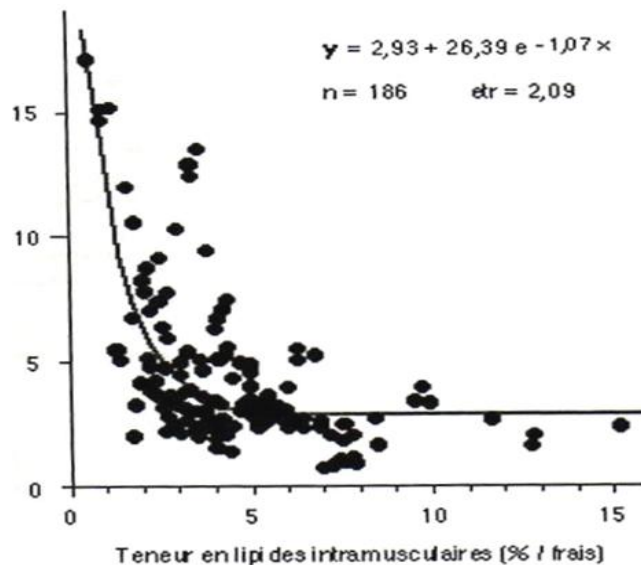


Figure 22: La relation entre la proportion de C₁₈:2 et la teneur en lipides intramusculaires chez le bovin d'après (Morris, 1995).

Les lipides neutres du muscle incorporent essentiellement les AGPI n6 et n3. Les PL sont moins sélectifs et captent les AGPI n6, n3 et leurs homologues C22:3, C20:4, C22:5 (Larick et Turner, 1989). De même, les graines oléagineuses riches en AGPI modifient différemment la composition en AG du muscle et du tissu adipeux. Ainsi, un régime à base de céréale enrichi par des graines de colza (24% MS) réduit la teneur en C16 au profit de C18 avec beaucoup de C18:1 et C18:2 n-6 au niveau du muscle par rapport au tissu adipeux (Flachowsky *et al.*, 1994).

Concernant l'isomère cis 9 trans 11 (CLA), son taux semble positivement corrélé avec le gras total. Les CLA augmentent significativement avec les régimes à base d'herbe très riche en C18:3 et ayant un effet d'élévation de l'acide vaccinique, produit intermédiaire dans la biosynthèse des CLA par la voie des Δ^9 -désaturase (Maene, 2002)(Fig23).

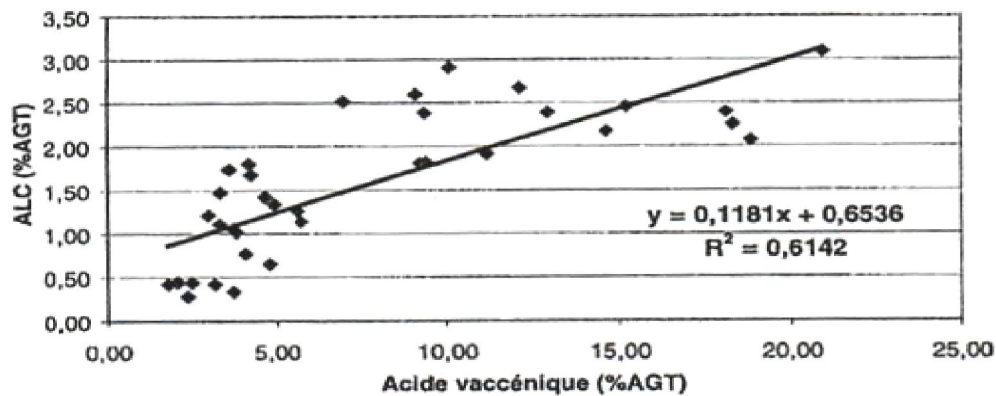


Figure 23 : Relation entre les teneurs en acide vaccénique (%AGT) et en ALC (%AGT) des TG de la viande (Maene, 2002).

Par ailleurs, les CLA augmentent fortement avec les rations supplémentées en graines oléagineuses riches en C18 :2 n-6 et C18 :3 n-3 (Lawless *et al.*, 1996-1999). L'agneau présente une teneur élevée en CLA (Maene *et al.*, 2002). Le rapport AGPI/AGS de la viande d'agneau est de 0,10 inférieure à la valeur recommandée par les nutritionnistes (0,45) (Wood *et al.*, 1997).

3-3/ Variation de la qualité sensorielle :

Nombreux, sont les facteurs qui influencent directement la qualité (race, âge et sexe) ou indirectement liés au (régime, climat, système d'élevage et abattage). Toutefois, l'alimentation est souvent le facteur pouvant grandement influencer la qualité (Muir, 1998). Des différences de couleur et de flaveur ont été observées pour la viande d'agneau provenant d'animaux alimentés différemment. Aussi des flaveurs particulières ont été observées chez le mouton nourri par un régime spécifique à base d'herbe. Elles seraient majoritairement déterminées par l'association des AG ramifiés et de scatole (3 méthyle indole), et dans une moindre mesure par les produits d'oxydation de l'acide linoléique (C18:3) (Priolo *et al.*, 2001). Les produits dérivés de l'oxydation des lipides réagissent avec les réactions de MAILLAIRD; ainsi, les pyridines et les pyrazines formés renforcent la flaveur de la viande. Les AG ramifiés (BCFA) dérivent des propionates ruminales,

principale source de néoglycogénèse hépatique (Kennedy, 1994). Ils sont en étroite corrélation avec le 3-méthylindole (scatole) (Young, 1997), produit de dégradation du tryptophane.

L'activité métabolique, modifie la quantité et la nature des nutriments mis à la disposition du muscle, affectant ainsi sa croissance et ses caractéristiques biochimiques (fibre, collagène, lipide)(Geay, 2002) ou métaboliques (accrétion protéique, teneur en glycogène et en lipide)(Hocquette, 2005). Ainsi, les effets combinés conditionnent la qualité sensorielle de la viande.

A l'air libre, la myoglobine s'oxyde en metmyoglobine (MMB) de couleur brune sous l'action des radicaux libres (OH^-) qui sont capables de dégrader la couleur et provoquer l'oxydation des lipides. Il existe une corrélation positive très nette entre MMB et les hydroperoxydes d'AG (Monahan *et al.*, 1990). Lynch *et al.*, (2000) trouvent que la protection des phospholipides et du cholestérol des membranes par les antioxydants (vitamine E), stabilise l'oxymyoglobine et retarde la décoloration. Une dose de 5 à 10 mg /kg d'aliments de vitamine E et 0,1 mg/kg d'aliments de sélénium, ont une action préventive et significative contre l'oxydation (McDowell *et al.*, 1996). Un niveau alimentaire réduit en apport est à l'origine d'une couleur sombre, conséquence d'une augmentation des fibres oxydatives; contrairement à un niveau alimentaire riche en apports en finition déterminant une couleur rouge vive recherchée par le consommateur (McCaughey *et al.*, 1996). Cette conséquence est due vraisemblablement à une amélioration de la conduite d'élevage aboutissant à un pH de 5,6 après 24 heures postmortem (Farouk *et al.*, 2000; Wong *et al.*, 1999). Enfin, la teneur du glycogène et sa vitesse de dégradation conditionnent la couleur de la viande (Immomen *et al.*, 2000), d'où la forte corrélation entre le pH musculaire ultime et la couleur de la viande (Young, 1997).

Il a été observé que la réserve en glycogène et l'activité des systèmes protéolytiques influencent la tendreté. La solubilité des fibres du collagène varie surtout en fonction de l'âge. En effet, la viande d'un animal âgé est considérée dure par sa richesse en collagène insoluble. Les myofibrilles constituent un second

paramètre de la tendreté par la capacité de rétention d'eau de la molécule d'actine et la molécule de myosine d'une part (Goll *et al.*, 1995) et les conditions nutritionnelles qui modifient le type des fibres musculaires (FO, FG, FOG) et la teneur en collagène en d'autre part.

Un niveau alimentaire bas, augmente la quantité du collagène et diminue sa solubilité du fait de la réduction des protéines myofibrillaires d'un coté, et la diminution du gras intramusculaire d'autre coté (Dransfield, 1994). Cet accroissement du catabolisme estimé par une fragmentation myofibrillaire importante est dû à une élévation du rapport calpaine/calpastatine, favorisé par un pH élevé. Certains auteurs pensent que le gras intramusculaire est favorable pour la tendreté quand sa teneur dépasse 6% (Nishimura *et al.*, 1999). On note que l'augmentation des apports énergétiques en phase de finition améliore la tendreté. Pethick (1996) pense qu'il est préférable d'accroître le glycogène par élévation du niveau alimentaire en finition chez l'agneau pour le même objectif.

Les variations de la composition d'un régime modifient la digestion et influencent en conséquence la tendreté (Yong-Soo, 1995). Mandell *et al.*, (1998) n'ont pas observé de différences de notes de la tendreté d'une viande issue d'animaux alimentés différemment à base de fourrage vert et céréales. Toutefois, Listrat (1999) a constaté une teneur importante de collagène soluble dans le muscle d'animaux recevant un ensilage à base d'herbe, en comparaison avec des animaux nourris à base de foin. Une confusion est signalée par de nombreux chercheurs entre le niveau alimentaire et la nature du régime alimentaire (Hocquette *et al.*, 1998).

La flaveur est la sensation mixte du goût et de l'odorat, perçue respectivement par les papilles gustatives et les récepteurs du l'épithélium nasal (Farmer, 1994). Elle dépend de différentes proportions d'AG, qui conditionnent les composés volatils dégagés pendant la cuisson (Elmore, 2000).

Les conditions de la cuisson telles que le mode (modérée ou à cœur), la durée (courte ou prolongée) et la température (57°C à 150°C) influencent fortement l'intensité de la flaveur. Les composés aromatiques de faibles poids moléculaires et

de poids moléculaires élevés (solubles dans l'eau) sont responsables respectivement de l'odorat et du goût. Les réactions de MAILLARD entre acides aminés et sucres réducteurs, et la dégradation des lipides génèrent ces composés aromatiques à partir des précurseurs liposolubles et hydrosolubles (Mottram, 1998). Les hétérocycles azotés (pyrazine, péridine) et soufrés (thiazoles, thiophène et sulfides) produisent une saveur typique de la viande, par combinaison de la cystéine, la thiamine et le ribose qui jouent un rôle important sous l'action de la chaleur. La dégradation des lipides, triglycérides et phospholipides produit des composés aliphatiques responsables d'arôme spécifique à chaque espèce (Tab8).

Tableau 8: Concentration relative des composés volatiles acycliques et hétérocyclique issus de la réaction cystéine / ribose en absence ou en présence de TG et PL du bœuf (Shahidi *et al.*, 2002).

Compound	No lipid	BTAG	BPL
3-Thiophenethiol,2 CH ₃	1	0,08	0,01
Pyridine, 2-pentyl	0	0,09	1
Thiophene, 2-pentyl	0	0,00	1
Thiophene, 2-héxyl	0	0,15	1
2-H-Thiapyran, 2-pentyl	0	0,10	1

En outre, les AGPI principalement l'acide alpha linoléique (C18:3n-3) et ses dérivés AGPLC (EPA, DHA respectivement C20:5 n-3, C22:6 n-3), limités dans la fraction phospholipidique, agissent sur la saveur pendant la cuisson (Elmore *et al.*, 1999; Enser 1998). Ainsi, il existe une corrélation positive entre l'intensité de la saveur et les AGPI n-3 (Fig24).

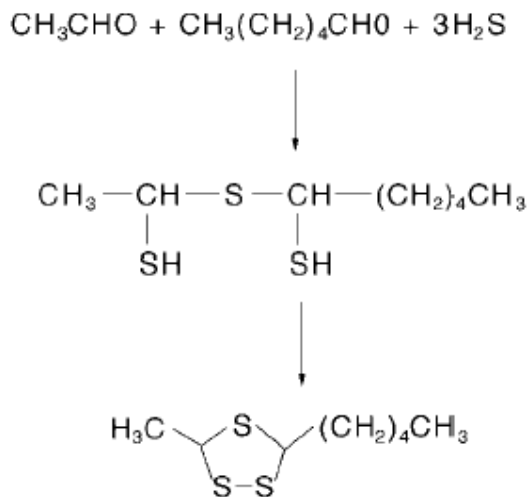


Figure 24: Rôle de l'héxanal dans la production de l'acide linoléique par oxydation et du composant hétérocyclique de trisulfide.

Reineccius (1994) affirme que certains lipides riches en AGPI sont relativement instables dans la viande crue, et leur oxydation à basse température génère des saveurs désagréables, du fait qu'ils présentent une à deux doubles liaisons supplémentaires, à ce titre, ils seraient plus sujets à l'oxydation et à la photo-oxydation, qui conduisent, à travers des processus dynamiques complexes, à toute une série de produits intermédiaires et finaux. L'équilibre entre les AGPI n-6 et AGPI n3 dans les phospholipides, est déterminant pour la saveur (Farmer, 1994) (Tab9).

Tableau 9: Composés d'oxydation des acides linoléiques et linoléiques (Aruoma *et al.*, 1997).

	Autoxydation	Photo-oxydation
Linoléate	Héxanal; pentane; 2,4-décadienal	2-héptenal; héxanal
Linoléate	2,4 Heptadiéna; éthane	Propanal; 2-buténal

Initialement, les peroxydes se développent, les diènes conjuguées se forment, une absorption d'O₂ s'ensuit avec une décomposition conduisant à l'apparition de groupements carbonyles et produits de peroxydations lipidiques volatiles (aldéhydes, cétones, alcools) ou réactifs (dérivés époxydes). Ces phénomènes sont influencés par la teneur en métaux (Fe⁺⁺, Cu⁺⁺) (Farmer, 1994). Rousset-Akrim (1997) et Young (1997) affirment que la flaveur chez l'agneau est en étroite corrélation avec les AG ramifiés (C7, C10) et les scatoles (3-méthyles indole).

Le rancissement oxydatif est une conséquence de l'oxydation du cholestérol combiné aux AGPI (Raskin *et al.*, 1997). Les glycérophospholipides contenant des oméga 3, suite à une action oxydante des glycérophosphatidylcholines peuvent générer des molécules apparentées au PAF médiateur de l'agrégation plaquettaire et de certaines réactions inflammatoires (Tokumura *et al.*, 2000). Ces glycérophospholipides oxydés pourraient être un principe actif à l'origine du pouvoir proathérogène des LDL oxydés (McLean *et al.*, 1993). La lipolyse des PL et TG, libère des acides gras sensibles à l'oxydation donnant naissance à des radicaux libres (Alcane, Cétone, Aldéhyde) responsables de la flaveur désagréable (Tab10).

Tableau 10: Modification des caractéristiques musculaires dues aux facteurs d'élevage et les conséquences escomptées sur la qualité sensorielle de la viande, Hocquette *et al.*, (2005).

	Teneurs en lipides intramusculaires	Fibres			Collagène		Conséquences attendues	
		Taille	Type	Métabolisme	Teneur	Solubilité	Favorable	Défavorable
Âge (après la puberté)	++	++	+ de I	+ oxydatif	=	-	Flaveur Flaveur, tendreté	Tendreté
Hypertrophie musculaire	-	++	+ de IIX	+ glycolytique	- ou =	= ou +	Tendreté	Flaveur
Niveau alimentaire	++	+	+ de IIX	+ glycolytique	+	++	Tendreté, Flaveur	
Conduite au pâturage	- ou =	=	- de IIX	+ oxydatif	=	= ou +	Flaveur	

L'oxydation des phospholipides libère des AGPILC (Gandemer, 1998). Le Fe^{++} , le Cu^{++} et le metmyoglobine sont des facteurs promoteurs de l'oxydation lipidique (Farmer, 1994). La supplémentation en vitamine E réduit l'oxydation des lipides (Gray *et al.*, 1992).

L'augmentation des teneurs des lipides intramusculaires avec l'âge est une conséquence d'un niveau alimentaire favorable, suite à un métabolisme plus oxydatif favorisant le dépôt d'arôme et améliorant ainsi la flaveur de la viande (Hocquette *et al.*, 2005). En fin, Winger et Hagiyard (1994) rapportent que la jutosité est la sensation de libération des fluides au cours de la mastication, probablement sous l'effet des lipides sur la sécrétion salivaire.

PARTIE
EXPERIMENTALE

CHAPITRE 1

Zone d'étude, Régimes et Animaux

Chapitre 1 : Zone d'étude, Régimes et Animaux

1-1/ Objectif :

Plusieurs acteurs se sont penchés sur le dossier viande rouge ovine sur son aspect quantitatif. La production de viandes rouges est assurée par l'abattage d'animaux de différentes espèces: ovine, bovine, caprine, cameline et même chevaline. Toutefois, les deux premières fournissent l'essentiel (85%) de la production avec une prédominance des viandes ovines (58% du total) (Chehat et Bir, 2008).

Des carences importantes ont caractérisé les aspects de la qualité des viandes ovines algériennes. Les productions qui occupaient jadis une place sur le marché international, et qui sont connues par leur potentiel indéniable et leurs références n'ont fait l'objet d'aucune stratégie précise dans le but de leur valorisation et leur labellisation.

Le bénéfice que tirent nos voisins et le manque à gagner que subit notre économie par défaut de certification et de normalisation, nous pousse à mettre en relief les performances de ce produit terroir à savoir la qualité intrinsèque génératrice de richesse. La qualité d'un produit alimentaire est généralement caractérisée par quatre composantes, souvent appelées «4 S» dont principalement sa qualité nutritionnelle et sa qualité sensorielle (Lebret, 2004).

1-2/ Zones d'étude :

1-2-1/ Introduction

Suivant la localisation géographique, les grandes zones d'exploitation du cheptel ovin sont : les régions telliennes, la steppe et les régions sahariennes (Nedjraoui, 2001). Les systèmes pastoraux méditerranéens sont un terrain de prédilection pour la biodiversité. Ils sont très divers par leurs produits, de l'agneau léger au broutard.

Les systèmes méditerranéens mettent en valeur des territoires dont des surfaces importantes ne sont pas mécanisées ; une part de la production fourragère n'est pas récoltée pour constituer des stocks ; elle est exclusivement pâturée. Ces

exploitations ont a priori un caractère naturel parce que le milieu est peu artificialisé. Elles s'inscrivent dans les différents couverts végétaux et sont en conséquence synonymes de biodiversité (Fig25). En effet, pour l'élevage pastoral, cette biodiversité correspond d'une part à la diversité floristique de chaque unité de pâturage et, d'autre part, à la diversité des couverts végétaux du territoire d'exploitation. La biodiversité des surfaces pastorales lue à partir de la structure de végétation (herbe, broussailles, arbres) et de la composition floristique est un atout considérable (Agreil *et al.*, 2002).

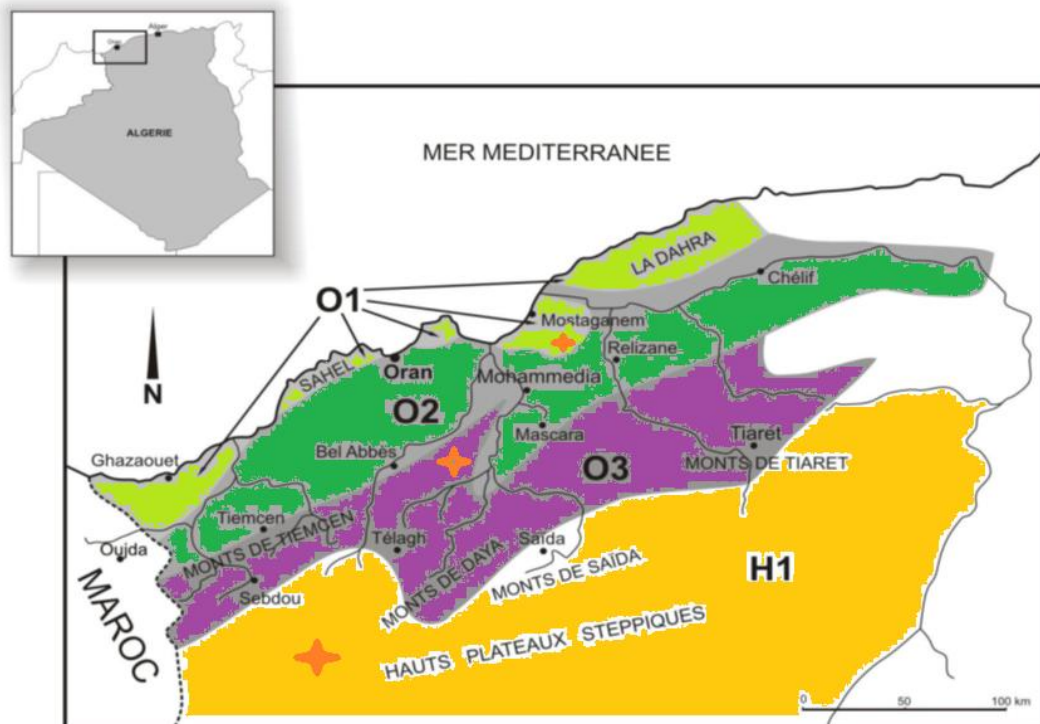


Figure 25 : Situation géographique O1, Sahels littoraux; O2, Plaines littorales; O3, Atlas tellien; H1, Hauts-Plateaux.

La région concernée par le présent travail correspond au Tell occidental algérien, qui n'est qu'une partie de l'Atlas Tellien, un gros bourrelet montagneux orienté Ouest-Sud-Ouest-Est-Nord-Est, tendu parallèlement à la côte méditerranéenne maghrébine (Fig25). Il s'étend entre 2° Ouest et 0°30' de longitude Est. En latitude, il s'étend de 34° 35' jusqu'à près de 36° Nord. Atteignant la Méditerranée par le Nord, il est limité au Sud par les Hauts Plateaux

steppiques, s'étend d'Est en Ouest, de l'embouchure du Chélif jusqu'aux frontières algéro-marocaines. Le tout couvre une importante bande territoriale d'une superficie de plus de 30 000 km² (Kazi Tani *et al.*, 2010).

Les trois différents sites favorisés pour réaliser notre expérimentation sont respectivement Borgia (zone humide H) dans la wilaya de Mostaganem, Oued Sefyounne à mi-chemin entre la wilaya de Sidi bel abbés et la wilaya de Saida (zone semi aride SA) et Herchaia dans la wilaya de Naama (zone aride A)(Tab11).

Tableau 11 : Caractéristiques des régions agricoles d'Oranie.

Localisation	Étage bioclimatique	Latitude	Longitude	Pluviométrie	Température
Borgia	Humide	35° 50N	0° 5'.3'' E	215 -450 mm	8° - 28°
Oued Sefyounne	Semi-Aride	35° 11'38''N	0° 38'29'' O	190-340 mm	2° - 35°
Herchaia	Aride	33° 19' 8'' N	0°5'8'' O	102-198 mm	-2° - 41°

Source : MADR

Le régime saisonnier des précipitations dominant dans la région est du type H.P.A.E ou bien P.H.A.E selon que les pluies sont plus importantes en hiver ou au printemps. Partout la ligne isohyète des 400-600 mm se rapproche dangereusement de celle des 300-400 mm. Les lignes théoriques moyennes s'infléchissent dramatiquement dans les années de sécheresse vers le Nord (Kazi Tani *et al.*, 2010). D'une manière générale, la région est classée dans l'étage bioclimatique semi-aride à hiver tempéré.

1-2-2/ Importance du couvert végétal:

Quoique sur les 237 806 000 hectares, seulement 3,3% sont à vocation agricole, l'Algérie se distingue par une variation éco-géographique très remarquée. Le désert occupe les 4/5 du pays et le 1/5 restant est largement occupé par les étages bioclimatiques arides et semi-aride. Les étages subhumide et humide couvrent des surfaces relativement plus restreintes.

Cette variation des milieux s'accompagne d'une importante diversité de la faune et de la flore. Selon MA (1992), l'Algérie renferme 3300 espèces vasculaires

spontanées dont 168 sont endémiques. Elle se classe en deuxième position après le Maroc et elle est suivie par la Tunisie. A eux trois, ces pays se partagent un héritage de plus 6151 espèces vasculaires spontanées dont 710 sont endémiques au Maghreb (Tab12).

Tableau 12 : La flore des zones steppiques et humides.

Aride et Semi-aride		
<i>Acluropus littoralis</i>	<i>Hypecoum pendulum</i>	<i>Scabiosa stellato</i>
<i>Adonis dentata</i>	<i>Juniperus oxycedrus</i>	<i>Schismus barbatus</i>
<i>Airistida pungens</i>	<i>Juniperus phoenicea</i>	<i>Scorzonera laciniata</i>
<i>Alyssum linifolium</i>	<i>Herniaria fontanesii</i>	<i>Scorzonera undulata</i>
<i>Alyssum parviflorum</i>	<i>Helianthemum ledifolium</i>	<i>Sedum rubens</i>
<i>Alyssum scutigerum</i>	<i>Helianthemum virgatum</i>	<i>Shismus barbatus</i>
<i>Artemisia herba alba</i>	<i>Feruma comminis</i>	<i>Sisymbrium runcinatum</i>
<i>Arthrophytum Scoparium</i>	<i>Ficaria verna</i>	<i>Stipa parviflora</i>
<i>Astragalus pentaglottis</i>	<i>Frankenia corymboza</i>	<i>Stipa tenacissima</i>
<i>Astragalus tenuifolius</i>	<i>Genista tricuspidata</i>	<i>Suaeda fruticosa</i>
<i>Atractylis humilis</i>	<i>Globularia alypum</i>	<i>Suaeda mollis</i>
<i>Atractylis serratuloides</i>	<i>Halocnemum</i>	<i>Sysimbrium irio</i>
<i>Atriplex dimorphostegia</i>	<i>Koeleria phleoides</i>	<i>Tamarix aphylla</i>
<i>Atriplex glauca</i>	<i>Lygeum spartum</i>	<i>Teucrium polium</i>
<i>Atriplex halimus</i>	<i>Malva aegyptiaca</i>	<i>Thapsia garganica</i>
<i>Avena sterilis</i>	<i>Malva sylvestris</i>	<i>Thymelaea hirsute</i>
<i>Bassia muricata</i>	<i>Marrubium vulgare</i>	<i>Thymelaea microphylla</i>
<i>Bellis annua</i>	<i>Mathiola longipetala</i>	<i>Thymus ciliates</i>
<i>Brachypodium distachyum</i>	<i>Medicago minima</i>	<i>Trigonella polycerata</i>
<i>Brassica nigra</i>	<i>Medicago truncatula</i>	<i>Vicia faba</i>
<i>Bromus rubens</i>	<i>Micropus bombycinus</i>	<i>Ziziphus lotus</i>
<i>Chrysanthemum coranarium</i>	<i>Myricaria prostrate</i>	
<i>Ctenopsis pectinella</i>	<i>Noaea mucronata</i>	
<i>Cupressus arizonae</i>	<i>Noaea mucronata</i>	
<i>Cynodon dactylon</i>	<i>Paronychia argentea</i>	
<i>Echinaria capitata</i>	<i>Peganum harmala</i>	
<i>Echium pycnanthum</i>	<i>Phalaris bulbosa</i>	
<i>Erodium moschatum</i>	<i>Pimus halepensis</i>	
<i>Eruca vesicaria</i>	<i>Pistacia atlantica</i>	
<i>Erucaria uncata</i>	<i>Plantago albicans</i>	
<i>Euphorbia exigua</i>	<i>Plantago ovata</i>	
<i>Euphorbia falcata</i>	<i>Poa bulbosa</i>	
<i>Evax argentea</i>	<i>Quercus ilex</i>	
<i>strobolaceum</i>	<i>Retama retam</i>	
<i>Helianthemum apertum</i>	<i>Salsola sieberi</i>	
<i>Helianthemum hirtum</i>	<i>Salsola tétragona</i>	
<i>Hordeum murinum</i>	<i>Salsola vermiculata</i>	
	<i>Salsola zygrophylla</i>	
	<i>Salvia verbenaca</i>	

L'essentiel des ressources phytogénétiques se rencontre sur la frange nord où les conditions pédoclimatiques sont plus favorables, mais il n'en demeure pas

moins que le sud recèle des trésors dans ce domaine comme la variabilité du palmier dattier, de l'arganier et des blés sahariens pour ne citer que ceux là (Laumont et Erroux, 1961). Cette région comme celles du nord du pays, ont contribué à l'enrichissement des banques mondiales de germoplasme par de nombreux spécimens, notamment par les céréales, les espèces fourragères et pastorales et les légumineuses alimentaires (Witcombe, 1984 ; Annichiarico et Perenzin, 1994).

Ce matériel végétal acquis suite à de nombreuses collectes organisées notamment par des organismes internationaux, s'est révélé intéressant pour plusieurs caractéristiques comme la tolérance à la salinité, à la sécheresse, aux hautes températures et au gel, la qualité technologique, la résistance aux maladies et l'adaptation aux milieux (Cubero, 1984 ; Monneveux *et al.*, 1989 ; Benghalid *et al.*, 1990 ; Pecetti *et al.*, 1992 ; Ali Dib *et al.*, 1992).

La valeur pastorale des pâturages est en général variable en fonction de la nature de la végétation développée et du degré de recouvrement du sol par les espèces végétales, de ce fait, les pâturages sont classés par rapport à leur valeur alimentaire en : pâture de bonne valeur pastorale, de moyenne valeur et de faible valeur pastorale.

Les fourrages naturels fournissent 5498×10^6 d'UFL. Les prairies naturelles localisées dans les étages bioclimatiques humides et subhumides fournissent 73×10^6 d'UFL. Les pacages et parcours se trouvant surtout en milieux arides et semi-arides fournissent 3981×10^6 d'UFL (72,4% de l'offre totale).

Il y'a lieu de signaler que ces écosystèmes sont constamment menacés respectivement par l'érosion génétique du matériel végétal local, qui a atteint un niveau de dépréciation considérable suite à l'introduction de nouvelles variétés et le degré de sécheresse et de surpâturage, qui sont les causes principales du départ du couvert végétal et la désertification (Abdelgarfi, 2003).

1-2-3/ Processus pédogénétique :

Les sols les mieux pourvus en matière organique se situent entre les isohyètes 400 et 600 mm. En dehors de cet intervalle pluviométrique, il y a une diminution progressive du taux d'accumulation de la matière organique. Cette réduction est distinctivement plus marquée dans les zones pluvieuses (précipitations > 600 mm) que dans les zones plus sèches (précipitations < 400 mm). Ce phénomène peut être dû à la qualité et à la quantité de la végétation, mais aussi à la présence des roches calcaires qui sont favorables à la conservation de la matière organique dans le sol. L'étude de la dynamique des accumulations calcaires des sols du Tell oranais (AIMÉ, 1991) a montré le rôle évident du climat et de la végétation. «Une augmentation sensible et durable des précipitations accentue la profondeur d'humectation, donc de décarbonatation, elle accentue la vigueur racinaire donc les conditions de l'altération à la base du profil ce qui provoque la destruction superficielle de l'encroûtement. Inversement, tout affaiblissement pluviométrique de durée conséquente, relayé ou accentué par la pression anthropique, va déstabiliser et affaiblir la couverture végétale, rendant le système racinaire de plus en plus superficiel et enclencher une dynamique de recarbonatation» (AIMÉ, 1991). Les forts taux de calcaires se localisent particulièrement dans les régions steppiques et les Hauts Plateaux (Kazi Tani *et al.*, 2010).

Quant à la variation des taux d'argile, elle départage les sols du Nord de l'Algérie en deux grands domaines d'altération. Dans le premier, qui occupe les zones sèches (précipitations < 300 mm), l'altération est faible et les sols sont peu pourvus en argile (moins de 30%). Dans le second, qui occupe la frange plus pluvieuse de l'Algérie (précipitations > 300 mm) s'étendant du bord de la Méditerranée jusqu'aux zones steppiques, l'altération est plus forte et le taux d'argile est plus important (plus de 30%)(Djili, 2001).

1-3/ Régimes :

1-3-1/ Introduction :

Les ruminants qui transforment des biomasses végétales peu concurrentes des aliments consommés par les hommes et occupent des espaces singuliers, peuvent contribuer à l'offre en produits animaux. Les ressources végétales potentiellement utilisables par les ruminants couvrent une gamme très large allant de la végétation naturelle herbacée et arbustive, aux coproduits de la production végétale et de l'agro-industrie, en passant par les pâturages artificiels (Morand-Fehr, 2005; Ben Salem *et al.*, 2008). La production de petits ruminants reste une bonne alternative vers une production économique et écologique, notamment du fait de leur mode de production généralement traditionnel (Mourad *et al.*, 2001; Boyazoglu *et al.*, 2005).

L'essentiel des fourrages naturels est constitué par les pacages et parcours avec 29 millions d'hectares, soit 88% la superficie totale des terres occupées par la production fourragère (33 millions d'hectares)(Tab13). L'alimentation est basée surtout sur les pâtures naturelles à ressources spontanées lorsque la pluviométrie est suffisante pendant l'hiver. La poussée de la végétation arrive à son maximum aux mois d'avril et de mai, par conséquent, les troupeaux profitent au maximum de cette végétation jusqu'au mois de juillet, moment de la disparition de ces jeunes pousses.

Tableau 13 : Répartition des surfaces (10³ ha) consacrés aux fourrages (Houmani, 1999).

Etage bio-climatique	Fourrages				Total
	Cultivés	Pacage	Jachère	Prairie	
Humide	60,5	269,2	198,9	11,7	540,3
%	11,6	0,9	5,6	38,7	1,6
Subhumide	339,9	1310,9	1587,2	16,3	3254,4
%	65,0	4,5	44,8	53,9	9,8
Semi-aride	118,6	4540,5	1690,9	2,2	6352,2
%	22,7	15,6	47,7	7,4	19,1
Aride	3,7	23358,6	65,4	0,0	23127,7
%	7,0	79,0	1,8	0,0	69,5

Les ressources phylogénétiques locales à dominance de Fabacées et Poacées constituent souvent la base de la flore des pâturages, des prairies et des jachères. Malgré la diversité de ces ressources phylogénétiques et surtout de leurs adaptations aux contraintes locales (tant biotiques qu'abiotiques), ce patrimoine ne semble pas assez bien valorisé au niveau méditerranéen.

Les genres *Trifolium*, *Medicago*, *Vicia*, *Astragalus*, *Lathyrus*, *Ononis*, *Avena*, *Eragrostis*, *Hordeum*, *Dactylis*, *Phalaris*, *Lolium*, *Bromus*, *Stipa*...sont largement représentés. En Algérie, il y a 3 139 espèces (Quézel et Santa, 1962 ; Zeraïa, 1983) avec un endémisme assez important chez les Fabacées et les Poacées.

Par ailleurs, la distribution des espèces diffère fortement d'une région à une autre. En effet, les espèces d'*Ononis*, d'*Hippocrepis* et d'*Anthyllis* ont une distribution à dominance Ouest-Méditerranéenne (Tab14). D'autres genres ayant un grand nombre d'espèces, particulièrement *Trifolium*, *Vicia*, *Lathyrus* et *Medicago*, ont une large distribution dans toutes les régions (Hamilton *et al.*, 2001).

Tableau 14: Distribution des espèces fourragères en région ouest-méditerranéenne avec des sous-régions éco géographiques (Hamilton *et al.*, 2001).

Genre	Nb d'espèces	Sous région	
		1a (%)	1b (%)
Anthyllis	16	81	56
Astragalus	1	100	100
Coronilla	10	70	70
Dorycnium	5	60	80
Hedysarum	37	16	30
Hyppocrepis	28	61	54
Lathyrus	61	57	41
Lotus	58	41	60
Lupinus	6	50	50
Medicago	60	57	43
Melilotus	17	71	59
Onobrychis	91	15	10
Ononis	63	64	86
Ornithopus	6	83	100
Scorpiurus	2	100	100
Trifolium	117	60	43
Trigonella	44	7	11
Vicia	87	49	38

1a : France, Italie, Espagne, Portugal, Sardaigne ; 1b : Algérie, Tunisie, Maroc.

L'Algérie porte une grande richesse d'espèces spontanées fourragères et pastorales, appartenant aux genres *Medicago*, *Scorpiurus*, *Lolium*, *Trifolium* (*repens*, *hybridum*, *subterraneum*, *fragiferum*), *Bromus*, *Lotus*, *Hedysarum*, *Phalaris*, et *Dactylis* (Lapeyronie, 1978).

Les prairies, considérées pendant longtemps comme le réservoir fourrager naturel, portent une végétation se répartissant sur trois types de pelouses. La pelouse caractéristique des stations sèches sur sol à encroûtement calcaire qui porte une végétation constituée de *Plantago lagopus*, d'*Echium parviflorum* ou d'*Oryzopsis miliacea*. La pelouse caractéristique des zones humides à inondation passagère qui est constituée de *Festuca elatior* et d'*Oenanthe globulosa*. La pelouse sur marnes qui se caractérise par la présence d'*Hedysarum coronarium* et de *Convolvulus tricolor* (Lapeyronie, 1982).

Les espèces spontanées apparentées des espèces fourragères (graminées et légumineuses) généralement rencontrées, comprennent la luzerne (*Medicago sativa*), des *Medicago* annuelles, dulupin, du bersim, du trèfle, du trèfle blanc, du trèfle souterrain, du pois fourrager (*Lathyrus* sp), dusulla (*Hedysarum coronarium*), des vesces, des graminées (*Eragrostis*, *Festuca*, *Phalaris*) et diverses espèces comme l'*Astragalus*, le *Bituminaria*, le *Lotus*, et l'*Ononis*.

Dans les régions arides et semi-arides, la végétation a un caractère essentiellement steppique. Elle se caractérise par l'importance des espèces vivaces, ligneuses et des graminées (Le Houerou, 1995). Cette végétation est généralement subdivisée en formations végétales assez spécifiques comme les parcours à alfa (*Stipa tenacissima*) ou la steppe à sparte (*Lygeum spartum*) dominants dans les sols argileux. Les parcours ou steppes à armoise blanche (*Artemisia herba alba*) dans les sols à texture fine, les parcours à remt (*Arthrophytum scoparium*), la steppe à psamophytes constituées de graminées à *Aristida pungens* et *Thymellaea microphyla* ou encore des arbustes à *Retama raetam* et les steppes à halophytes dont les espèces végétales les plus répandues sont l'*Atriplex Halimus*, l'*Atriplex glauca*, *Suaeda fruticosa*, *Frankenia thymifolia*, *Salsola sieberi* et *Salsola vermiculata* (Aidoud, 1996; Le Houerou, 1995; Nedjraoui, 2000)(Tab15).

Tableau 15: Les espèces spontanées des zones aride et semi-aride.

Espèces	Espèces
<i>Agropyrum repens</i>	<i>M. truncatula</i>
<i>Dactylis glomerata</i>	<i>M. polymorpha</i>
<i>Festuca arundinacea</i> var. <i>Elatior</i>	<i>Oryzopsis</i> sp.
<i>H.carnosum</i>	<i>Pisum</i> sp. (Pois protéagineux)
<i>H.flexuosum</i>	<i>Sanguisorba minor</i> (Pimprenelle)
<i>Hedysarum coronarium</i>	<i>Scorpiurus vermiculatus</i>
<i>Lolium multiflorum</i> var. <i>italicum</i>	<i>Trifolium squarrosum</i>
<i>Lupinus</i> sp.	<i>T. subterraneum</i>
<i>Medicago aculeata</i>	<i>Vicia ervilia</i>
<i>M. tenutana</i>	<i>V. dasycarpa</i>

1-3-2/ l'herbe :

L'herbe est un aliment équilibré. Elle affiche des valeurs énergétiques et azotées relativement élevées quelque soit la saison et le type de la parcelle (Fig26 a,b). L'espèce ovine de part sa taille, son poids et sa capacité de prélevement est bien adaptée à l'herbe des pâturages en belle saison (Fig27) pour valoriser la biodiversité et maîtriser les coûts de production.

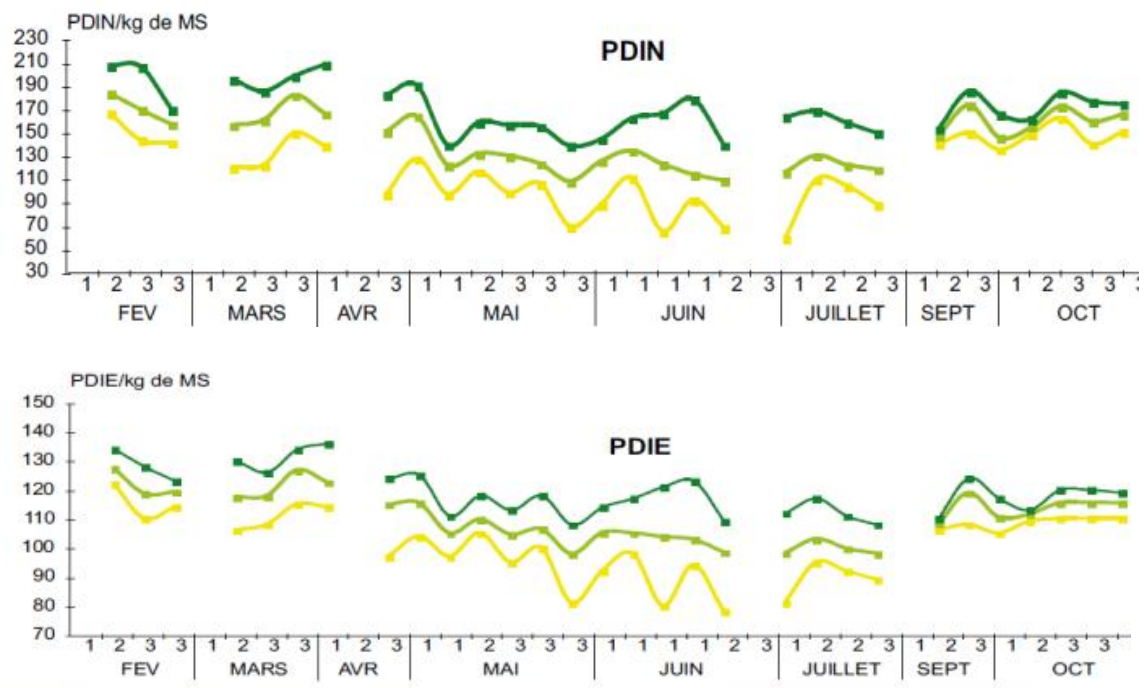


Figure 26 a et b: Valeur protéique de l'herbe pâturée en PDI/kg de MS durant toute l'année (Phillippe Roger, 2009).

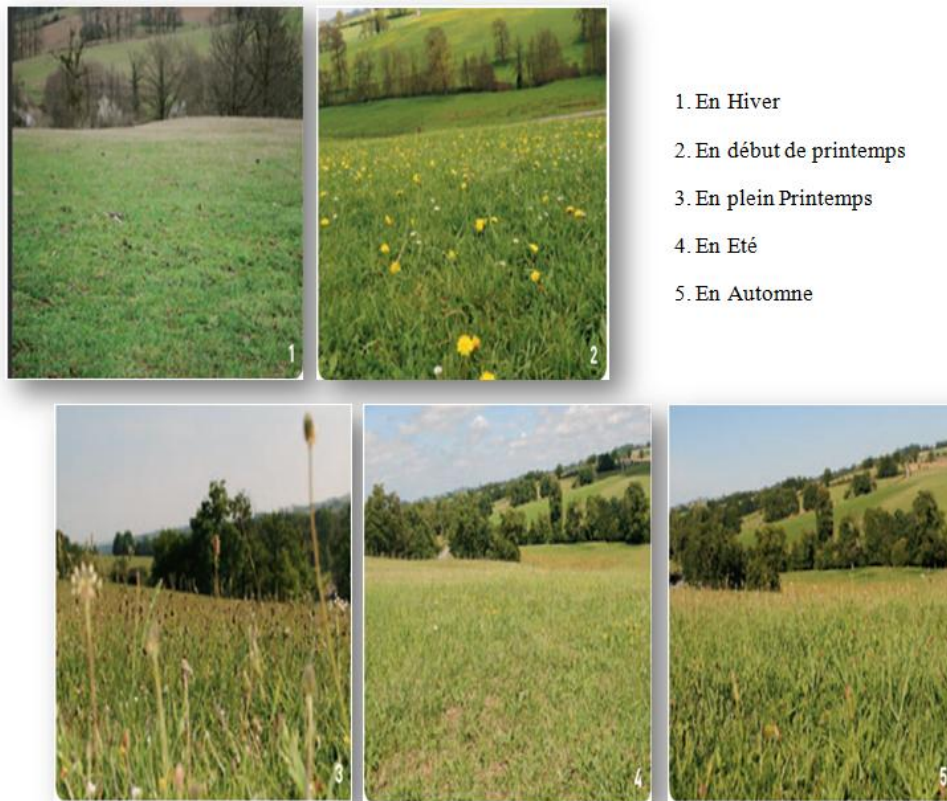


Figure 27 : Evolution de l'herbe au fil des saisons.

70 à 80% du rendement d'une parcelle est réalisé au printemps avec une production journalière qui peut osciller entre 50 à 75 kg de MS/ha. L'excédent pourra être obtenu au cours des semaines de pleine croissance (Fig28).

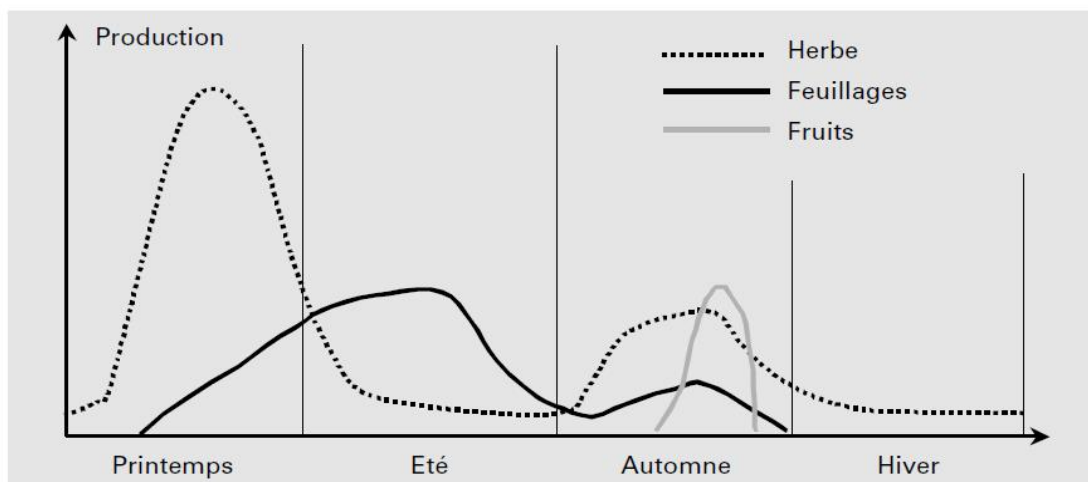


Figure 28 : Evolution de la croissance saisonnière de l'herbe (kg de MS/HA)(Guerin *et al.*, 2004).

En été, il est impératif de préserver la ressource contre l'enjeu le plus souvent séchant. En plus, des pâturages trop ras qui vont pénaliser la reprise de la végétation par la défoliation et la mortalité des talles. Toutefois des ajustements en fonction du climat sont à prescrire. Le choix s'appuie évidemment sur les besoins des animaux en finition d'une part et le potentiel de la ressource en d'autre part. En Automne, les disponibilités sont faibles, la croissance n'est pas forte. Mais sous réserve de précipitation suffisante (Kharfia), l'herbe a une valeur alimentaire appréciable surtout à hauteur du talon (5cm)(Tab16). C'est vrai que la période d'engraissement des agneaux à l'herbe est majorée dans le temps, mais un gain moyen est comptabilisé au Kg d'agneau de carcasse.

Tableau 16: Valeur alimentaire de l'herbe en automne en Kg/MS (Eric Pottier, 2011).

Matière sèche (%)	20,5
UFL	0,9
PDIN (g)	116
PDIE (g)	102

En Hiver, courte et feuillue avec un niveau de chargement modeste. Il faut signaler qu'une hauteur équivalente à la semelle de la botte (2-3cm) permet de couvrir les besoins de l'entretien avec 1-2Kg/MS avec une valeur alimentaire intéressante (Tab17) qu'un fourrage conservé et équivalent à celle d'un concentré, à condition que les prises alimentaires au pâturage soient multiples au cours de la journée.

Tableau 17 : Valeur alimentaire de l'herbe en Hiver (Eric Pottier, 2011).

Composition chimique	<u>Matière sèche (%)</u>	20,8	21,1	24,7	28,3
	<u>Matières minérales (g)</u>	138	121	130	130
	<u>Matières azotées totales (g)</u>	210	212	218	204
	<u>Cellulose brute (g)</u>	171	170	193	197
Valeur Alimentaire	<u>UFL</u>	0,88	0,90	0,86	0,85
	<u>PDIN (g)</u>	137	138	100	133
	<u>PDIE (g)</u>	103	104	103	143

1-3-3/ Matériel et échantillonnage :

Le programme d'échantillonnage consistait à prendre 10 échantillons d'herbe brute (1 kg environ de chacun) au hasard dans tous les territoires pâturés à l'aide de ciseaux, bien avant de faire passer les animaux. L'opération de prélèvement a été effectuée au début et au milieu de la période d'essai. L'échantillon prélevé est représentatif de la matière ingérée par les animaux de pâturage. Une partie choisie au hasard a été utilisée pour constituer des prises d'essai à des fins d'analyse de laboratoire. Le régime concentré a subi la même opération pour le même objectif. Les échantillons, après avoir été séchés à l'ombre durant un mois à température ambiante, ont été mélangés et homogénéisés en poudre par broyage mécanique au laboratoire. Les poudres obtenues sont conservées à +4C° pour des analyses ultérieures.

1-3-4/ Matériels et methodes :

Avant d'entreprendre l'essai dans un dispositif avec des animaux, une première étape de l'expérimentation consistait à observer sur deux années 2009 et 2010 en petites parcelles représentatives de chaque site où l'élevage a eu lieu ultérieurement ne dépassant pas les 100m², la productivité et la dynamique du couvert végétal en relation avec les aléas climatiques et les conditions édaphiques.

1-3-4-1/ Herbometre :

La conduite du pâturage nécessite d'adapter le chargement de façon à maintenir un état de l'herbe compatible avec les objectifs de production zootechnique. En pâturage continu, il est recommandé des hauteurs d'herbe dont la valeur dépend de l'espèce animale. Les estimations, basées sur des mesures de hauteur d'herbe, nécessitent de connaître la densité de l'herbe afin de convertir la hauteur mesurée en biomasse (Fig29). 250 kg MS / cm / ha est la densité moyenne prise en compte pour déterminer la quantité d'herbe disponible par unité de pâturage pour les grands ruminants (Defrance *et al.*, 2004).



Figure 29 : Référentiel des hauteurs d'herbe pour pâturage tournant (Warm-bold)
(Thierry Jeulin, 2013).

La densité de l'herbe (kg MS/ha/cm) permet de convertir la hauteur en tonnage par hectare. Hauteur > 5cm x densité herbe (en moyenne 250 kg MS/cm) (Thierry Jeulin, 2013).

Mosimann *et al.*, (2005) rapportent que la hauteur de l'herbe est proportionnelle à sa quantité. De nombreuses études montrent que cette relation varie selon la saison (Prache *et al.*, 1989). Pour les ovins, qui ont une capacité à pâturer bas, cette distinction est relativement importante à prendre en compte.

Plus le pâturage est géré bas, plus la hauteur des gaines (hG) est faible et la hauteur utile (hU) est importante. Et malgré des hauteurs totales peu élevées, moins de 4 cm voire 3 cm, les disponibilités en herbe, en feuilles, peuvent être importantes. Ainsi sur des prairies permanentes avec une bonne couverture de sol, des densités de 350 à 400 kg de MS/ha par centimètre de hauteur sont courantes (Fig30).

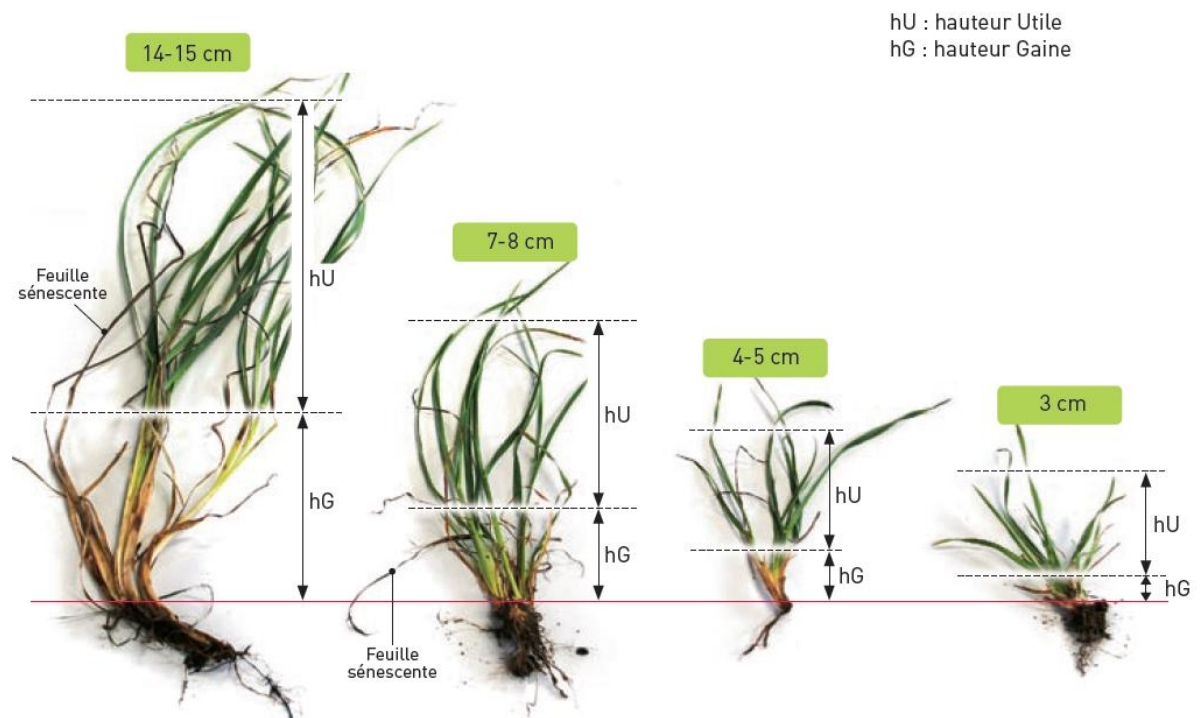


Figure 30 : Relation entre la hauteur disponible (hU) et la hauteur cible (hG) pour déterminer la quantité d'herbe en fonction de la densité (Eric Pottier, 2011).

1-3-4-2/ Analyse physicochimique :

1-3-4-2-1/ Dosage MS :

La teneur de la matière sèche (MS) est déterminée conventionnellement par le poids des aliments après dessiccation 105°C dans une étuve/24h selon (AFNOR, 1990).

$$\text{Le \% MS} = \text{M2/M1} * 100.$$

1-3-4-2-2/ Dosage MM :

La teneur en cendre (MM) est le résidu de la substance après destruction, de la matière organique par incinération à 550°C dans un four à moufle/6h selon (AFNOR, 1990).

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

1-3-4-2-3/ Dosage des PB :

Les protéines brutes (CP) ont été déterminées selon la méthode de Dumas (2002). Cette méthode permet le dosage de l'azote total d'une matrice organique. Une combustion totale de la matrice entre 900 et 1200°C sous oxygène. Les gaz produits sont réduits par du cuivre puis desséchés et le CO₂ est piégé. Tout composé azoté formé est transformé en azote moléculaire. L'azote est ensuite quantifié à l'aide d'un détecteur de conductivité thermique (Catharomètre).

La quantité d'azote évaluée est multipliée par un facteur de 6,25, et la quantité des protéines brutes est donnée par 100g d'échantillon.

1-3-4-2-4/ Dosage des fibres:

La fibre neutre détergente (NDF), fibre de détergent acide (ADF) et détergent acide lignine (ADL) ont été mesurées en utilisant la méthode Van Soest (1991). L'échantillon est traité par une solution 1,25% d'acide sulfurique puis par une solution 1,25% d'hydroxyde de sodium. Les solutions sont appliquées proches du point d'ébullition, chaque traitement dure 30 ± 1 min. Les échantillons avec une teneur en graisse > 60g/kg sont préalablement dégraissés avec de l'acétone. Le résidu est à chaque fois lavé à l'eau chaude et séché. Finalement, le résidu est calciné pendant 1 h à 530°C. Le résidu obtenu est déduit après double traitement acido-basique et une calcination, ce qui représente le RF exprimé en g/kg .

- Neutral detergent fiber (NDF) :

L'échantillon est traité par une solution détergente neutre contenant du laurylsulfate de sodium, du sulfite de sodium et une solution d' α -amylase thermorésistante, à 98°C pendant 60 min. Après un lavage répété à l'eau bouillante, le résidu est dégraissé avec de l'acétone puis séché et calciné pendant 1 h de 530 à 550°C. Le NDF représente le résidu après traitement avec le détergent neutre déduit des cendres.

- Acid detergent fiber (ADF) :

L'échantillon est traité par une solution de détergent acide : bromure de N-cétyl-N,N,N-triméthylammonium dans de l'acide sulfurique 0,5 M. Le

détergent acide est appliqué chaud et amené rapidement à ébullition, le traitement dure 60 min. Le résidu est lavé soigneusement 3 fois avec de l'eau bouillante. Le résidu est dégraissé dans de l'acétone, puis séché et calciné pendant 1 h de 530 à 550°C. L'ADF représente le résidu du traitement avec le détergent acide déduit des cendres.

- Acid detergent lignin (ADL) :

Le résidu ADFB, avant calcination, est traité par une solution d'acide sulfurique 72% pendant 3h à 20 à 23°C. Le résidu est soigneusement lavé d'abord avec de l'eau froide, puis à l'eau bouillante, jusqu'à un pH neutre. Le résidu est dégraissé avec de l'acétone, puis séché et calciné pendant 1 h à 550°C. L'ADL représente le résidu déduit des cendres (Annexe 8).

1-3-4-2-5/ Dosage de la MG :

Les extraits lipidiques LT de chacun des régimes ont été extraits par un mélange chloroforme-méthanol (2:1) selon la méthode de Folch *et al.*, (1957) décrite en détail dans le chapitre 3 de la partie expérimentale.

1-3-4-3/ Calcul de la valeur énergétique et azotée :

Les opérations de calcul des valeurs énergétiques et azotées ont été effectuées au Laboratoire "Bio ressources sahariennes" Faculté des sciences, Université Kasdi Merbah-Ouargla (Algérie). Les estimations de la valeur énergétique ont été réalisées selon les travaux de Jarrige (1988) et Guerin *et al.*, (1989). Elle nécessite le calcul successif des énergies brute (EB), digestible (ED), métabolisable (EM), nette lait (ENL) et nette viande (ENV). La valeur azotée a été obtenue par système MAD. Pour le calcul des PDI, l'estimation des PDIN et PDIE est nécessaire (Annexe5).

1-3-4-4/ Analyse biochimique :

Les esters méthyliques des extraits lipidiques sont obtenus par méthylation selon la méthode de Morrisson et Smith (1964). Le profil des acides gras des régimes est obtenu par passage des esters en chromatographie phase gaz.

Ces dosages ont été effectués à UMR au SENAH (PEGASE) INRA de Rennes St-Gilles 35500 France en 2012.

1-3-4-5/ Pouvoir antioxydant des régimes :

Les molécules d'intérêt biologique, de nature phytochimique sont nombreuses et polyvalentes. Ces substances bioactives végétales appartiennent à trois grandes familles : les alcaloïdes, les polyphénols et les terpènes et sont doués de propriétés anti oxydantes remarquables (Merghem, 2011).

1-3-4-5-1/ Dosage des polyphénols et flavonoïdes :

Les polyphénols ont été dosés par spectrophotométrie selon Milliauskas *et al.*, (2004). 1ml de l'extrait méthanolique (10g de la poudre dans 100ml de méthanol-eau (8v/2v) /20mn) est mélangé avec 5ml de folin ciocalteu. Cette solution est diluée 10 fois avec 4ml de Na₂co₃ à concentration 75g/l. Une gamme étalon est préparée à partir d'une solution d'acide gallique de 1g/l avec les dilutions de 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 et 100µg/ml. L'absorbance est mesurée à 765nm après une durée d'incubation de 1h à température ambiante. L'intensité de la couleur est proportionnelle au taux de composés phénoliques oxydés capables de réduire le folin ciocalteu (Annexe 6).

Les flavonoïdes ont été dosés par spectrophotométrie selon Chang *et al.*, (2002). Un volume 0,75 ml ALCL₃, 6H₂O (2%) est mélangé à un volume égal d'extrait. Après une durée d'incubation de 10mn, les densités sont lues à 430nm optiques dans un domaine UV-Visible. Les concentrations en flavonoïdes sont déterminées contre une courbe étalon tracée par la quercitine (0-60mg/l) (Annexe7). Les résultats sont exprimés en mg Equivalent quercitine (EQ) pour 100mg d'extrait.

1-3-4-5-2/ Dosage de la vitamine E:

L'α-tocophérol a été mis en évidence par HPLC en phase normale avec une phase stationnaire C18 à base de célice après extraction par saponification des extraits lipidiques obtenus par la méthode de Folch (1957), détecté par un fluorimètre UV visible selon la technique de Abidi (2000).

1-3-5/ Résultats et Discussion :*1-3-5-1/ Quantité d'herbe disponible :*

Les différences de productivité des animaux exploitant les pâturages naturels de différents types de sols et de différent étages bioclimatiques sont venues surtout des valeurs pastorales comparables et un degré moins des valeurs alimentaires de la biomasse. La composition botanique du pâturage, la productivité de chaque espèce, sa valeur alimentaire et son appétence permettent de connaître réellement la Vp (valeur d'un pâturage)(Tab18).

Tableau 18 : Evaluation de la biomasse des aires de pâturages.

Zones de pâturage	Humide (H)		Semi-Aride (SA)		Aride (A)	
	2010	2011	2010	2011	2010	2011
Hauteur mesurée (cm) ^a	10	8	6	5	4	4
Hauteur cible (cm) ^b	2	2	2	2	2	2
Hauteur disponible (cm) ^c	8	6	4	3	2	2
Densité de l'herbe (KgMS /ha/cm) [350 – 400] ^d	375	375	375	375	375	375
Quantité d'herbe disponible (KgMS/ha) ^e	3000	2250	1500	1125	750	750

^a Hauteur mesurée par la botte, ou l'herbomètre.

^b Hauteur des gaines.

^c Hauteur utile = Hauteur mesurée – Hauteur cible

^d La densité de l'herbe (kg MS/ha/cm) permet de convertir la hauteur en tonnage par hectare. Elle varie avec les conditions de croissance, le type de prairie et la saison.

^e Quantité d'herbe disponible = Hauteur disponible * Densité de l'herbe * Surface de parcelle

*1-3-5-2/Composition physicochimique:***Tableau 19 :** Composition chimique et acides gras des régimes (% d'AG identifié).

	A	SA	H	C
Matière sèche (% MF)	85,06	80,44	76,13	84,93
Matière minérale (% MF)	8,33	5,00	10,33	2,00
Matière grasse (%)	3,28	3,11	3,32	4,73
Protéines brutes (%)	10,52	13,33	15,95	12,03
NDF(%)	39,97	41,16	38,11	16,10
ADF(%)	25,34	25,51	23,77	4,75
ADL(%)	8,84	5,27	7,84	1,05

A=Aride; SA=Semi-Aride; H= Humide; C=Concentré; NDF=Neutral detergent fiber;

ADF= Acid detergent fiber; ADL= Acid detergent lignin, MF= Matière fraîche.

*1-3-5-3/ Valeur alimentaire :***Tableau 20 :** Valeurs énergétiques et azotées des régimes.

	A	SA	H	C
EB(MS)	4520,25	4621,97	4512,38	4675,83
dMO	55,54	62,64	72,75	67,17
ED kcal/kg de MF	2339,63	2738,53	3154,94	2994,13
EM kcal/kg de MF	1885,44	2186,87	2504,30	2484,82
UFV Kg de MF	0,52	0,65	0,81	0,79
UFL kg de MF	0,62	0,74	0,88	0,86
MAD g/kg MF	55,09	84,82	109,93	63,13
PDIN (g)	63,24	84,13	100,66	69,61
PDIE (g)	75,07	91,00	104,94	90,00

*1-3-5-4/ Lipides et profil des acides gras des régimes :***Tableau 21** : Acides gras des régimes en % d'AG.

	A	SA	H	C	P
Lipides totaux	3,28b ± 0,22	3,11b ± 0,37	3,32b ± 0,10	4,73a ± 0,32	P<0,001
AGS	32,91a ± 0,43	27,76b ± 0,31	27,52b ± 0,08	17,00c ± 0,02	P<0,001
C16:0	20,21a ± 1,07	16,47b ± 0,27	19,11a ± 0,10	13,16c ± 0,06	P<0,001
C18:0	4,69a ± 1,06	3,79ab ± 0,25	3,62ab ± 0,07	2,50b ± 0,10	P<0,01
AGMI	11,16c ± 3,06	26,42a ± 0,85	18,37b ± 0,49	28,25a ± 0,51	P<0,001
C18:1 n-9c	8,86d ± 2,82	19,81b ± 0,81	14,63c ± 0,13	26,34a ± 0,55	P<0,001
AGPI	55,93a ± 3,46	45,82b ± 0,56	54,12a ± 0,53	54,75a ± 0,52	P<0,001
C18:2 n-6t	0,19a ± 0,02	0,07b ± 0,06	0,00b ± 0,00	0,00b ± 0,00	P<0,001
C18:2 n-6c	18,42c ± 0,29	13,28d ± 0,40	37,11b ± 0,29	50,99a ± 0,34	P<0,001
C18:3 n-6	0,19b ± 0,00	0,64a ± 0,04	0,00c ± 0,00	0,00c ± 0,00	P<0,001
C18:3 n-3	35,17a ± 2,41	30,25b ± 0,73	15,67c ± 0,16	2,19d ± 0,02	P<0,001
C18:4 n-3	0,22b ± 0,03	1,15a ± 0,05	0,05c ± 0,05	0,00c ± 0,00	P<0,001
C20:4 n-3	0,19 ± 0,03	0,10 ± 0,01	0,18 ± 0,02	0,29 ± 0,26	NS
C20:4 n-6	0,78 ± 0,71	0,00 ± 0,00	0,42 ± 0,39	0,20 ± 0,35	NS
C22:0	1,71a ± 0,03	1,42b ± 0,16	1,15c ± 0,06	0,30d ± 0,04	P<0,001
C22:4 n-6	0,34a ± 0,03	0,23b ± 0,02	0,17c ± 0,01	0,01d ± 0,01	P<0,001
C22:5 n-6	0,29 ± 0,50	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,24 ± 0,23	NS
C24:0	1,39a ± 0,04	1,22b ± 0,08	0,83c ± 0,04	0,30d ± 0,02	P<0,001
n-6	20,21c ± 1,22	14,21d ± 0,35	37,71b ± 0,34	51,44a ± 0,52	P<0,001
n-3	35,72a ± 2,49	31,55b ± 0,67	16,21c ± 0,35	3,29d ± 0,77	P<0,001
n6/n3	0,57b ± 0,03	0,45b ± 0,02	2,33b ± 0,05	16,23a ± 3,69	P<0,001

Tableau 22 : Acides Gras des régimes en MG/100g.

	A	SA	H	C	P
Lipides totaux	3,28b ± 0,22	3,11b ± 0,37	3,32b ± 0,10	4,73a ± 0,32	P<0,001
AGS	220,53c ± 24,94	295,66bc ± 30,84	374,98b ± 7,01	516,68a ± 68,93	P<0,001
C16:0	134,91c ± 8,64	175,37c ± 17,97	260,37b ± 6,87	399,99a ± 51,61	P<0,001
C18:0	31,80b ± 10,33	40,28b ± 3,10	49,30b ± 0,79	76,21a ± 12,45	P<0,001
AGMI	75,78c ± 27,92	280,60b ± 18,55	250,29bc ± 9,16	860,16a ± 129,64	P<0,001
C18:1 n-9c	60,45b ± 25,28	210,30b ± 11,82	199,43b ± 5,85	802,29a ± 123,21	P<0,001
AGPI	373,29c ± 23,06	488,00bc ± 52,31	737,49b ± 17,01	1663,30a ± 206,66	P<0,001
C18:2 n-6t	1,27a ± 0,05	0,70ab ± 0,60	0,00b ± 0,00	0,00b ± 0,00	P<0,01
C18:2 n-6c	123,30c ± 11,80	141,45c ± 16,33	505,74b ± 13,18	1551,01a ± 216,59	P<0,001
C18:3 n-6	1,26b ± 0,14	6,75a ± 0,30	0,00c ± 0,00	0,00c ± 0,00	P<0,001
C18:3 n-3	234,82b ± 18,42	322,33a ± 36,76	213,57b ± 6,33	66,64c ± 9,04	P<0,001
C18:4 n-3	1,47b ± 0,13	12,20a ± 0,95	0,69b ± 0,64	0,00b ± 0,00	P<0,001
C20:4 n-3	1,28 ± 0,11	1,10 ± 0,12	2,44 ± 0,20	8,09 ± 6,33	NS
C20:4 n-6	4,92 ± 4,40	0,00 ± 0,00	5,69 ± 5,24	6,11 ± 10,58	NS
C22:0	11,47ab ± 1,33	15,18a ± 3,04	15,71a ± 0,55	9,02a ± 0,13	P<0,01
C22:4 n-6	2,29 ± 0,37	2,46 ± 0,41	2,36 ± 0,15	0,23 ± 0,40	NS
C22:5 n-6	1,74 ± 3,02	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	7,19 ± 6,81	NS
C24:0	9,33ab ± 0,91	13,01a ± 1,88	11,25ab ± 0,36	9,06b ± 1,57	P<0,05
n-6	134,78c ± 5,44	151,35c ± 16,43	513,78b ± 8,23	1564,54a ± 215,94	P<0,001
n-3	238,50b ± 18,33	336,09a ± 37,41	220,90b ± 8,41	97,87a ± 10,05	P<0,001
n6/n3	0,57b ± 0,03	0,45b ± 0,02	2,33b ± 0,05	16,23a ± 3,69	P<0,001

1-3-5-5/ Les antioxydants des régimes :

Une alimentation à base d'herbe pâturée (contrairement à l'herbe à l'auge) et d'aliment concentré améliorerait les qualités diététique et organoleptique de la viande puisqu'elle est connue pour entraîner une augmentation des teneurs en AGPI n-3 favorable à la santé humaine dans les tissus (Bauchart *et al.*, 2001) sans entraîner l'induction de processus défavorables de lipoperoxydation dans ces mêmes tissus.

Nous avons aussi observé que la finition à l'herbe des animaux à l'auge avait des effets positifs sur la conservation de la viande du fait d'un enrichissement naturel en vitamine E (et/ou en polyphénol d'origine diverse)(Tab23).

Tableau 23 : Les concentrations de la vitamine E, polyphénols et flavonoïdes.

	A	SA	H	C	Effet
Toco acétae (µg/g lipide)	399,32a ± 4,5	157,76b ± 2,3	158,12b ± 1,5	124,17b ± 2,2	P<0,001
Toco acétae (µg/100g échantillon)	1244,32a ± 15,7	508,56b ± 8,22	521,34b ± 9,12	582,81b ± 11,25	P<0,01
Polyphénol t (mgEq acide gallique /g MS)	3,72c ± 0,17	6,76b ± 0,23	9,59a ± 0,36	7,07b ± 0,97	P<0,001
Flavonoïdes (mgEq quercitine /g MS)	8,58a ± 0,22	7,57ab ± 0,52	6,99b ± 0,44	1,44c ± 0,16	P<0,001

1-3-6/ Conclusion :

Les pays du Bassin Méditerranéen, par la diversité de leurs milieux, de leurs systèmes d'élevage et des risques climatiques, doivent préserver et valoriser un large éventail de ressources phytogénétiques d'intérêt fourrager et/ou pastoral. Les collections constituées et les évaluations réalisées n'ont été, pour le moment, que faiblement valorisées ; ceci serait dû en grande partie à l'absence de tradition dans

la production de semences à cause de diverses contraintes d'ordres techniques et sociales (Porqueddu *et al.*, 2000).

Il est important de mentionner que les aptitudes particulières de ces ressources phytogénétiques méditerranéennes, négligées et sous-utilisées au Sud de la Méditerranée, ont été intelligemment valorisées au niveau international et ont permis le développement de cultivars dignes d'intérêt (Abdelguerfi, 2004).

Par ailleurs, devant la globalisation de l'économie mondiale, la recherche de spéculations à plus value intéressante (production biologique...) et la mise en valeur des spécificités des régions nécessitent l'utilisation de ressources génétiques (animales et végétales) de terroir ainsi que l'utilisation de savoir-faire local. Cette orientation pour les pays du Bassin Méditerranéen est d'une urgence extrême (Abdelguerfi *et al.*, 2003).

1-4/ Animaux:

1-4-1/ Introduction :

Plusieurs travaux sur les ovins ont porté essentiellement sur la reproduction (Abbas *et al.*, 2002 ; Dekhili et Aggoun, 2007). D'autres cependant se sont penchés sur l'aspect phénotypique qui constitue la base de toute amélioration génétique des animaux domestiques (Traouré *et al.*, 2006).

La race Rumbi, des djebels de l'Atlas Saharien, à tête et membres fauves, bien adaptée au zones d'altitude avec un agneau à la naissance qui pèse 3 kg 500 g, représente environ 12% du cheptel. Sa forte dentition résistante à l'usure lui permet de valoriser au mieux les végétations ligneuses ainsi que Acheb à impact bénéfique sur la croissance et sur la qualité de sa viande produite surtout en période printanière relative au dépôt du tissu adipeux (Fig31).

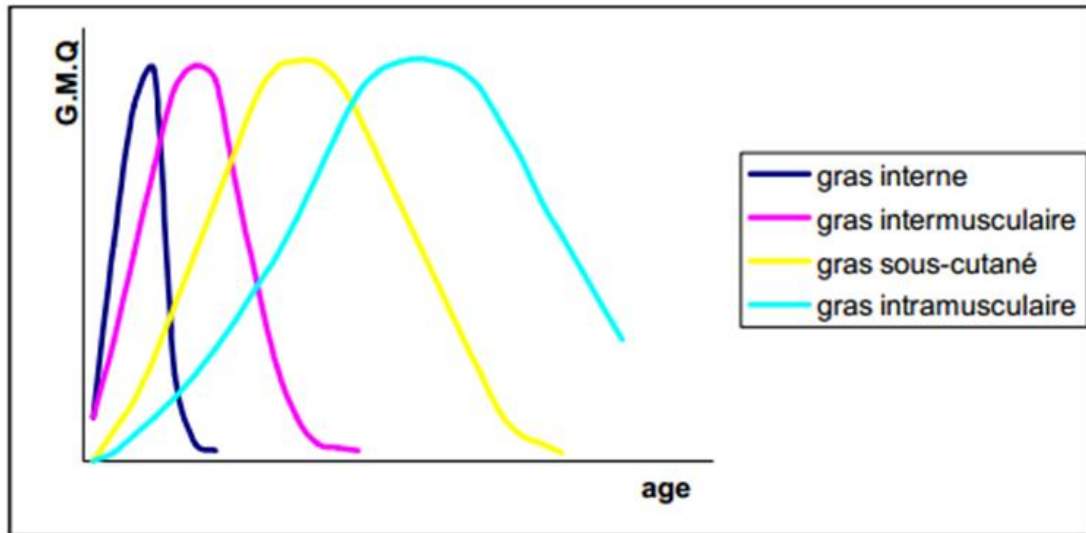


Figure 31 : La courbe du développement du tissu adipeux (Dudouet, 1997).

Les mouvements de transhumance l'achaba et l'azzaba lui permettent une bonne utilisation de l'herbe des pâturages pendant les 3 ou 4 mois du printemps (Benabdeli, 2000).

L'aire de répartition de cette race est comprise entre le chott El-Gharbi à l'ouest et l'Oued-touil à l'est (Fig32), on peut la retrouver au nord jusqu'au piémont du massif de l'Ouarsenis. Son berceau a connu une extension allant des plaines telliennes jusqu'au extrême ouest. Cette dimension lui a permis de s'adapter à tous les étages bioclimatiques et aux conditions édaphiques les plus rudes.

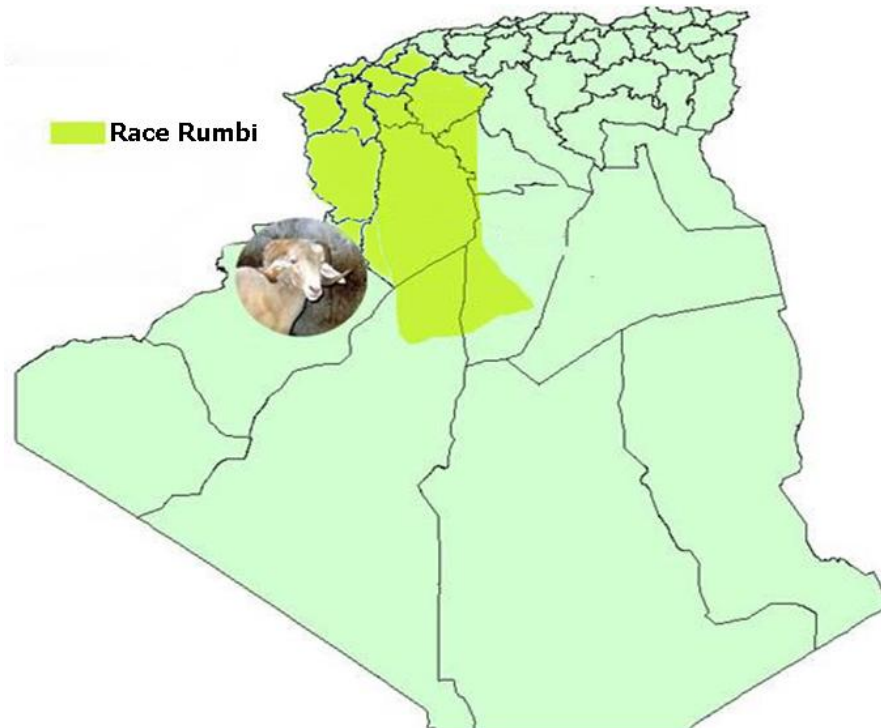


Figure 32 : Répartition géographique de la race Rumbi (Sadoud, 2011).

Le nomadisme sporadique subsiste et représente 5 % des déplacements de grande amplitude. La population anciennement nomade ne s'est pas sédentarisée totalement comme on peut le croire, mais elle est devenue semi sédentaire à cause de la motorisation. 50 % des nomades sont concentrés dans les hautes plaines caractérisées par des vastes parcours accessibles et palatables surtout quand les conditions climatiques sont favorables pour la poussée de la végétation.

L'agneau d'herbe : c'est le type dominant dans la production d'agneaux, son élevage est en relation avec les ressources en herbe; les agneaux sont pris sous leurs mères pour être commercialisés ou sevrés en vue d'être engraisés soit à l'herbe soit en bergerie. L'âge à l'abattage est beaucoup plus tardif (5 à 8mois) et les carcasses pèsent entre 15 et 22 Kg (Boquier *et al.*, 1988). L'alimentation des agneaux d'herbe peut être résumée comme dans (Fig33) où l'herbe représente 95% de la totalité du régime alimentaire.

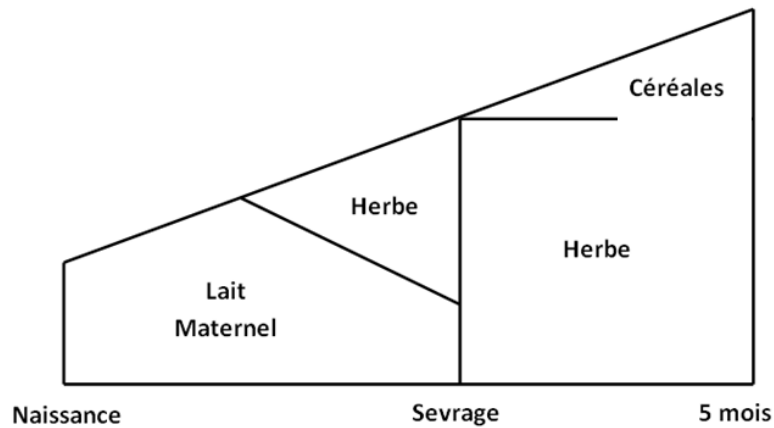


Figure 33 : Représentation schématique de ce que reçoit un agneau d'herbe (Dudouet, 1997).

1-4-2/ Dispositif expérimental :

Trois groupes d'agneaux males ($n=12$) de race locale Rumbi, de poids moyen de $12,25 \pm 2$ kg et d'âge moyen de 3 mois, ont été élevés au pâturage tournant, pendant la saison du printemps durant 100 à 105 jours du 25 Février au 12 Juin 2010 dans trois différentes zones bioclimatiques de l'ouest Algérien définies et sus citées, respectivement Borgia (zone H), Oued Sefyoune (zone; SA) et Herchaia (zone A). Ces agneaux ont été autorisés à paître librement de l'herbe jeune et verdoyante jusqu'à la saison de fenaison. Le temps de pâturage est crucial parce qu'une ration se réalise lentement sur parcours (8 heures de présence au printemps et à l'automne, 12 heures en intersaison).

Ces animaux appartenaient à des troupeaux dans les zones d'expérimentation extensives, accompagnés de leurs mères avant et après le sevrage. Il n'y a pas eu de « mise en lots » effective des animaux au démarrage de l'essai. Le point essentiel est que l'ensemble des animaux faisant partie d'un même lot suivent une conduite alimentaire comparable durant toute la période de l'essai.

Les animaux ont été mis à l'herbe à des dates plus ou moins décalées en raison des conditions de mise en place du protocole expérimental. L'objectif de l'essai étant de caractériser les viandes suites à différentes conduites alimentaires. Les conduites adoptées pour l'expérimentation sont récapitulées dans (Fig34).

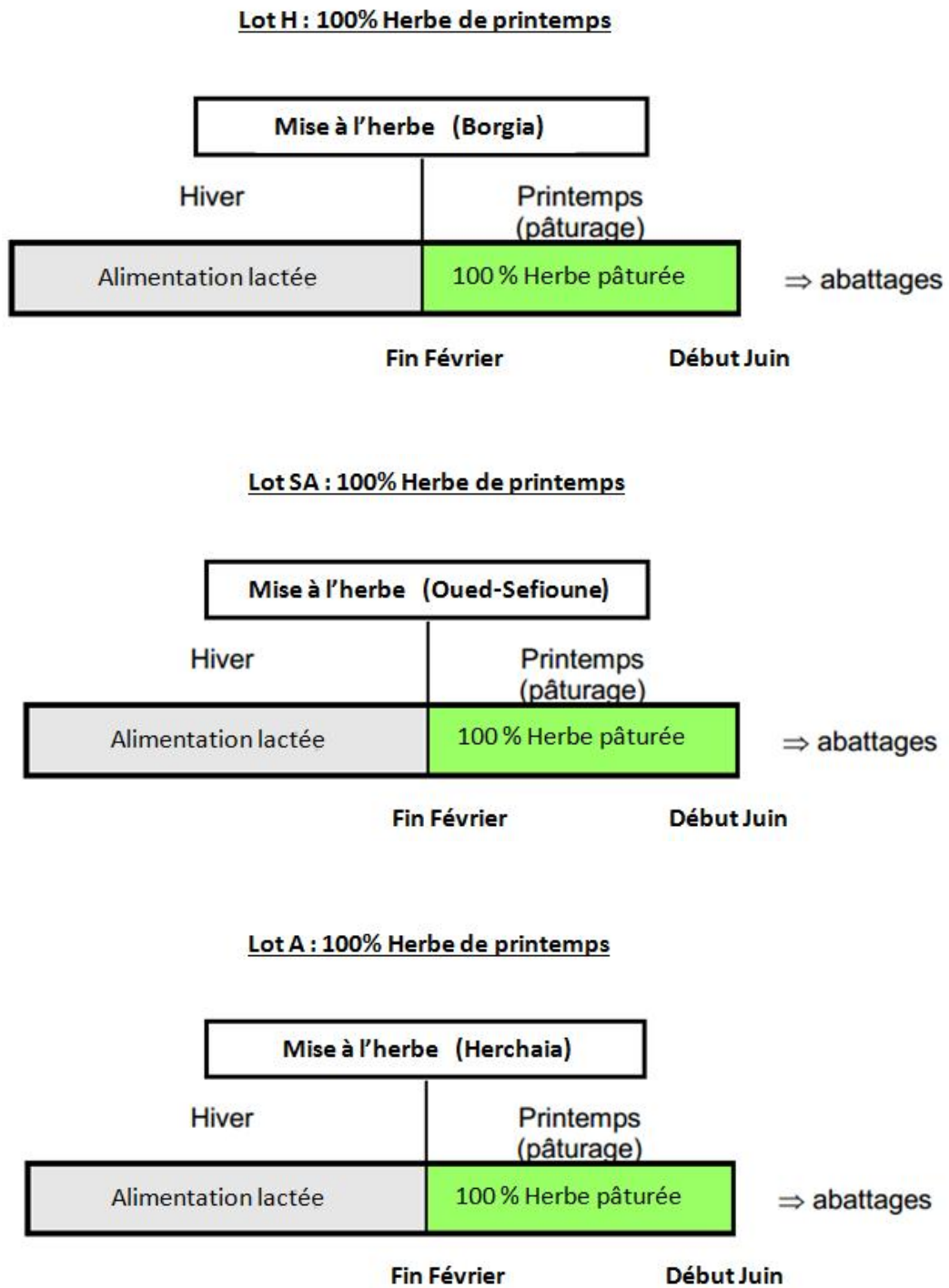


Figure 34 : Les modes de conduite des élevages en expérimentation.

Un groupe Témoin (C) en élevage intensif a été engraisé par un aliment à base de concentré durant toute la période de l'essai, composé de (60% de maïs, 22% de farine de soja, 17% de son et 1% minéraux) distribué ad libitum avec du fourrage après une période d'adaptation de deux semaines, sans accès aux pâturages. Les ingrédients constitutifs de l'aliment concentré sont pesés respectivement, puis mélangés et distribués dans des mangeoires à ras de sol mis à la disposition des agneaux. L'eau était toujours disponible principalement pour les animaux élevés en bâtiment (Fig35).

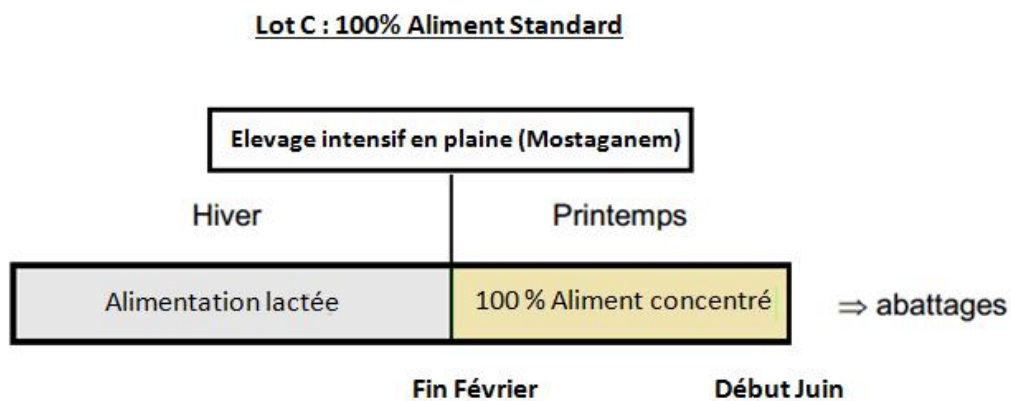


Figure 35 : Mode de conduite intensif avec aliment concentré.

1-4-3/ Opérations utilitaires (Abattage) :

Au terme des différents essais (105j), l'appréciation de l'état d'engraissement s'effectue par l'observation du gras par palpation externe. L'analyse porte sur la surface de la graisse, son épaisseur voire son volume.

Les animaux jugés conformes à la grille de classification conventionnelle (Fisher et Heal, 2001) caractérisant le poids, l'état d'engraissement et la conformation, sont abattus dans un abattoir local commercial de proximité à un âge de 180 ± 10 j. Le traitement des carcasses consistait à des opérations successives d'enlèvement de la toison et d'éviscération n'excédant pas 15mn pour chaque animal abattu.

Les carcasses ont subi un ressuage à 4°C/12h avant de procéder à leur fente en demi carcasse pour pouvoir prélever des échantillons pour analyse. Après avoir acheminé ces derniers au Laboratoire de technologie alimentaire et nutrition université de Mostaganem sous froid, ils ont été conditionnés dans de l'aluminium et conservés à -20°C pour les analyses ultérieures.

Les échantillons de viande ont été prélevés pour analyser la composition chimique principalement les lipides totaux, ainsi que le profil en acides gras. Une évaluation sensorielle a également été conduite afin de vérifier si une différence entre les viandes était perceptible par le consommateur au niveau de la couleur la tendreté, et la flaveur.

1-4-4/ Analyse statistique des résultats :

Les données ont été analysées en utilisant le système d'analyse statistique (SAS) logiciel (GLM) procédure (SAS Institute, 1989) et exprimées en moyennes et écart types. Les valeurs paramétriques ont été comparées à une analyse de la variance (ANOVA) et les tests de Bonferroni. Le niveau ($P < 0,05$) a été considéré comme le seuil de signification.

CHAPITRE 2

***Effet des régimes sur
les variations plasmatiques,
paramètres de croissance et de carcasses***

Chapitre 2 : Effet des régimes sur les variations plasmatiques, paramètres de croissance et de carcasses

2-1/ Les indicateurs biochimiques sanguins :

2-1-1/ Introduction :

Le système de production et l'alimentation influencent les paramètres sanguins des agneaux en croissance et à l'engraissement. Le stress de déplacement dans les parcours favorise les sécrétions de corticostéroïdes, responsables des métabolismes énergétiques stimulant la mobilisation des glucides de réserves par glycogénolyse sous contrôle pancréatique, car la glycémie est un facteur prépondérant de la régulation de l'homéostasie (Jackson et Cockcroft, 2002). En outre, les triglycérides sont une source importante d'énergie d'origine alimentaire et lipides de réserves au niveau de la circulation générale (Bodas *et al.*, 2010). Selon Bodas *et al.*, (2011), chez le mouton, la cholestérolémie n'est pas influencée par les facteurs extrinsèques comme les distances parcourues ou le système de production en raison de la mobilisation du glucose, substrat potentiel de la lipogenèse de novo facilement utilisable.

2-1-2/ Matériel :

Le sang a été prélevé au niveau de la veine jugulaire gauche de l'animal et recueilli dans des tubes préalablement héparine (10 µl/ml) et conservé à 4°C jusqu'à centrifugation (3500 g, 15 min, 4°C), pour séparation des phases plasmatique et érythrocytaire et stockage à -20 °C pour analyse biochimique. Les prélèvements sanguins ont été opérés deux fois au milieu et à la fin de l'essai.

2-1-3/ Méthode :

D'une manière générale, les molécules à doser par voie enzymatique sont mises en réaction pour former d'une manière indirecte ou non de l'eau oxygénée (H₂O₂), par les kits Bio-Mérieux. L'eau oxygénée formée est dosée selon une réaction de type Trinder (1969) formant ainsi un chromogène qui sera lu à la longueur d'onde appropriée d'un spectrophotomètre multiparamétrique.

2-1-3-1/ Dosage du taux de cholestérol sanguin :

Le cholestérol est dosé en utilisant la séquence *cholestérol estérase – cholestérol oxydase – peroxydase* – chromogène. Les réactions sont les suivantes :

Cholesterol estérase: cholestérol estérifié _ cholestérol + acides gras

Cholesterol oxydase: cholestérol + O₂ _ cholestène-4, one-3 + H₂O₂

Peroxydase : 2H₂O₂ + phénol + amino-4-antipyrine _ quinonéimine + 4 H₂O

L'intensité de coloration est mesurée à 500 nm. Elle est proportionnelle à la quantité de cholestérol présente dans l'échantillon. Sa valeur est exprimée en mmol/l.

2-1-3-2/ Dosage du taux de glucose sanguin :

Le glucose est dosé en utilisant la séquence *glucose oxydase – peroxydase* – chromogène. Les réactions sont les suivantes :

Glucose oxydase : Glucose + O₂ _ acide gluconique + H₂O₂

Peroxydase : 2 H₂O₂ + phénol + amino-4-antipyrine _ quinonéimine + 4 H₂O

L'intensité de coloration est mesurée à 505 nm. Elle est proportionnelle à la quantité de glucose présente dans l'échantillon. Sa valeur est exprimée en mg/l.

2-1-3-3/ Dosage du taux de triglycérides sanguin :

Les triglycérides sont dosés en utilisant la séquence *lipase – Glycérokinase – glycérol-3-phosphate oxydase – peroxydase* – chromogène. Les réactions sont les suivantes :

Lipase : Triglycérides _ glycérol + acides gras

Glycérokinase : Glycérol + ATP _ glycérol-3-phosphate + ADP

glycérol-3-phosphate oxydase : glycérol-3-phosphate + O₂ _ H₂O₂ + phosphate dihydroxyacétone

Peroxydase : H₂O₂ + parachlorophénol + amino-4-antipyrine _ quinonéimine + 2H₂O + HCl

Facteur de conversion mg/dl x 0.0113 = mmol/l

L'intensité de coloration est mesurée à 500 nm. Elle est proportionnelle à la quantité de triglycérides présente dans l'échantillon. Sa valeur est exprimée en mmol/l.

2-1-4/ Résultats et Discussion :

Une situation mal adaptée génère en permanence un stress responsable des fluctuations de la glycémie pour que l'organisme de l'animal s'adapte à ces contraintes. Jackson et Cockcroft (2002) affirment que chez le mouton, la glycémie varie de 30 à 80 mg/dl. Ces valeurs peuvent être influencées par les facteurs intrinsèques (sexe, âge) et extrinsèques (environnement). Le métabolisme glucidique est sous contrôle corticosurrénal qui permet donc la libération de l'énergie à partir des réserves de l'organisme (Ekis *et al.*, ; 2012). Une différence statistique a été observée à $p < 0,01$ entre les deux modes d'exploitation avec une variation moyenne de 26% et 40,2% entre les deux prélèvements.

Selon Bodas *et al.*, (2011), la cholestérolémie chez le mouton n'est pas influencée par l'alimentation (Tab24). Le taux de cholestérol chez le mouton est estimé de (1,03 jusqu'à 1,50 mmol/l) ; ces résultats concordent à ceux obtenus dans nos essais contrairement aux variations importantes que connaît le cholestérol chez d'autres espèces.

Les triglycérides sont des graisses indispensables au fonctionnement de l'organisme, qui constituent une source importante d'énergie de réserve. Leur variation (Tab24) avec une différence entre les essais extensif et intensif à $p < 0,05$ dépend de plusieurs facteurs comme la mise à jeûne des animaux avant abattage. Un régime alimentaire enrichi en vitamine E réduit également la teneur en TG, dont l'effet consiste à une inhibition d'une enzyme (diacyl-glycérol acyl-transférase) responsable de la synthèse des TG (Bodas *et al.*, 2010). Les concentrations mesurées varient sensiblement entre les deux systèmes durant les deux prélèvements respectivement 0,72 vs 0,45 et 0,80 vs 0,51mg/dl.

Tableau 24 : Paramètres plasmatiques.

	A		SA		H		C	
	P1 (n=6)	P2 (n=6)	P1 (n=6)	P2 (n=6)	P1 (n=6)	P2 (n=6)	P1 (n=6)	P2 (n=6)
Glycémie mg/dl	58,4±1,19	64,4±1,19	46,19±1,2	49,19±1,2	34,02±2,3	37,02±2,3	33,87±2,1	30,87±2,1
Cholestérol mmol/l	1,46±0,11	1,48±0,11	1,41±0,19	1,42±0,19	1,39±0,15	1,35±0,15	1,37±0,12	1,32±0,12
Triglycérides mmol/l	0,79±0,35	0,89±0,35	0,75±0,1	0,82±0,1	0,63±0,13	0,69±0,13	0,45±0,09	0,51±0,09

P1 : premier prélèvement. P2 : deuxième prélèvement.

En dehors des triglycérides alimentaires apparaissant seulement en phase postprandiale sous forme de chylomicrons (Bauchart et Levieux, 1985), les lipides sont transportés dans le sang, chez le jeune nourri au lait comme chez le ruminant, très majoritairement sous forme de lipoprotéines de haute densité (HDL) >80 % des lipoprotéines totales (Scislowski *et al.*, 2004a). Elles sont respectivement impliquées dans le transport sanguin des triglycérides et du cholestérol d'origine endogène et leur capture par le foie et les tissus périphériques. La distribution ainsi que la composition chimique des lipoprotéines notamment les HDL, sont modulées par les conditions d'alimentation, principalement par le niveau d'apport en AGPI et à un degré moins en cholestérol alimentaire (Leplaix-Charlat *et al.*, 1996; Scislowski *et al.*, 2004b).

2-2/ Les performances de croissance :

2-2-1 Introduction :

L'engraissement est perceptible tout d'abord à la base de la queue, ainsi que le dessus des reins et du dos. Il progresse ensuite en épaisseur sur toute la carcasse (Fig36). Ce sont cependant les muscles des gigots et des épaules qui sont recouverts en dernier par le gras.

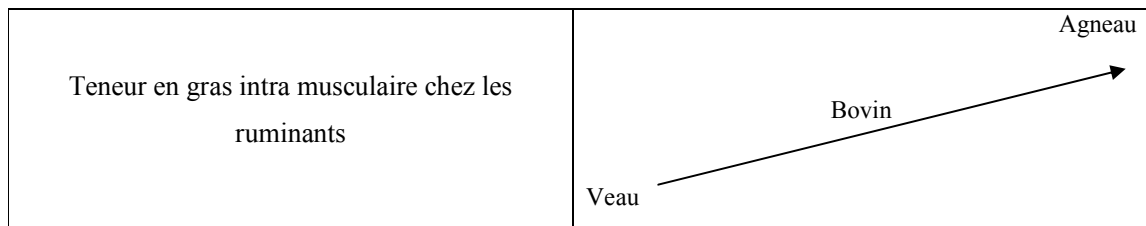


Figure 36: Ordre de classement du gras intramusculaire chez les ruminants (Girard *et al.*, 1986).

2-2-2/ Matériel et Méthode :

Les pesées des animaux n'ont pas suivi un calendrier, depuis la mise à l'herbe jusqu'à l'abattage par défaut de faisabilité.

Des pesées intermédiaires (pesées simples) des agneaux sont faites à intervalles plus ou moins réguliers d'un mois. Une simple pesée a été réalisée à la mise à l'herbe de printemps. Les gains de poids ont été estimés sur la base de la croissance entre le démarrage et l'abattage à un rythme plus ou moins régulier.

2-2-3/ Résultats et Discussion :

Le GMQ des agneaux du traitement H (130 g/jr) a été inférieur à celui des agneaux du traitement C (360 g/jr). Les agneaux des traitements SA et A ont exprimé des taux de croissance respectivement de (160 et 180 g/jr relativement rapprochés)(Tab25). Comparativement aux agneaux du traitement C qui ont fait une meilleure conversion alimentaire, les agneaux des traitements d'herbe ont présenté des poids vifs à l'abattage nettement inférieurs ($P < 0,001$).

Tableau 25: Les performances de croissance en extensif (A, SA, H) et intensif (C).

	A	SA	H	C	Effet Régime
Poids vif initial (kg)	12 ± 1,25	12,05 ± 1,39	11,40 ± 1,28	12,53 ± 1,24	NS
Poids à l'abattage (kg)	29,84 ± 1,36	28,13 ± 2,18	24,23 ± 2,74	48,04 ± 2,98	$P < 0,001$
Gain de Poids (kg/jour)	0,18 ± 0,01	0,16 ± 0,02	0,13 ± 0,02	0,36 ± 0,02	$P < 0,001$

Chaque valeur est la moyenne de (n=12).

Les résultats sont exprimés en moyennes et écart types.

L'influence de la saison de pâture sur le poids des agneaux est évidente (Bentounsi, 2001). Le potentiel de croissance de ces animaux nourris à l'herbe durant la saison de printemps à été influencé par le déficit énergétique par rapport à l'énergie ramenée par l'aliment standard. Ces observations zootechniques sont favorables et positives par rapport aux années précédentes notamment en 2002 par défaut de précipitations qu'a connu le pays en plus d'une mauvaise exploitation de l'herbe et la mauvaise gestion de l'élevage avec absence de déparasitage.

2-3/ Les paramètres des carcasses :

2-3-1/ Introduction :

Au niveau interne, l'état d'engraissement peut s'apprécier à deux niveaux : Sur les muscles intercostaux, qui apparaissent plus ou moins visibles et parallèlement le long des côtes sur les rognons qui sont relativement enrobés de graisse (Marchand, 1979).

Les caractéristiques obtenues permettent de mettre en place une grille de classification et un système de cotation des agneaux. L'état d'engraissement et la conformation rapportée au poids facilitent l'évaluation des carcasses (Toussaint, 2001).

2-3-2/ Matériel et Méthode :

Après abattage, les carcasses ont subi un ressuage suivi d'un ensemble de mesures. Le poids est le premier facteur dans la détermination de la qualité et de la classification des carcasses parce qu'il représente un indicateur principal de la production. Il représente la caractéristique de carcasses la plus variable à cause de l'influence de plusieurs facteurs relatifs surtout à l'alimentation (Alfonso *et al.*, 2001). Les carcasses ont été pesées juste après refroidissement à 4°C.

L'appréciation de la conformation est réalisée par l'analyse des profils et des gouttières présentés par la musculature (Marchand, 1979). La conformation correspond à la qualité et à la distribution des muscles dans la carcasse, elle décrit cette dernière en termes de forme et de profil qui indiquent la disposition de l'ensemble des muscles et du gras par rapport au squelette (Fisher et Heal, 2001).

L'analyse de l'état d'engraissement porte sur la surface de la graisse, son épaisseur voire son volume par mesure directe de l'épaisseur du gras de couverture à 4 cm en arrière de la dernière côte à 4 cm du milieu de la carcasse (Miguel, 2003). Le rendement de la carcasse en pourcentage a été calculé par la relation poids après abattage et poids vif à l'abattage.

2-3-3/ Résultats et Discussion :

Après refroidissement, les carcasses issues des pâturages H, A et SA ont présenté des poids deux fois plus faibles comparés à ceux d'animaux nourris au concentré C. Les mesures d'épaisseur de tissu adipeux sous-cutané et des quantités de gras exprimées en pourcentage du poids de carcasse fraîche ont montré des différences d'états d'engraissement entre les trois groupes. Les agneaux du traitement C avaient aussi significativement plus de gras dorsal à l'abattage ($P < 0,001$) (Tab26).

Tableau 26 : Paramètres des carcasses en extensif (A, SA, H) et intensif (C).

	A	SA	H	C	Effet
Poids de carcasse après ressuage (kg)	14,60 ± 0,85	14,38 ± 0,96	11,63 ± 1,57	23,93 ± 1,91	P<0,001
Epaisseur de gras sous cutané (mm)	2,50 ± 0,03	2,12 ± 0,5	1,02 ± 0,1	9,85 ± 1,12	P<0,01
Gras (% de poids après abattage)	15,02 ± 0,35	14,27 ± 0,45	4,53 ± 0,66	29,79 ± 1,95	P<0,001
Rendement de la carcasse (%)	48,93 ± 1,25	51,23 ± 2,83	47,92 ± 2,13	49,79 ± 1,96	NS

Chaque valeur est la moyenne de (n=12).

Les résultats sont exprimés en moyennes et écartypes.

La conformation des agneaux en fonction des traitements alimentaires ne semble pas différer, mais les agneaux du traitement C sont mieux développés ($P < 0,05$). Les agneaux du traitement A, SA et H ont obtenu des indices de classification inférieurs aux autres traitements à cause de leur manque de gras dorsal (Tab27).

Tableau 27 : Propriétés du regroupement basé sur la variable «gras».

Groupe	Effectif (n=12)	Epaisseur du gras dorsal (mm)	Moyenne du poids (Kg)	Propriétés
A	12	2,50	14,60	Moyen
SA	12	2,12	14,38	Moyen
H	12	1,02	11,63	Bas
C	12	9,85	23,93	Elevé

Ce déficit en gras est une conséquence d'une mauvaise exploitation des fourrages d'où l'obtention de carcasses plus maigres, et possiblement trop maigres dans le cas où les agneaux seraient engraisés uniquement à l'herbe durant des périodes réduites, ce qui pourrait se traduire par des indices de classifications inférieurs. La conformation des agneaux semble toutefois peu affectée par les traitements alimentaires surtout pour les carcasses des aires arides et semi arides (Tab28).

Tableau 28 : Classification des carcasses.

	Poids	Conformation	Profil	Gras
A	B	Bonne	Sub convexe	Couvert
SA	B	Bonne	Sub convexe	Couvert
H	A	Assez bonne	Rectiligne	Cire
C	C	Très bonne	Convexe	Très gras

A, B, C grille de classification Europe. A [<7kg], B [7-10kg], C [10-13kg].

Conformation grille de classification selon le rapport Muscle/Os.

Le gras est classé selon les catégories (1, 2, 3, 4) de l'état d'engraissement.

La moyenne de l'épaisseur du gras dorsal est de 1,88 mm dans la viande, résultat en dessous de l'optimum requis chez les agneaux qui est de 2-3 mm, valeur au delà de laquelle toute épaisseur supplémentaire est un signe d'engraissement excessif (Boccard, 1979; Craplet et Thibier, 1980). Ce résultat rejoint celui du poids, et confirme la mauvaise gestion de l'élevage et les déficits alimentaires engendrés par ce dernier, parce que le gras est un tissu qui ne se dépose que

lorsqu'un surplus alimentaire est disponible (Kassahun, 1994) et sa proportion est d'autant plus élevée que l'est la valeur énergétique de la ration (Solomon *et al.*, 1986 cités par Fluharty, 1999), la composition même de cette ration est encore plus influente puisque certains chercheurs sont arrivés à mesurer les différences de composition corporelle engendrées chez les agneaux par l'utilisation dans le régime d'engraissement de céréales de nature différente (le blé favorise la fixation d'une plus forte proportion de tissu gras que l'orge qui elle-même donne des carcasses plus grasses que le maïs) ; résultat qui confirme que le mode d'engraissement et les régimes alimentaires sont derrière les variations de l'état d'engraissement des agneaux puisqu'ils constituent les facteurs les plus influents (Boris et Janicki, 2001; Alfonso *et al.*, 2001).

Les trois catégories de poids des carcasses (Fort, Moyen, Faible) ressemblent à celles utilisées dans le classement. Elles font ressortir l'importance du poids comme facteur déterminant dans la classification des carcasses comme le signalent beaucoup d'auteurs (Marchand, 1979 ; Chesnais *et al.*, 2002; Goulet, 2002). En France par exemple, les trois principales catégories de poids sont: 12-16 Kg, 16-19Kg et 19-22 Kg avec l'existence d'une grille spéciale pour les agneaux à poids léger (OFIVAL, 2003). Quant à l'Espagne, elle reconnaît trois catégories de poids relatives à trois différents types d'agneaux (moins de 7 Kg, de 8,5 à 13 Kg et plus de 13 Kg) (Alfonso *et al.*, 2001).

L'utilisation du facteur « gras » dans le troisième modèle de classification est confirmée par son importance comme critère de qualité dans l'estimation des carcasses d'ovins (Colomer Rocher et Kirton, 1975 ; Hodge et Oddie, 1984 ; Kirton *et al.*, 1995; Chesnais *et al.*, 2002). D'ailleurs, Levalley *et al.*, (1995) rapportent un classement des carcasses selon leur gras sous-cutané en deux catégories ; l'une commerciale et l'autre destinée à la fabrication. Wellington *et al.*, (2003) confirment l'incidence de l'âge en affirmant que le fait d'abattre jeune donne moins de gras et que les dépôts adipeux s'accroissent au fur et à mesure qu'augmente l'âge des agneaux (El Fadili *et al.*, 1996). Ceci est dû au fait que la croissance s'accompagne chez tous les animaux d'une évolution de la répartition des

principaux tissus et notamment d'un accroissement de la proportion de dépôts adipeux (Girard *et al.*, 1985).

2-4/ Conclusion :

Les variations du niveau des apports alimentaires et la nature du régime apporté ont la plus grande influence sur l'état d'engraissement et ce par la variation de la quantité et de la qualité des dépôts adipeux formés (Pelzer, 1979 ; Girard *et al.*, 1985; Cinq-mars, 2001). Ainsi, il a été observé que durant les périodes de restrictions alimentaires, le premier tissu corporel à être mobilisé est le gras sous cutané (Aziz *et al.*, 1992 cités par Kassahun, 1994). De même, l'influence du système d'élevage, puisque les agneaux élevés intensivement avec un exercice restreint ont tendance à orienter leur métabolisme vers la production de gras (Dimsoski *et al.*, 1994) par conséquent, les carcasses d'agneaux engraisés uniquement à l'herbe contiennent moins de gras que ceux élevés avec du concentré (Mc clure *et al.*, 1994).

CHAPITRE 3

Effet de l'herbe sur la qualité

nutritionnelle de la viande

Chapitre 3 : Effet de l'herbe sur la qualité nutritionnelle de la viande

3-1/ Introduction :

La viande produite exclusivement à base d'herbe, bénéficie d'une bonne réputation (Scollan et al., 2006 ; Palmquist, 2009 ; Daley et al., 2010). Une conduite en extensif des animaux et de leur alimentation naturelle sont responsables des modifications des lipides intramusculaires, clairement en faveur d'une amélioration de la qualité nutritionnelle (Aurousseau et al., 2004).

En effet, les muscles des agneaux nourris à l'herbe, comparés à ceux d'agneaux nourris à base d'un aliment concentré, sont moins riches en lipides, mais possèdent des teneurs accrues en 18:3n-3 à valeur santé (Bauchart et al. 2004). Ces régimes favorisent non seulement le dépôt tissulaire de cet acide gras polyinsaturé à propriétés hypocholestérolémiantes, souvent déficitaire dans l'alimentation humaine (Simopoulos et al., 2000), mais aussi ses dérivés longues chaînes (AGPI LC) notamment l'acide docosahexaénoïque (DHA) essentiel au consommateur pour son développement corporel (Benatti et al., 2004). La formation de CLA dans le rumen est également bénéfique pour l'homme (Pariza et al., 2000).

La notion de qualité des lipides est reliée dans un premier temps à la quantité de lipides apportée par les produits carnés avec un rapport protéines/lipides de 2 (Culioli et col, 2002).

Chez les animaux monogastriques, la nature des lipides apportés par l'alimentation influence fortement la composition des acides gras déposés dans les tissus. Cet effet est surtout marqué dans les tissus adipeux et à un degré moindre dans les muscles (Mourot et Hermier 2001). Cette approche est aussi développée chez les ruminants (Geay et col 2001). La teneur en acide gras de la série n-3 est naturellement plus élevée que dans d'autres espèces en raison de la présence de ces acides gras dans le fourrage et l'herbe sous forme glycolipide (Bas et Sauvart, 2001 ; Givens et Gibbs, 2006)), mais dans un degré moindre que chez les monogastriques en raison des processus de biohydrogénation.

La prédiction par méta-analyse de la composante lipidique et du profil des acides gras des viandes des ruminants a permis une analyse intégrative pertinente des données des différents travaux de recherches ayant comme objectif primordial de mettre en place le lien entre les facteurs d'élevage et les teneurs en acides gras polyinsaturés (Gruffat et al., 2009).

3-2/ Matériel :

Les prélèvements ont concerné le muscle long dorsal (12^{ème} et 13^{ème} cote) en doubles. L'analyse a porté sur la viande crue parée et non parée. L'opération de prélèvement pour analyse de laboratoire a aussi ciblé le gras sous cutané. Le poids des échantillons est équivalent à 150g pour chaque échantillon de viande de chaque carcasse après maturation et de 50g de gras sous cutané. Les échantillons conditionnés dans de l'aluminium et conservés à -20°C, destinés aux analyses ont été broyés et mis sous forme d'aliquote et étiquetés.

Une partie des prélèvements de la viande a été conservée et orientée pour subir une analyse sensorielle avant et après cuisson dans le but de connaître le devenir des lipides après traitement technologique à la chaleur.

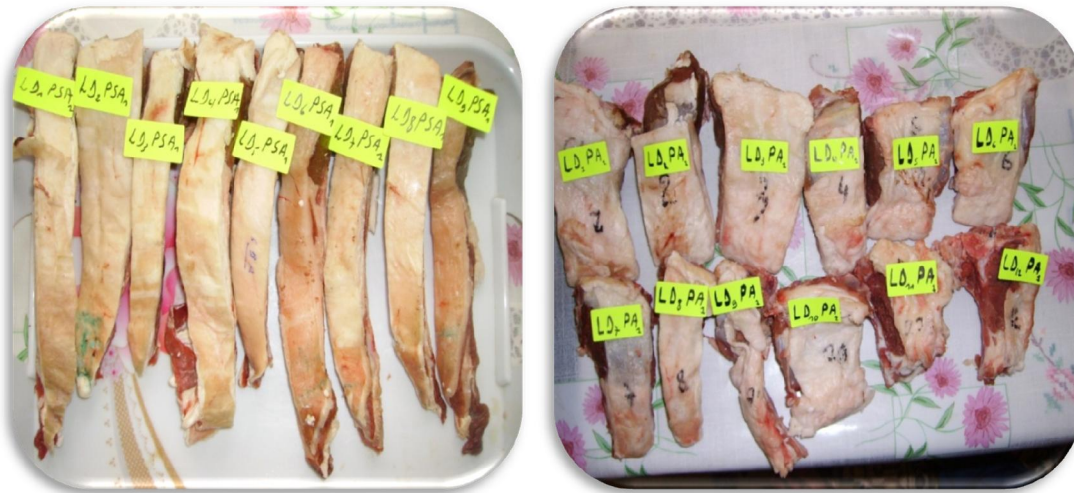


Photo 1 : Echantillons de viandes



Photo 2 : Echantillons de viandes conditionnés dans l'aluminium.

3-3/ Méthodes :

La quasi-totalité des analyses et dosages ont été effectués au laboratoire du métabolisme des lipides situé à St Gilles PEGAS INRA de Rennes France en 2011, 2012 et 2013 et au laboratoire de technologie alimentaire et nutrition de l'université de Mostaganem durant la même période.

3-3-1/ Extraction des lipides :

Différentes méthodes ont été utilisées pour extraire les lipides totaux. Ces méthodes sont adaptées à l'échantillon extrait. La méthode de Folch *et al.*, (1957) est réalisée sur la majorité des tissus prélevés et sur les régimes alimentaires fournis aux animaux.

Brièvement, une masse connue de prise d'essai est homogénéisée au Polytron (PT 3100, Kinematica, Lucerne, Suisse) dans un mélange de solvants (chloroforme/méthanol 2v/1v) à 12 000 tpm/1-1,5 min. Le broyat est filtré sur verre frité (porosité : 100 à 160 μ m) sous vide. Le filtrat est additionné à 23 ml de NaCl à 0,73 % puis mis à décanter pendant 2 heures. La phase inférieure (chloroforme + lipides) est filtrée sur du sodium sulfate anhydre (V WR, Louvain, Belgique) à l'aide d'un filtre sans cendres (Durieux, Marne-la-Vallée, France). La phase

inférieure est additionnée de 50 ml d'une solution de « rinçage » (Folch / NaCl à 0,58 %, 80/20) afin d'extraire les éventuelles traces de lipides et mise à décanter durant 15 min. La phase inférieure est elle aussi filtrée sur sodium sulfate anhydre et additionnée au précédent filtrat. Le mélange chloroforme lipide est mis à évaporer sous vide (Rotavapor).

Après évaporation du chloroforme, les résidus secs de lipide sont pesés. La teneur en lipides est donnée par la différence entre le poids des ballons d'évaporation à vide et à sec + résidus lipidiques. Elle est exprimée en pourcentage du poids du tissu frais.

$$\% \text{ LT} = (\text{Poids ballon plein} - \text{poids ballon vide}) \times 100 / \text{poids de l'échantillon}.$$



Photo 3: Filtration



Photo 4: Décantation

3-3-2/ Estérification par Méthylation :

C'est l'étape qui précède le passage à la chromatographie en phase gazeuse (CPG). Les esters méthyliques d'acides gras extraits sont préparés au trifluorure de bore (BF₃) selon Morrison et Smith (1964).

Une fraction des lipides totaux extraits (25 à 30 mg) est saponifiée à chaud (70°C) pendant 15 min dans 1 ml de solution de NaOH (0,5 N) dissoute dans du méthanol. L'acide margarique (C17:0) sert d'étalon interne et est rajouté à cette

étape. Les acides gras saponifiés sont convertis en esters méthyliques au cours d'une méthylation (15 min à 70°C) dont le catalyseur est le BF₃. Après l'addition de 6ml d'eau pour neutraliser l'excès en trifluorure de bore, les esters sont repris par addition de 1ml de pentane. La phase supérieure composée de pentane et d'esters méthyliques est recueillie avec une pipette dans un pilulier annoté et adéquat pour une analyse en CPG. Si la lecture n'est pas immédiate, les échantillons sont conservés à -20°C.



Photo 5 : Méthylation.

3-3-3/ Entraînement en chromatographie gazeuse (CPG) :

La composition en acides gras est réalisée sur les extraits des échantillons de viande (*Longissimus dorsi* non paré et paré, et tissus adipeux sous cutané) et des prises d'essai sur les aliments (Herbe des pâturages et l'aliment concentré).

Les esters méthyliques d'acides gras sont analysés par le chromatographe Perkin Elmer Autosystem XL. Cet appareil est équipé d'un détecteur à ionisation de flamme (air hydrogène) et muni d'un passeur automatique d'échantillons, et d'une colonne capillaire polaire en silice (longueur de 30 mètres et diamètre de 0,25 mm ; Supelco) avec une phase stationnaire de 80% de biscyanopropyl et 20%

de cyanopropylphényl siloxane. L'échantillon liquide des acides gras est injecté dans la colonne à l'état vaporisé (la température de l'injection est de 220°C. La température de la colonne s'élève par des plateaux (T°1 : 45°C ; T°2 :195°C ; T°3 : 220°C ; T°4 : 240°C)(Fig37) suivie d'un programme de refroidissement. La durée totale d'analyse est de 22 minutes. Les acides gras sont brûlés dans la flamme du détecteur (T° = 240°C). Les signaux émis à la sortie des AG sont enregistrés sous forme de pics qui constituent le chromatogramme. Le temps de rétention permet d'identifier les acides gras extraits et la quantité de chaque AG est calculée en référence à l'étalon interne, qui est le C17 : 0 (c'est lui qui permet la quantification des AG). Les acides gras sont exprimés en pourcentage des AG identifiés et en milligrammes par 100 grammes de tissus (Annexe 1).

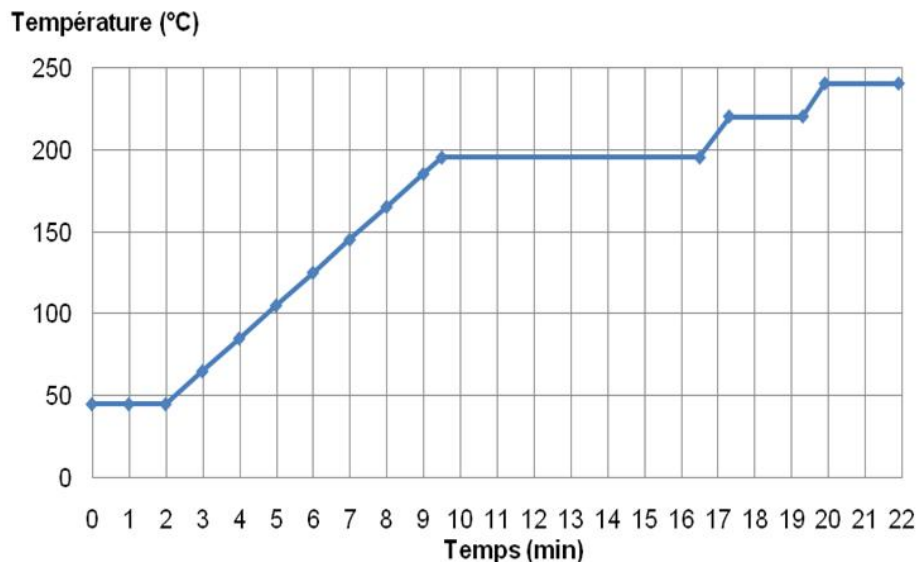


Figure 37 : Programme d'élévation de température de la colonne du chromatographe.

La programmation du four est la suivante : 2 min à 45°C ; élévation de température de 20°C/min ; 7 min à 195°C ; élévation de 30°C/min ; 2 min à 220°C, élévation de 35°C/min ; 2 min à 240°C.

3-3-4/ Séparation sur colonne SEP-PAK des TG et PL :

Les lipides intramusculaires sont constitués de lipides de réserve (les triglycérides) et de lipides membranaires (les phospholipides). Les triglycérides sont à la fois présents à l'intérieur des fibres sous forme de gouttelettes lipidiques et à l'extérieur des fibres au niveau des cellules adipeuses (adipocytes) intermusculaires.

L'utilisation des colonnes SEP-PAK (Waters Corporation, Milford, USA) selon la méthode décrite par Juaneda et Rocquelin (1985) permet de séparer les lipides neutres (LN) et les lipides polaires (LP). 80 mg d'extraits lipidiques sont rincés dans 500 μ l de chloroforme, puis introduits dans la cartouche de silice. Un volume de 30 ml d'un premier solvant A (92 ml d'éther de pétrole + 8 ml d'éther diéthylnique) est à son tour, introduit dans la même cartouche, le contenu de ce dernier est ensuite filtré sous un léger vide. La fraction des lipides non polaires est ainsi entraînée par ce mélange et recueillie dans un ballon taré. Pour la récupération des lipides polaires, 30 ml de méthanol sont introduits dans la même cartouche ayant servi à récupérer les lipides neutres. Un deuxième ballon taré pour le même échantillon permet de recueillir cette part lipidique après filtration.



Photo 6 : Cartouches SEP-PAK.

3-3-5/ Dosage du cholestérol :

Le cholestérol est dosé selon la méthode Liebermann (1885) – Burchard (1890). Le dosage consiste à faire réagir la fonction alcool de cholestérol sur un extrait chloroformique auquel sont ajoutés de l'anhydride acétique et de l'acide sulfurique (catalyseur de la réaction). C'est une réaction colorée spécifique des 3 β -hydroxy-stéroïdes ayant une double liaison en 5-6.

La quantité de cholestérol est proportionnelle à l'intensité de la couleur. Les résultats des différents échantillons sont comparés à ceux de la courbe étalon établie (Annexe3). La lecture au spectrophotomètre est faite à une longueur d'onde de 680 nm. Le dosage se fait sur les lipides extraits par la méthode de Folch et conservés à -20°C. 15 mg de cholestérol q.s.p. 15 ml sont nécessaires pour réaliser une gamme étalon à partir d'une solution de 1mg/ml de cholestérol. Les différentes concentrations sont faites en double. Après avoir vortexé, les tubes sont laissés sous la hotte à l'obscurité pendant 30 mn. A l'issue de ce temps, la mesure de l'absorbance se fait au spectrophotomètre à 680 nm.

Pour préparer les échantillons, un poids en (mg) d'extraits lipidiques est pesé dans des tubes. La pesée se faisant en double. La quantité prise est calculée de façon à ce que le résultat entre dans la gamme étalon. Le même traitement que la gamme étalon leur est appliqué.

Une courbe étalon (Annexe3) est tracée, puis la concentration en cholestérol des échantillons est calculée en mg/100 ml de solution puis par gramme de tissu.

$$\text{Concentration (mg/ml)} = \text{DO} / \text{a (coefficient)}$$

$$\text{Concentration (mg/100 g de tissu)} = [(\text{DO} / \text{a}) \times 9] \times 1000 / \text{mg lipides} \times \text{lipides totaux}$$

Où : a : coefficient de la droite.

9 : volume total du tube en ml.

1000 : pour calculer dans 1 g de lipides totaux par rapport à la masse pesée en mg.

3-3-6/ Statut antioxydant de la viande :

3-3-6-1/ Matériel :

Dans le cadre des analyses enzymatiques, les échantillons ont été prélevés à l'éviscération et immédiatement congelés dans de l'azote liquide et stockés à -80°C jusqu'à analyse. La toco acétate a été dosée à partir des extraits lipidiques obtenus par la méthode de Folch 1957.

3-3-6-2/ Dosage de la toco acetate par HPLC (Abidi 2000) :

L'alpha tocophérol a été mis en évidence par HPLC en phase normale avec une phase stationnaire C₁₈ à base de célice après extraction par saponification des extraits lipidiques obtenus par la méthode de Folch (1957), détecté par un fluorimètre UV visible.

3-3-6-3/ Dosage des enzymes antioxydants :

3-3-6-3-1/ Dosage de la superoxide dismutase (SOD) :

Le dosage de l'activité SOD a été fait selon la méthode de Yu et Rengel (1999) en mesurant l'aptitude de l'enzyme à inhiber la réduction photochimique du NBT (Sigma). Le volume réactionnel (1ml) contient 50mM Na₂CO₃pH 10.4, 13mM méthionine, 0.025% (m/v) TritonX100, 75µM NBT, 2µM riboflavine (Sigma) et l'extrait enzymatique. La réaction est initiée par l'ajout du riboflavine, et l'absorbance est mesurée (A₅₆₀) après 10mn d'incubation sous une lumière fluorescente. Une unité SOD est définie comme étant la quantité d'enzyme (volume de l'extrait enzymatique) qui inhibe le taux de réduction du NBT de 50%.

3-3-6-3-2/ Dosage de la catalase (CAT) :

Le dosage de la CAT est déterminé en suivant la décomposition de H₂O₂ à 240 nm ($\epsilon = 36 \text{ M}^{-1}\text{cm}^{-1}$) (Anderson et al. 1995). Le milieu réactionnel contient 10 mM de H₂O₂ dans du tampon phosphate de potassium 50mM pH 7 et 10 µl de l'extrait enzymatique.

3-3-6-3-3/Dosage du peroxyde d'hydrogène :

L'extraction du peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) a été faite par broyage des échantillons dans l'azote liquide et ré-suspension dans une solution de méthanol: EDTA 0,5M pH8 (9:1, v/v) à raison de 300 μ l par 100mg d'échantillon. Après centrifugation (15min 13000 \times g à 4°C) le surnageant est repris dans un tube 1,5ml autoclave. Le dosage est fait au luminomètre (Berthold detection system). Vingt microlitres de luminol (0,11 μ M) sont ajoutés à 20 μ l d'échantillon, la réaction est amorcée par l'ajout du ferricyanure de potassium ($KFe(CN)_6$) à 14mM. La réaction est la suivante: L'hydrazure d'acide 3-aminophthalique (luminol) s'oxyde avec de l'eau oxygénée en milieu alcalin pour donner de l'acide 3-aminophthalique (sous forme de son dianion), du diazote et de l'eau. Cette réaction exothermique, catalysée par le complexe hexacyanoferrate (III), émet une lumière froide (luminescence), visible dans l'obscurité. La concentration en H_2O_2 a été déterminée à partir d'une courbe étalon établie par un dosage de quantités connues (de 1 mM à 1nM) de cet élément.

3-4/ Résultats et Discussion :

En nutrition moderne, la viande est sujet de discussions et de critiques dans une société de plus en plus attentive aux facteurs diététiques et au bénéfice "santé" de son alimentation. Ces critiques portent, notamment, sur la teneur en graisse de la viande et sur la composition de sa fraction lipidique (acides gras saturés et cholestérol). La viande présente une composition très variable dépendant de nombreux facteurs tels que l'espèce animale, le morceau et le muscle considéré, mais aussi de facteurs biologiques (âge, sexe, race), des conditions d'élevage (vitesse de croissance, type des régimes).

Cette approche a un double intérêt, satisfaire l'aspect sensoriel exigé par l'utilisateur notamment en matière d'aspect et améliorer la qualité nutritionnelle du produit par son enrichissement par des acides gras à valeur santé, non atherogène, non thrombogène et caractérisée par un indice d'insaturation convenable.

3-4-1/ Le profil des Acides gras du LD non paré:

Les compositions en acides gras (AG) des muscles des différents groupes d'agneaux sont représentées dans (Tab29). A teneurs comparables en lipides totaux (20 à 23%), le C16:0, le C18:0 et le C18:1 n-9c sont prédominants dans les 4 groupes. Le C16:0 et le C18:0 sont significativement plus élevés dans les groupes d'animaux des zones aride (A) et semi aride (SA).

Aucune différence significative n'a été révélée pour le C18:1n-9c et le C18:1n-7 entre les 4 groupes d'animaux. Cette observation corrobore avec les résultats obtenus par Gatellier (2005). Les viandes d'animaux de la zone SA et du régime C ont une teneur plus élevée en C18:2 n-6c comparativement aux autres groupes ($p < 0,001$). La représentation de l'isomères trans C18:2 n-6t est en faveur ($p < 0,001$) des animaux élevés dans les zones semi aride et arides suivi du régime C (0,87 vs 0,81)% (Fig38). Cette observation est semblable au dépôt significatif des CLA dans les lipides des essais d'animaux nourris exclusivement à l'herbe, source des ALA générateur des CLA par la voie de la 9-désaturase, et l'isomérisation par la flore du rumen tel que *Butyvirbio fibrisolvens* (Maene 2002).

L'acide gamma linoléique (C18:3 n-6) est beaucoup plus présent dans la viande des groupes SA et A, relativement supérieur à celui de la zone H et le régime C ($p < 0,001$). Cet AG, indicateur de la consommation d'herbe comme l'a rapporté Dufey (2008), nous laisse penser que les animaux des groupes des hautes altitudes (SA et A) ont effectivement consommé de l'herbe.

L'influence de l'alimentation à base d'herbe de la zone aride se manifeste également sur l'augmentation intramusculaire de l'acide linoléique (C18:3 n-3) comparativement à la région humide (1,98 vs 1,42%). Les AGPI longues chaînes sont faiblement représentés dans la viande des 4 groupes, quoique des différences significatives sont observées entre les différentes viandes pour le DPA (C22:5 n-3), qui apparait relativement plus prédominant dans le groupe de la zone A ($p < 0,04$) comparativement aux zones H et SA. Ces résultats sont similaires à ceux de Nürnberg (2001) et Yang (2002) où le DPA et le DHA ont connu une stabilité aux environs de (0,22 vs 0,22%) et (0,03 vs 0,04%).

Globalement, les quantités totales des AGS et AGMI sont peu variables. Ces observations sont en accord avec celles rapportées par Popova (2006) sur *M. Longissimus lumborum* et *M. semimembranosus* et sur des agneaux d'herbe et de bergerie en système d'élevage conventionnel et en agriculture biologique. Toutefois, la différence est beaucoup plus perceptible pour les AGPI, où la viande de régions SA et A apparaît en contenir plus que celle de la région H (5,33 et 5,40 contre 4,43 %) à ($p > 0,05$). Cet effet s'est retentit sur la somme des acides gras n-6 à $p < 0,001$.

Tableau 29: Lipides totaux (LT) et AG (en% des AG identifiés)

Régimes	A	SA	H	C	rsd	Effet
LT (g/100g)	23,45a	20,67a	21,17a	22,73a	5,39	NS
C16 :0	27,78b	28,22b	26,19a	26,18a	1,10	$p < 0,001$
C18 :0	19,60bc	18,35c	24,97a	22,10ab	3,07	$p < 0,001$
C18 :1 n-9c	32,37a	32,96a	33,83a	31,79a	3,44	NS
C18 :2 n-6t	0,85b	0,89b	0,62a	0,81b	0,11	$p < 0,001$
C18 :2 n-6c	1,13a	1,59b	0,95a	1,28ab	0,35	$p < 0,001$
C18 :3 n-6	0,27b	0,30b	0,23a	0,27ab	0,03	$p < 0,001$
C18 :3 n-3	1,98b	1,57ab	1,42a	1,82ab	0,40	$p < 0,007$
C20 :4 n-6	0,24a	0,20a	0,22a	0,19a	0,08	NS
C20 :5 n-3	0,02a	0,15a	0,17a	0,12a	0,13	$p < 0,04$
C22 :5 n-6	0,00a	0,00a	0,01a	0,00a	0,01	NS
C22 :5 n-3	0,22b	0,18ab	0,16a	0,22b	0,04	$p < 0,004$
C22 :6 n-3	0,02a	0,03a	0,02a	0,04a	0,02	NS
AGS	56,96a	56,47a	57,25a	57,67a	2,91	NS
AGMI	37,71a	38,13a	38,32a	37,16a	3,30	NS
AGPI	5,33b	5,40b	4,43a	5,17b	0,98	$p < 0,07$
n-6	2,65ab	3,08b	2,22a	2,67ab	0,45	$p < 0,001$
n-3	2,58a	2,26a	2,15a	2,46a	0,56	NS
LA/ALA	0,57a	1,01b	0,67a	0,72a	0,15	$p < 0,001$

Chaque valeur est la moyenne de 12 animaux. Les valeurs en ligne affectées de la même lettre ne sont pas statistiquement différentes H (humide), SA (semi aride), A (aride), C (concentré).

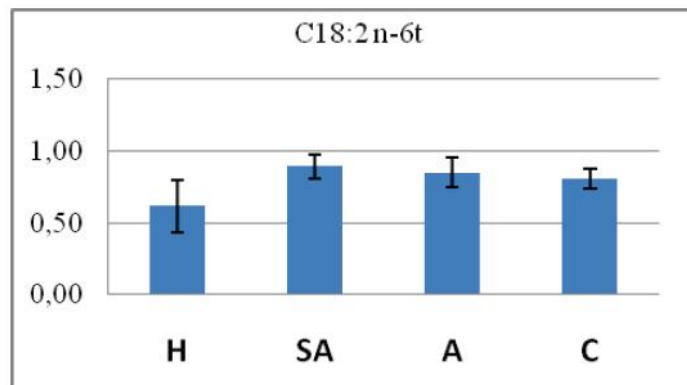


Figure 38: Distribution des isomères trans C18:2 (en %) en fonction du mode d'élevage.

3-4-2/ Le profil des Acides gras du LD paré

Les teneurs en lipides totaux des viandes des pâturages (Fig40) sont significativement inférieures comparativement au groupe témoin 12,16-6,87-5,89 vs 16,44% à $p < 0,001$. Cette diminution de la matière grasse progressive en milieu aride de 26% et en moyenne de 39% en milieu semi aride et humide permet de classer les viandes SA et H dans les viandes de catégorie maigres. La richesse de l'herbe en matière sèche dans le milieu aride (A) a favorisé un gain en lipides de qualité nutritionnelle appréciable et considérable malgré l'effort physique dans les parcours. L'effet du mode de conduite est marqué, en accord avec les résultats de Diaz et al., (2002).

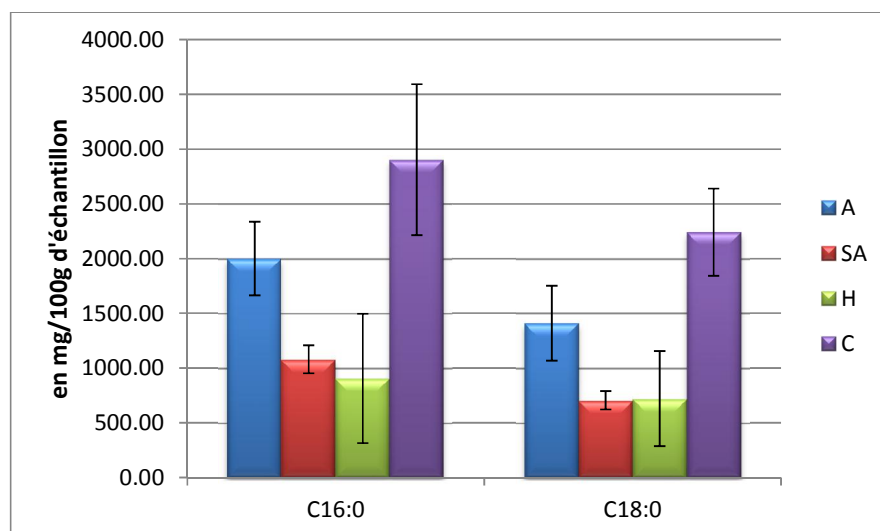


Figure 39: Les concentrations de l'acide palmitique et l'acide stéarique exprimés en mg/100g.

L'acide palmitique et l'acide stéarique exprimés en mg/100g (Fig39) sont en moyenne significativement inférieurs dans la viande des pâturages respectivement (1328vs2903) et (944,66vs2240) à $p < 0,001$. Ces résultats sont favorables dans les viandes d'herbe surtout pour le C16 :0 considéré par les nutritionnistes comme acide gras proathérogène. Ces deux acides gras n'ont pas montré de différences significatives en % d'AG identifiés (Fig40). La viande d'herbe (A) contient deux fois plus de C18 :0 que la viande SA et H. Cette observation est en faveur de ce type de viande, due principalement à son pouvoir hypocholestérolémiant (Gründy, 1994) à l'opposé du C16 :0 qui est hypercholestérolémiant.

Les acides gras de chaînes moyennes présentés dans la figure (40)(C10 :0, C12 :0 et C14 :0) affichent des valeurs légèrement supérieures par rapport au témoin 0,30 vs 0,15 ; 0,46vs0,11 et 5,15vs2,94 en % d'AG identifiés. La chaîne moyenne était significativement présente dans la viande d'agneau des pâturages, probablement en raison de sa présence dans le lait maternel (Oreani et al., 2005). Ils ne sont pas dominants dans la viande des agneaux des pâturages surtout dans le semi aride et l'humide par rapport à la viande témoin respectivement 8-10vs17 pour le C10; 11vs13 pour le C12 et 162-186vs347 pour le C14 exprimés en mg/100g. Kris-Etherton et Dietschy (1997) affirment que les faibles teneurs de l'acide laurique et de l'acide myristique ne stimulent pas l'hypercholestérolémie.

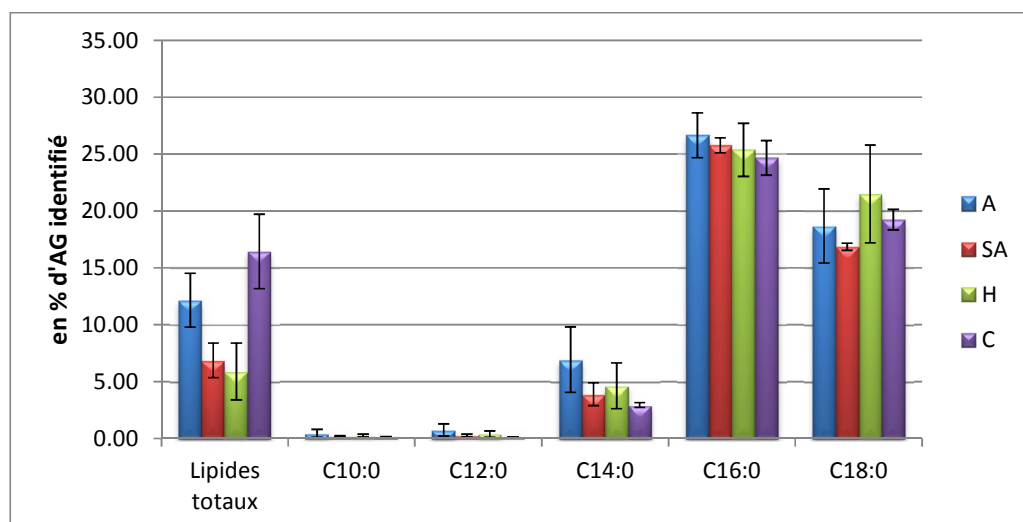


Figure 40: Lipides totaux et acides gras exprimés en % d'AG identifiés.

Les AGMI exprimés en mg/100g ont montré en moyenne des teneurs deux fois inférieures en particulier l'acide palmitoléique 16:1 n-7(84,3vs190) dans les viandes d'herbe. Cet acide gras est considéré comme un marqueur du risque athérogène (Cambien et col, 1988). Pour l'acide oléique, une prédominance a été observée dans la viande produite en milieu aride par rapport à la viande d'agneau élevé au milieu semi aride et humide (2718vs1726-1168mg/100g) à $p < 0,001$ (Fig41). En Moyenne, cet acide gras était dominant dans la viande du concentré (4998 vs 1870,66) à $p < 0,001$ en concordance avec les résultats de Popova (2006).

Les expressions de l'acide oléique en % d'AG identifiés sont majoritaires dans les deux types de viandes produites en extensif ou en intensif respectivement 36%(A) ; 41%(SA) ; 35%(H) vs43%(C) (Fig42). En moyenne la différence n'est pas trop importante surtout entre le semi aride (SA) et (C). Cet acide gras a un intérêt nutritionnel et diététique considérable dans le drainage des facteurs responsables des pathologies cardiovasculaires (CVD). En conclusion, il apparaît que la neutralité de l'acide oléique, représentant majeur des acides gras mono insaturés est un avantage et justifie sa consommation.

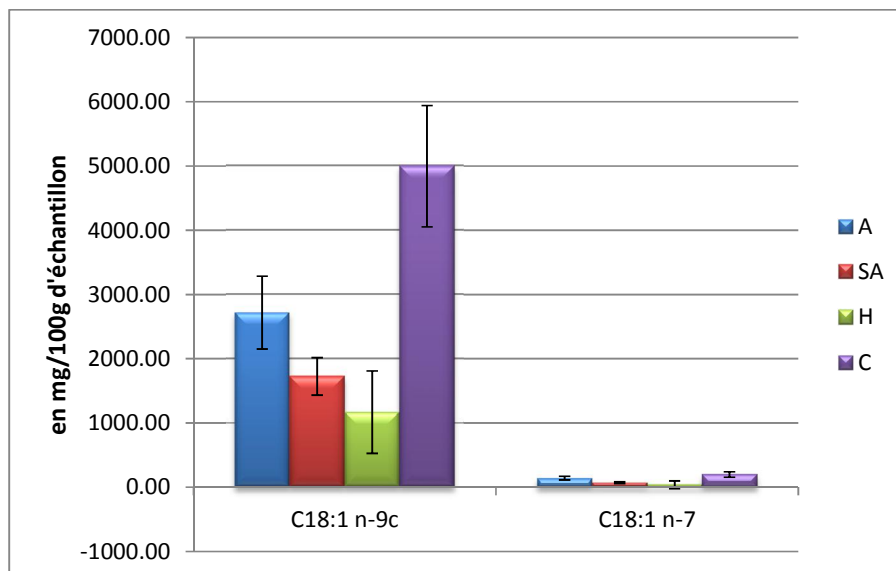


Figure 41 : Acides gras mono insaturé exprimés en mg/100g.

Le C16 :1 n-9 et le C18 :1 n-7 ont respectivement présentés des différences significatives entre les quatre types de viandes à $p < 0,01$ avec des prédominances dans la viande des pâturages et $p < 0,001$ avec des quantités intéressantes dans la viande produite en intensif (C) (Fig42 et Fig41).

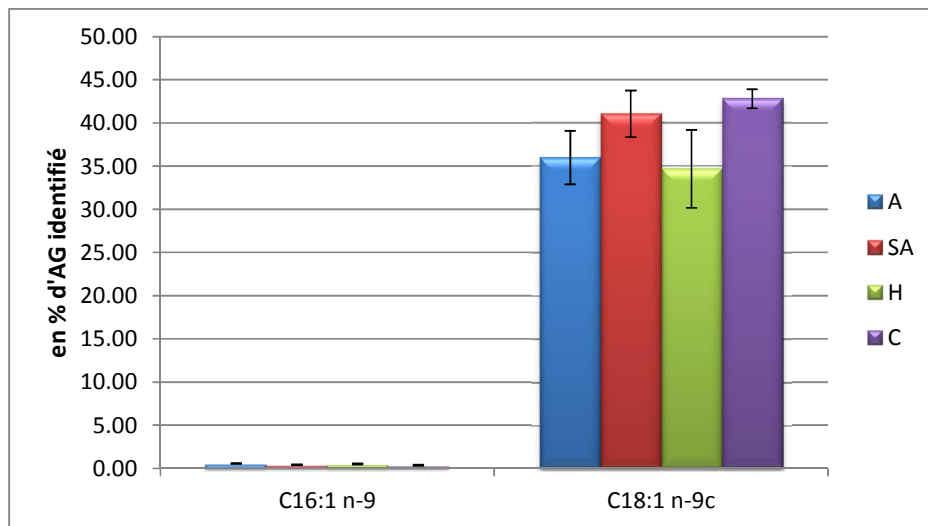


Figure 42: Acides gras mono insaturés exprimés en %d'AG identifiés.

Différents travaux ont affirmé que l'herbe augmente significativement les teneurs en AGPI n-3 dans les muscles par rapport à un régime à base d'un aliment concentré (Purchas et al. 2005 ; Prache et al, 2011). Notre travail a permis de confirmer cette hypothèse même avec la variation de la composante botanique et la fluctuation de sa matière sèche sur plusieurs étages bioclimatiques (A, SA et H) en comparaison avec un régime standard. La teneur moyenne exprimée en mg/100g d'échantillon a montré une différence de plus de 45% (89 vs 49 mg/100g) à $p < 0,04$ (Fig43) et de 80% (2,04vs0,41% d'AG identifiés) à $p < 0,001$ (Fig44). Toutefois, ceci s'accompagne d'une baisse parallèle de plus de 61 % de la teneur en AGPI n-6 du muscle long dorsal (Fig43).

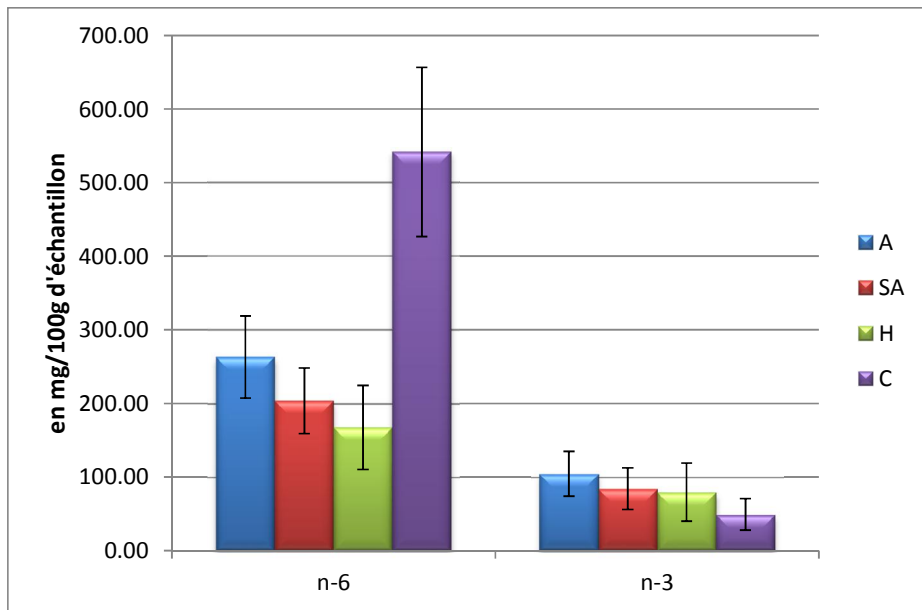


Figure 43 : Acides gras polyinsaturés n3 et n6 exprimé en mg/100g.

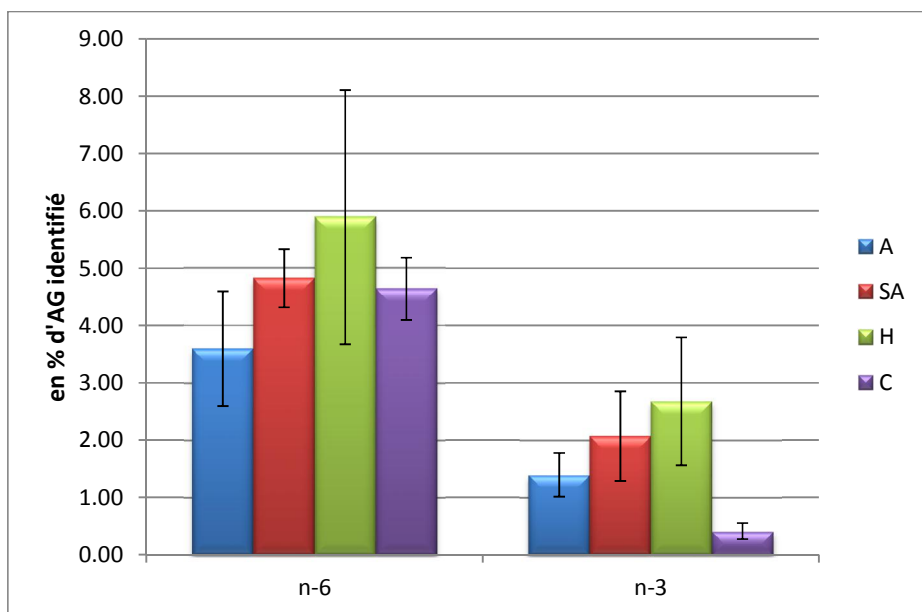


Figure 44 : Acides gras polyinsaturés n3 et n6 exprimés en %d'AG identifiés.

Cette baisse est relative en moyenne à une augmentation considérable de la concentration en ALA (55vs32mg/100g) à $p < 0,04$ et (1,18vs0,26% d'AG identifiés à $p < 0,001$) respectivement (Fig 45 et Fig46) et ses dérivés longues chaînes (AGPI LC) surtout DPA n-3 (26vs5mg/100g) à $p < 0,002$ et (0,38vs0,04% d'AG identifiés) à $p < 0,001$, et DHA (2,66vs0mg/100g) à $p < 0,01$ (Fig47 et Fig48). Les

concentrations de ces acides gras peuvent atteindre des augmentations équivalentes à (x 4,2-5,4 pour l'ALA et x 3,8-4,5, x 2,8-2,7 et x 3,4-5,1 pour l'EPA, le DPA n-3 et le DHA, respectivement) chez les ruminants conduits au pâturages durant des périodes prolongées (Elmore et al., 2004) comparativement à un régime à base de concentré.

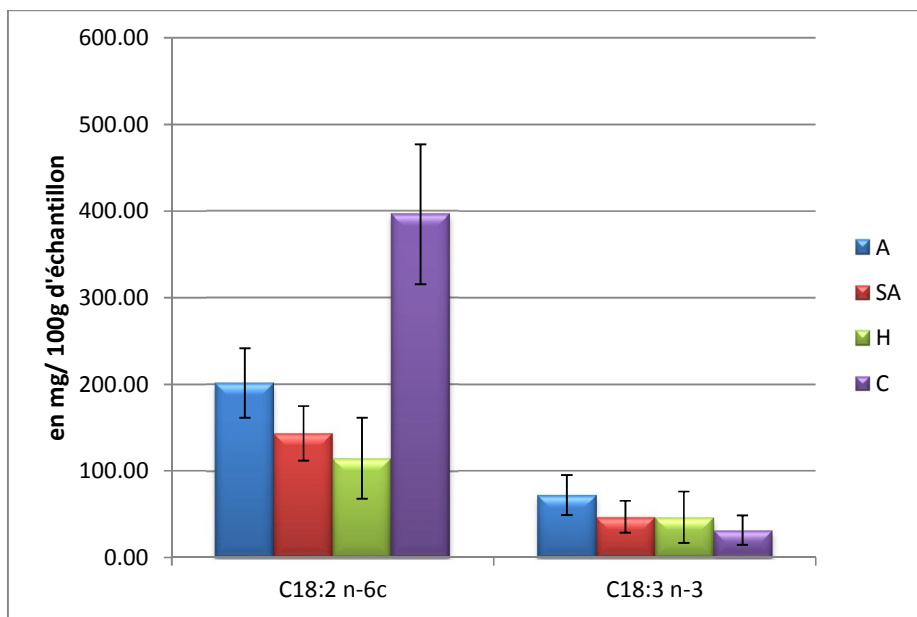


Figure 45: AL et ALA en mg/100g d'échantillon.

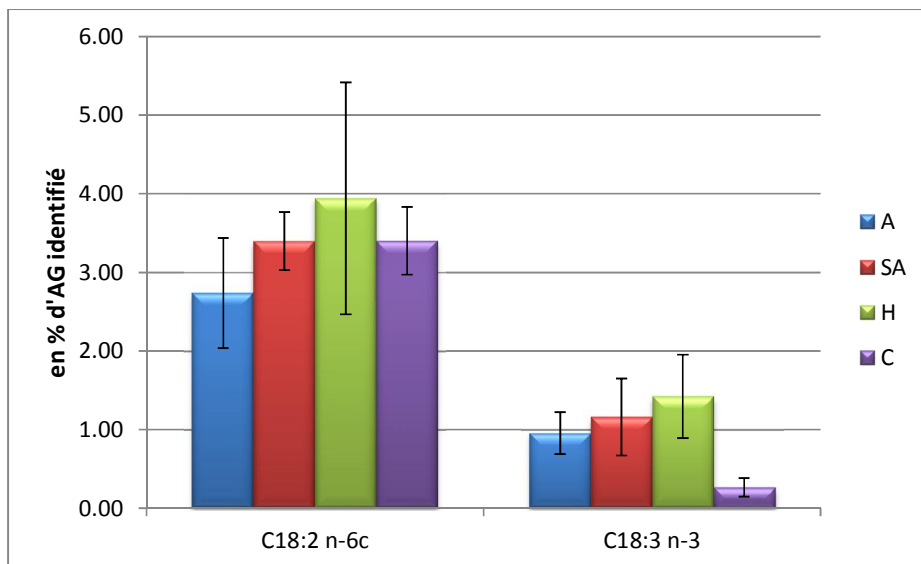


Figure 46 : AL et ALA en % d'AG identifiés.

Givens et Gibbs, (2006) affirment que l'acide alpha-linolénique originaire des herbes des pâturages possède une forme glycolipidique caractérisée par sa faible sensibilité à l'hydrolyse au niveau de la panse contrairement à la forme triglycéride de ALA des oléagineux, ce qui lui permet d'atténuer l'intensité du processus de la biohydrogénation pouvant être supérieur à 80% (Scollan et al., 2001 ; Lee et al., 2008) d'une part et favoriser la synthèse des AGPI LC en d'autre part. L'hypothèse étant que la flore alpine pouvait réduire la biohydrogénation des AGPI alimentaires (Collomb 2004 ; Chilliard 2007).

Cet effet bénéfique de la consommation d'herbe au pâturage sur le dépôt préférentiel d'AGPI n-3 dans la viande est proportionnel à la durée de la consommation d'herbe (Noci et al., 2005) et à l'absence de suppléments en phase de finition (Moreno et al., 2008). Des résultats similaires ont été obtenus par Blanco et al. (2010) ; Alfaia et al. (2009) sur des taurillons. Les observations de Bilik et al. (2009) sont contradictoires. Bauchart et al., (2005) ont signalé que les variations des teneurs en AGPI n-3 sont relatives au type métabolique du muscle, puisqu'un muscle possède une activité oxydative, par sa richesse en TG à l'opposé d'un muscle à tendance glycolytique riche en PL .

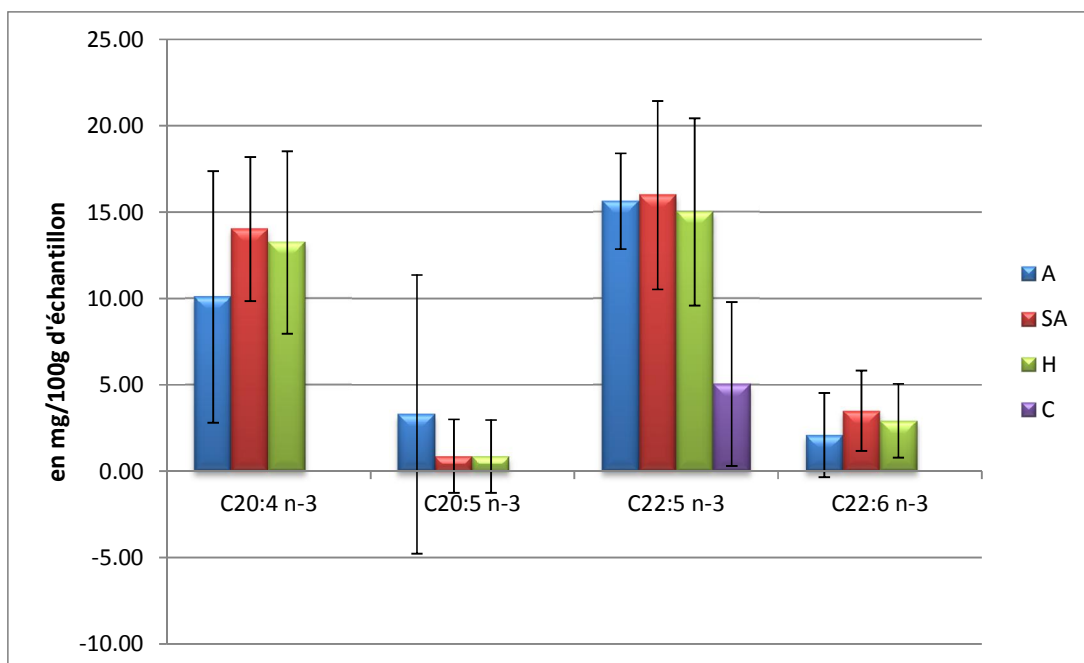


Figure 47 : Acides gras polyinsaturés longues chaînes n3 en mg/100g d'échantillon.

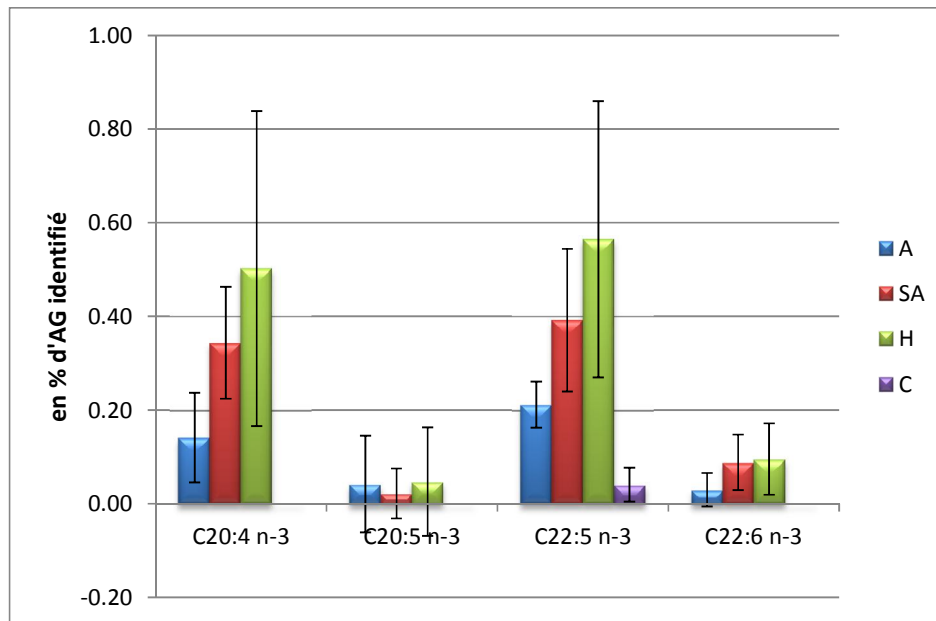


Figure 48 : Acides gras polyinsaturés longues chaines n=3 en %d'AG identifiés.

Par ailleurs, on signale que plus les ingrédients dans les aliments concentrés sont importants surtout en maïs, plus les teneurs en AGPI n-3 (ALA, EPA, DPA n-3 et DHA) intramusculaires diminuent. Garcia et al., (2008) affirment qu'un apport en aliment concentré durant toute la période de l'expérimentation ou en finition après une période de pâturage influe négativement sur les teneurs des AGPI n3 et AGPL LC n3 au profit des AGPI n6.

Ceci corrobore avec nos résultats représentés par les apports de la viande issue de l'aliment concentré qui expriment des quantités significativement élevées jusqu'à deux fois et demi supérieures de l'acide linoléique (AL) (396vs153mg/100g) à $p < 0,001$ (Fig45) et AGPI LC n6 (2vs 1mg/100g) et (8vs3,33mg/100g) à $p < 0,005$ respectivement du C22 :4 n-6 et C22 :5 n-6 (Fig49).

Les deux familles d'AGPI n6 et n3 ne sont pas inter-convertibles mais elles entrent en compétition pour la voie de désaturation élongation (Legrand, 2003), ce qui implique un effet de balance métabolique entre ces deux familles (Barcelo-Coblijn et Murphy, 2009). Ainsi, en situation d'apport alimentaire équilibré entre AGPI n-6 et n-3, la voie de biosynthèse des AGPI n-6 s'arrête à l'AA alors qu'elle se poursuit au-delà lorsque cet apport est déficient en AGPI n-3, conduisant à la synthèse de DPA n-6 (22:5 n-6) en compensation de la diminution de la synthèse

du DHA. L'importance relative de ces deux voies de synthèse dans l'organisme est donc largement contrôlée par la quantité d'AGPI totaux présents dans l'alimentation mais aussi par le rapport n-6/n-3 et le rapport AL/ALA des AG ingérés (Nakamura & Nara, 2004 ; Harnack et al., 2009).

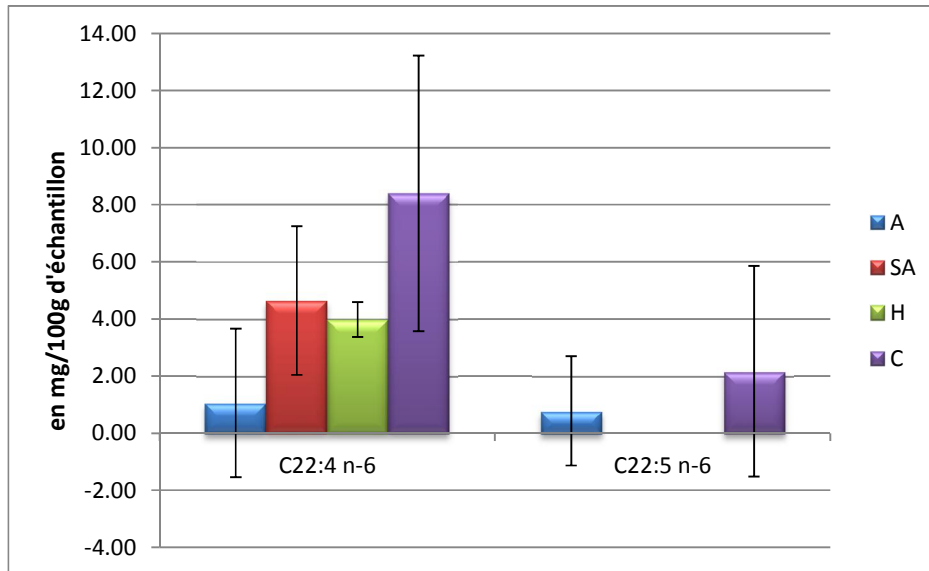


Figure 49 : Acides gras polyinsaturés longues chaînes n6 en mg/100g d'échantillon.

Contrairement à l'herbe fraîche, l'herbe ensilée génère des teneurs en AGPI n-3 dans la viande légèrement plus faibles à cause des fermentations qui peuvent apparaître durant le stockage. Ainsi, le mode de distribution des régimes à base d'herbe altèrent le dépôts des AGPI au niveau intramusculaire (Huuskonen et al., 2010).

Le mode de conduite de l'élevage et le type de régime semblent influencer également les sommes des acides gras saturés et insaturés. Les acides gras saturés(AGS) apparaissent dans des proportions nettement inférieures dans les viandes des pâturages principalement semi arides (SA) et humides (H) contre les viandes du régime concentré (C) respectivement 1998-1881vs5626mg/100g à $p < 0,001$ avec une différence moyenne de 65%. Leur teneurs sont légèrement

inférieures dans la viande produite en milieu aride (4083 vs 5626mg/100g) avec une différence de 27,42% (Fig50). Ce point est positif en diététique moderne.

En revanche, les acides gras mono insaturés (AGMI) totaux sont majoritaires dans les viandes du concentré (C). Ils montrent des teneurs une fois et demi à deux fois et demi moins dans les viandes des pâturages par rapport au viandes des régimes standard respectivement (3057-1902-1293vs5486mg/100g à $P < 0,001$). Les AGMI *trans* représentent une classe minoritaire des AGMI des viandes, leur teneur étant comprise, toutes viandes confondues, entre 1,5 et 2,5 % des AGT représentés principalement dans cet essai par 18:1 n9t et 18 :2 n6t.

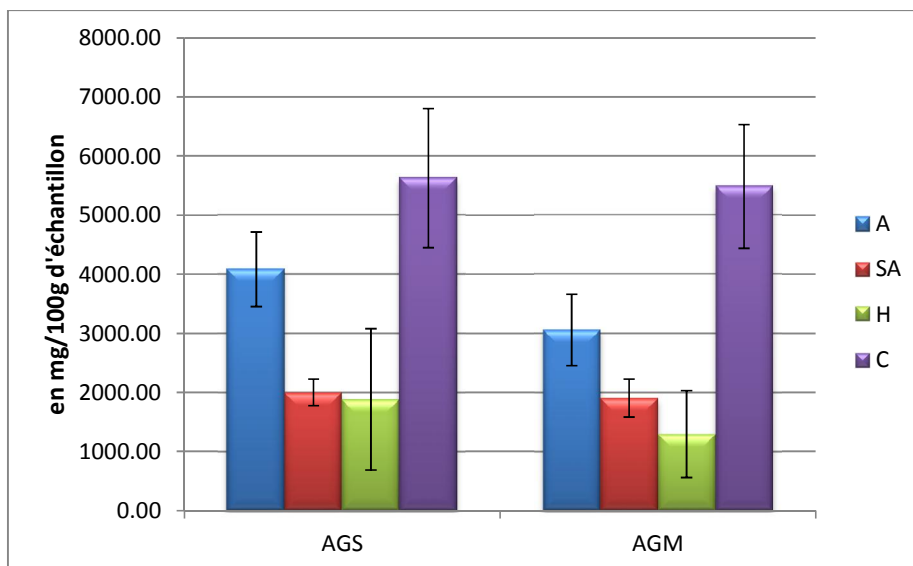


Figure 50: Les acides gras totaux saturés et mono insaturés exprimé en mg/100g.

La somme des acides gras polyinsaturés AGPI semble être affectée par le niveau des régimes et la nature de l'alimentation. Les résultats sont significatifs à $p < 0,005$, surtout en pâturage du milieu semi aride et humide respectivement 7,01-8,71vs 5,05 en % d'AG identifiés (Fig51).

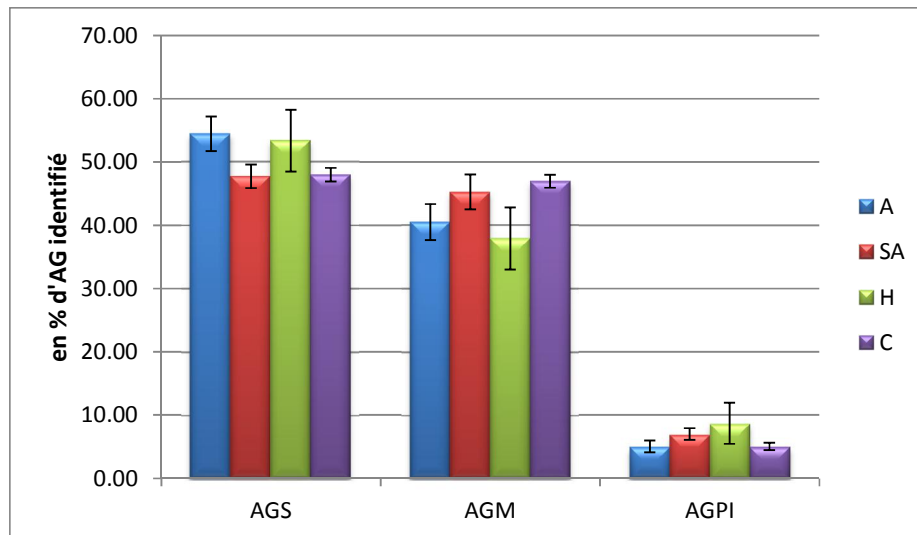


Figure 51: Les sommes des acides gras saturés, monoinsaturés et polyinsaturés en % d'AG

En conclusion, même si l'effet n'est pas très marqué, l'apport d'ALA sous forme d'herbe permet d'augmenter de façon significative la teneur en AGPI LC n-3 tels que l'acide eicosapentaénoïque (EPA, 20:5 n-3) et l'acide docosahexaénoïque (DHA, 22:6 n-3) dans le muscle suggérant que leur synthèse à partir de l'ALA est active et modulable.

Les modifications apportées dans le contenu en AGPI n-3 et n-6 entraînent une forte diminution (d'un facteur 3,4 à 4,2) du rapport en AGPI n-6/n-3 et LA/ALA pour atteindre une valeur voisine de 2 passant au-dessous des recommandations (<5). Cette faible valeur du rapport n-6/n-3 des muscles (Fig52) a été confirmée chez des bovins alimentés selon deux systèmes de production d'herbe (Razminowicz *et al.*, 2006).

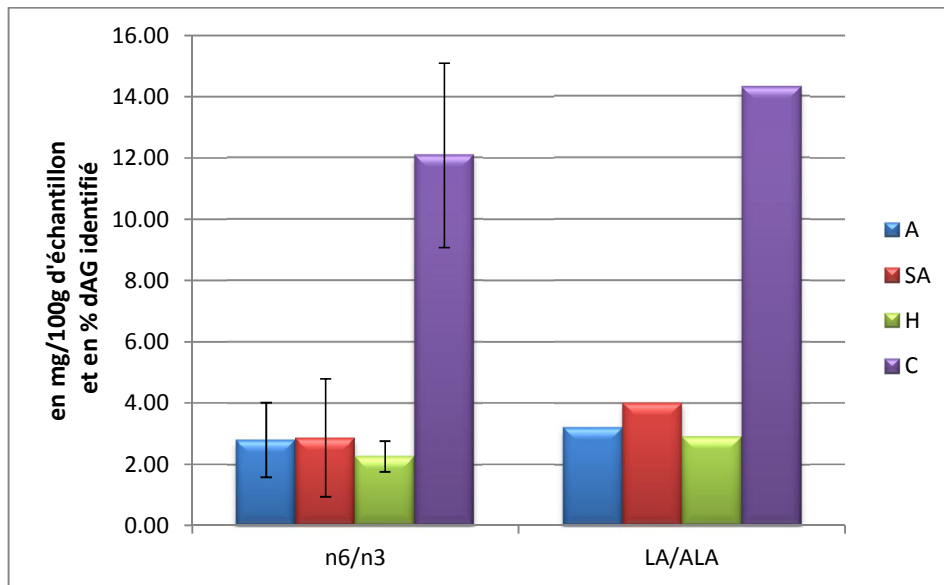


Figure 52 : Rapports n-6/n-3 et LA/ALA LD crue.

La comparaison du profil des acides gras entre les différents régimes alimentaires est souvent problématique à cause de l'interaction avec la quantité de lipides totaux. Une solution consiste à mettre chaque acide gras (en mg par 100 g de muscle) en relation avec la quantité de lipides totaux. Cette approche permet de mettre en évidence, pour certains d'entre eux, une relation spécifique aux différents régimes alimentaires. Les pentes peuvent être très différentes même entre deux régimes à base d'herbe. Selon l'ANC (2001), l'intervalle d'énergie d'origine lipidique proposé est de 30-35%, une fois les polyinsaturés satisfaits, les saturés limités, et les monoinsaturés considérés notamment l'acide oléique justifié par sa neutralité afin d'assurer la fonction de nutrition et la prévention thérapeutique nutritionnelle (Chardigny et al., 2007; Berquin et al., 2008).

3-4-3/ Le profil des Acides gras du TASC :

On rappelle que la qualité nutritionnelle de la viande produite en intensif et en extensif est traitée dans ce travail essentiellement sur l'analyse de la composante lipidique.

Le tissu adipeux sous cutané est une composante anatomo-histologique de la viande, constitué d'adipocytes, capables de synthétiser des acides gras, de les

estérifier en triglycérides, et de les hydrolyser par la suite au service des tissus. Le rôle de la régulation de l'équilibre énergétique est attribué au tissu adipeux blanc. Ce dernier est composé d'une forte proportion de lipides (75 à 85 %), (Lebret et Mourot, 1998), en concordance avec nos résultats qui expriment une différence moyenne de 9,11% entre la viande d'herbe et celle produite par un aliment concentré (Tab30). Cette différence pourra atteindre 20% dans la viande d'agneau des pâturages en région humide(H).

Contrairement à la viande crue, le C12 :0 et le C14 :0 au niveau du TASC ont montrés des teneurs significativement élevées à $p < 0,001$ dans les gras d'herbe (Tab30), certainement en relation avec leur β -oxydation rapide en comparaison au C16 :0 (Rioux et col. 2000), source d'énergie pour les animaux à activité physique intense et déplacement permanent en élevage extensif.

Tableau 30 : Lipides totaux, acides gras de chaines moyennes saturés et insaturés exprimés en % d'acides gras identifiés et mg/100g d'échantillon du TASC

		A	SA	H	C	rsd	Effet
Lipides totaux	%	74,39	77,45	63,20	78,87	8,21	$p < 0,04$
	mg	74,39	77,45	63,20	78,87	8,21	$p < 0,04$
C10:0	%	0,65a	0,21b	0,28b	0,13b	0,17	$p < 0,001$
	mg	341,24a	103,05b	123,92ab	58,72bc	129,00	$p < 0,006$
C12:0	%	1,04a	0,26b	0,46b	0,08b	0,24	$p < 0,001$
	mg	525,54a	131,50b	202,20b	35,22b	171,00	$p < 0,001$
C14:0	%	9,11a	4,29b	5,86b	2,37c	1,64	$p < 0,001$
	mg	4471,35a	2130,67b	2580,93ab	1106,74bc	1130,00	$p < 0,001$
C14:1	%	0,24ab	0,23ab	0,09bc	0,30a	0,80	$p < 0,001$
	mg	123,06ab	114,88ab	40,73b	137,63a	50,00	$p < 0,02$

Chaque valeur est la moyenne de n=6. Les valeurs en ligne affectées de lettres différentes sont significativement différentes

L'engraissement peut être considéré comme le résultat net d'une balance entre trois compartiments les lipides d'origine exogène apportés par l'alimentation, la synthèse endogène de lipides (lipogenèse) et la dégradation des lipides à travers

la β -oxydation. Cette dernière est un processus enzymatique, qui conduit à la dégradation des acides gras en plusieurs molécules d'acétyl CoA actifs dans le cycle de Krebs (Cassy et al., 2005).

Le C16 :0 et le C18 :1 n-9 sont prédominants dans les quatre viandes sans différences statistiques (NS) quand ils sont exprimés en mg/100g d'échantillon. Le C18 :0 s'est présenté légèrement différent entre les gras analysés à $p < 0,04$ et $p < 0,05$ avec un dépôt préférentiel dans le (SA) et le (C) (Tab31).

Tableau 31 : Les acides gras longues chaînes saturés et monoinsaturés exprimés en % d'acides gras identifiés et mg/100g d'échantillon du tissu adipeux sous cutané.

		A	SA	H	C	rsd	Effet
C16:0	%	28,29a	24,81b	26,60a	22,05bc	1,63	$p < 0,001$
	mg	13715,77	12282,20	11805,30	10278,81	2853,00	NS
C16:1 n-9	%	0,63a	0,40b	0,55a	0,33b	0,08	$p < 0,001$
	mg	301,22a	200,12ab	246,13ab	155,67b	65,00	$p < 0,01$
C16:1 n-7	%	1,66a	1,16b	1,50a	0,94b	0,26	$p < 0,001$
	mg	838,94a	578,52ab	651,78ab	440,45b	218,00	$p < 0,04$
C18:0	%	19,27a	24,89a	22,63a	25,99a	4,01	$p < 0,04$
	mg	8968,91a	12305,68b	10152,04ab	12174,11b	2234,00	$p < 0,05$
C18:1 n-9c	%	31,19ab	37,88ab	33,79ab	40,57b	5,21	$p < 0,05$
	mg	15288,70	18822,39	14671,87	18910,44	3568,00	NS

Chaque valeur est la moyenne de $n=6$. Les valeurs en ligne affectées de lettres différentes sont significativement différentes.

Les résultats des AGPI (AL et ALA) (Tab32) ont affiché respectivement des teneurs sans différence pour le premier, ou légèrement supérieur dans le C, et des teneurs significativement élevées 4 à 5 x pour le deuxième à $p < 0,01$.

Tableau 32 : Les acides gras polyinsaturés exprimés en % d'acides gras identifiés et mg/100g d'échantillon du tissu adipeux sous cutané. (Acide linoléique et acide linoléique).

		A	SA	H	C	rsd	effet
C18:2 n-6c	%	2,69a	2,15a	1,73a	3,05a	0,80	$p < 0,06$
	mg	1426,47	1081,87	791,58	1433,62	660,00	NS
C18:3 n-3	%	1,30a	1,07a	1,07a	0,25b	0,47	$p < 0,01$
	mg	616,09a	512,01ab	488,14ab	120,97b	256,00	$p < 0,01$

Chaque valeur est la moyenne de $n=6$. Les valeurs en ligne affectées de lettres différentes sont significativement différentes.

Parmi les AGPI LC n3 et n6, seuls le C22:5 n-3(DPA) et C22:5 n-6 exprimés en mg/100g d'échantillon ont présenté des variations significatives entre les quatre types de viandes en faveur des viandes issues des pâturages avec des différences en mg/100g respectives de 97% à $p < 0,003$ et 62% à $p < 0,02$ (Tab33 et Tab34). Ailhaud, (2007) confirme ces observations et affirme que le tissu adipeux peut accumuler des acides gras polyinsaturés essentiels des séries $\omega 6$ et $\omega 3$ inclus dans les facteurs nutritionnels, en particulier les lipides ingérés, qui influent sensiblement l'ontogénèse du tissu adipeux.

Tableau 33 : Les acides gras polyinsaturés longues chaînes n-3 exprimés en % d'acides gras identifiés et mg/100g d'échantillon du tissu adipeux sous cutané. (EPA, DPA et DHA).

		A	SA	H	C	rsd	effet
C20:5 n-3	%	0,02a	0,00a	0,05a	0,00a	0,02	$p < 0,03$
	mg	12,03	0,00	21,04	0,00	16,00	NS
C22:5 n-3	%	0,15a	0,15a	0,17a	0,00b	0,06	$p < 0,001$
	mg	71,99a	70,27a	74,90a	2,19b	33,00	$p < 0,003$
C22:6 n-3	%	0,01	0,02	0,01	0,00	0,02	NS
	mg	4,68	12,53	6,47	0,00	13,00	NS

Chaque valeur est la moyenne de n=6. Les valeurs en ligne affectées de lettres différentes sont significativement différentes.

Tableau34 : Les acides gras polyinsaturés longues chaînes n-6 exprimés en % d'acides gras identifiés et mg/100g d'échantillon du tissu adipeux sous cutané.

		A	SA	H	C	rsd	effet
C20:4 n-6	%	0,10ab	0,05b	0,10ab	0,14a	0,05	$p < 0,04$
	mg	54,87	22,77	46,38	64,50	30	NS
C22:4 n-6	%	0,01a	0,00a	0,00a	0,03a	0,02	$p < 0,04$
	mg	8,18	0,00	0,00	15,39	12	NS
C22:5 n-6	%	0,00a	0,06a	0,04a	0,02a	0,03	$p < 0,04$
	mg	0,00a	30,02b	16,23ab	8,84ab	16,00	$p < 0,02$

Chaque valeur est la moyenne de n=6. Les valeurs en ligne affectées de lettres différentes sont significativement différentes.

Tableau 35 : Somes des acides gras saturés, monoinsaturés et polyinsaturés exprimés en % d'acides gras identifiés et mg/100g d'échantillon du tissu adipeux sous cutané.

		A	SA	H	C	rsd	effet
Σ AGS	%	59,69	55,60	57,33	51,68	5,14	NS
	mg	28660,81	27518,65	25525,39	24152,92	4957,00	NS
Σ AGM	%	35,53a	40,39a	37,89a	43,87a	5,21	p<0,06
	mg	17513,38	20099,75	16517,07	20455,85	4053,00	NS
Σ AGPI	%	4,77	4,00	4,78	4,45	1,24	NS
	mg	2433,98	1974,98	2185,81	2087,26	991,00	NS

Chaque valeur est la moyenne de n=6. Les valeurs en ligne affectées de lettres différentes sont significativement différentes.

La somme des n3 dans les viandes des pâturages s'est exprimée fortement avec des valeurs importantes 3 à 4 x supérieures en % d'AG identifiés à p<0,01 et en mg/100g à p<0,03 (Tab36). Ce facteur dénominateur commun a contribué efficacement dans la réduction des rapports n6/n3 et AL/ALA à p<0,001 conformément au recommandation des ANC (Bauchart et al., 2008).

Tableau 36 : Sommes n-6, n-3 et les rapports exprimés en % d'acides gras identifiés et mg/100g d'échantillon du tissu adipeux sous cutané.

		A	SA	H	C	rsd	effet
Σ n-6	%	3,24	2,65	3,44	4,09	0,96	NS
	mg	1692,71	1325,04	1578,08	1917,34	769,00	NS
Σ n-3	%	1,52a	1,35a	1,34a	0,36b	0,56	p<0,01
	mg	735,39a	649,94ab	607,73ab	169,92b	322,00	p<0,03
n6/n3	%	2,35a	4,55a	2,54a	12,02b	2,94	p<0,001
	mg	2,35a	4,55a	2,54a	12,02b	2,94	p<0,001
LA/ALA	%	2,33a	6,33a	1,63a	13,47b	4,42	p<0,001
	mg	2,33a	6,33a	1,63a	13,47b	4,42	p<0,001

Chaque valeur est la moyenne de n=6. Les valeurs en ligne affectées de lettres différentes sont significativement différentes.

L'alimentation est sans conteste le facteur principal de variation du profil d'AG. Toutefois, dans le cas des ruminants, il n'existe pas une très bonne corrélation entre les AG présents dans l'alimentation et les AG incorporés au sein des tissus en raison des biohydrogénations ruminales des acides gras alimentaires. Néanmoins, Nuernberg *et al.*, (2005) et Noci *et al.*, (2005) ont montré chez le taurillon et les génisses que l'ingestion à long terme d'herbe riche en ALA augmente l'incorporation des AGPI n-3 au détriment des AGPI n-6, en comparaison avec une ration à base d'aliment concentré riche en céréales.

3-4-4/ Classes des lipides NP/P (60/40) :

Les triglycérides (LN) et les phospholipides (LP) ont respectivement des rôles nutritionnels comme source d'énergie mais aussi comme constituants membranaires. Les lipides non polaires, sont dominants avec une très forte expansion dans les quatre types de viandes alors que la variation des concentrations des lipides polaires est limitée (Fig53 et Fig54). Ainsi, les proportions des TG sont proportionnelles à un bon état d'engraissement, contrairement aux PL qui voient leur proportion diminuer autant. Wood *et al.*, (1989) ont confirmé ces observations.

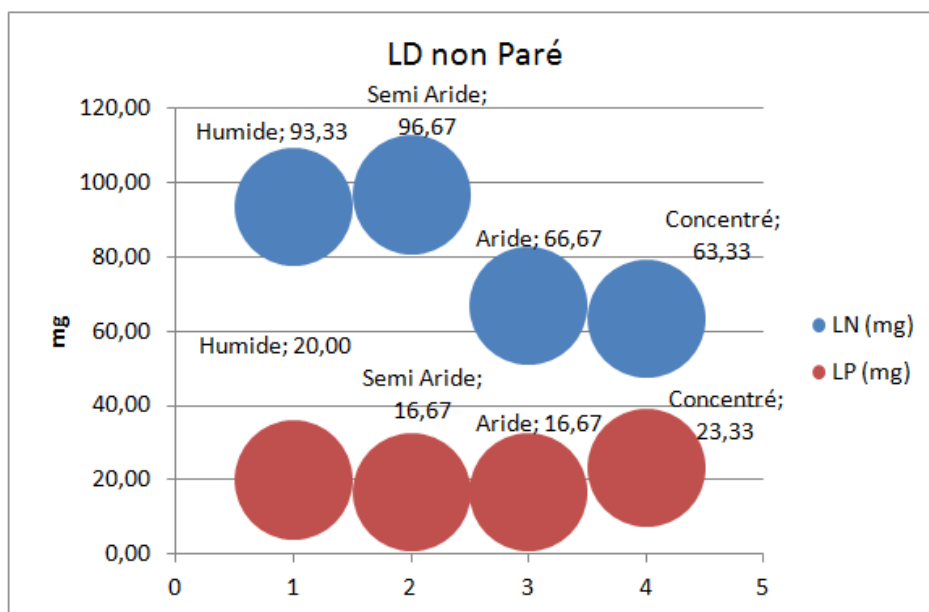


Figure 53 : Rapport LN/LP dans la viande non parée.

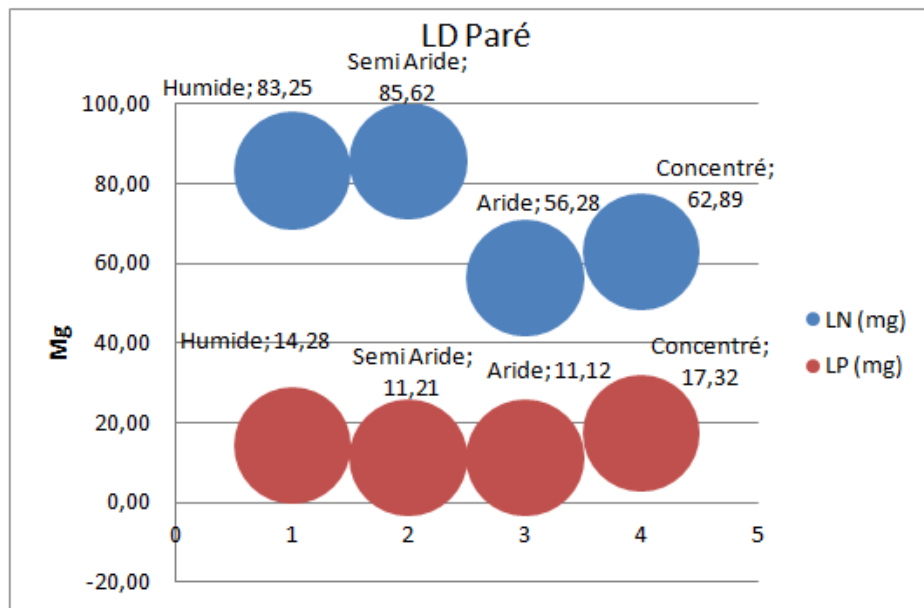


Figure 54 : Rapport LN/LP dans la viande parée.

La nature de l'alimentation par les variations de la composition de la ration de base influe fortement la composition en AG. Néanmoins, l'adiposité globale de la carcasse a un effet non négligeable sur la composition en AG. Les auteurs s'accordent à dire que plus l'adiposité n'est importante, plus le degré d'insaturation baisse. En effet, les fortes teneurs en lipides intramusculaires s'accompagnent d'une augmentation de la proportion en TG par rapport aux PL (Tab37) (Cuvélier et al., 2006). Les rapports des lipides NP/P calculés étaient conformes respectivement (Tab37).

Tableau 37: Les rapports NP/P du Longissimus dorsi non paré et paré en fonction des régimes.

	A		SA		H		C	
	Non paré	Paré	Non paré	Paré	Non paré	Paré	Non paré	Paré
LT (%)	23,45	12,16	20,67	6,87	21,17	5,89	22,73	16,44
TG (mg)	93,33	83,25	96,67	85,62	66,67	56,28	63,33	62,89
PL (mg)	20,00	14,28	16,67	11,21	16,67	11,12	23,33	17,32
NP/P	4,65	5,82	5,79	7,63	3,99	5,09	2,71	3,63

NP : Non polaire, P : Polaire, LD : Longissimus dorsi, TG : triglycérides, PL : Phospholipides.

Les lipides polaires (LP) sont relativement riches en AG polyinsaturés (de 35 à 50 %) (De Smet et al., 2004), contrairement aux lipides neutres (LN) (5 à 15 %). L'acide linoléique est préférentiellement incorporé au sein des phospholipides alors que l'acide linoléique est incorporé à la fois dans les triglycérides et dans les phospholipides.

Les AGPI n3 présents dans les viandes des pâturages arides que se soit dans le filet non paré ou paré ont montré des teneurs respectivement (407,9- et 104 mg/100g) et à un degré moins dans les viandes semi arides et humides surtout dans le muscle paré respectivement (84 et 79 mg/100g). Le tissu adipeux sous cutané des trois niveaux de pâturage (A, SA, H) a exprimé respectivement (735,4 -649,9 et 607,7 mg/100g). Ces résultats corroborent avec les observations de (Dannenberger et al., 2004) qui affirment que la consommation des fourrages verts entraîne également une augmentation significative des AGPI-LC notamment de type EPA et DPA dans les phospholipides musculaires. Cette proportion plus importante en AGPI LC dans les viandes maigres s'explique par la plus grande proportion de PL dans les lipides de ces viandes (Bauchart et al., 2008). Le même auteur affirme que les AGPI LC totaux (n-6 et n-3) des viandes maigres représentent de 2,2 à 4,6% des AGT, alors que ceux des viandes grasses ne représentent que 0,7 à 3% des AGT.

Les AGPI LC n-3 s'accumulent préférentiellement dans les PL, leur proportion dans les muscles à tendance oxydative serait donc plus faible que dans les muscles à tendance glycolytique (Cuvélier et al., 2005). Raes et al., (2003), Hristov et al., (2005), Alfaia et al., (2006a et b) et Habeanu et al., (2008) ont fait les mêmes constatations par comparaison de plusieurs types de muscles.

D'un autre côté, Moreno et al., (2008) ont montré, chez des animaux abattus à deux poids différents (légers vs. lourds), que la proportion d'AGPI n-3 dans le muscle *Longissimus* des animaux légers était plus élevée que chez les animaux lourds. Ces variations de proportion des AGPI n-3 sont vraisemblablement liées au degré d'engraissement des animaux. Ceci pourrait influencer la proportion de PL dans les muscles avec une diminution de la proportion d'AGPI surtout de type n3 dans les viandes d'agneaux élevés par un aliment concentré (49mg/100g) à $p < 0,04$

dans le muscle paré et 352,4mg/100g dans le muscle non paré. Avec 0,41% à $p < 0,001$ dans le muscle paré et 2,46% dans le muscle non paré sans signification statistique.

En conclusion la distribution des acides gras entre les deux grandes classes de lipides séparés par chromatographie gazeuse à savoir les PL et les TG est fonction en premier lieu de la nature des régimes de point de vue composition en lipides et secondairement de l'état d'engraissement des animaux en élevage intensif et/ou extensif.

3-4-5/ Le cholestérol dans la viande :

Les différentes viandes soumises à l'analyse de ce paramètre, ont montré des variations plus ou moins significatives du cholestérol.

Les viandes d'agneaux élevés au pâturage semi aride (SA) et pâturage aride (A) ont affiché de faibles teneurs en cholestérol par rapport au viande du concentré (C). Le cholestérol des viandes originaire du pâturage humide sont nettement inférieures à $p < 0,001$ (Fig55). Ceci est vraisemblablement proportionnel à la composition et la qualité des graisses des régimes consommés et qui sont responsable plus que la quantité ingérée. Les valeurs rapportées par (Culioli et al., 2003) 50 et 80 mg pour 100 g selon la pièce de découpe considérée sont nettement élevées.

Certains auteurs affirment que La richesse ou la pauvreté des viandes en lipides totaux et en AGPI notamment n-3 caractérisent les viandes maigres et diététiques (Combes, 2004 ; Hernández, 2008). Les AGPI n3, en quantité suffisamment disponible, diminuent la triglycéridémie (et la cholestérolémie), par le biais d'une diminution de la synthèse hépatique de VLDL.

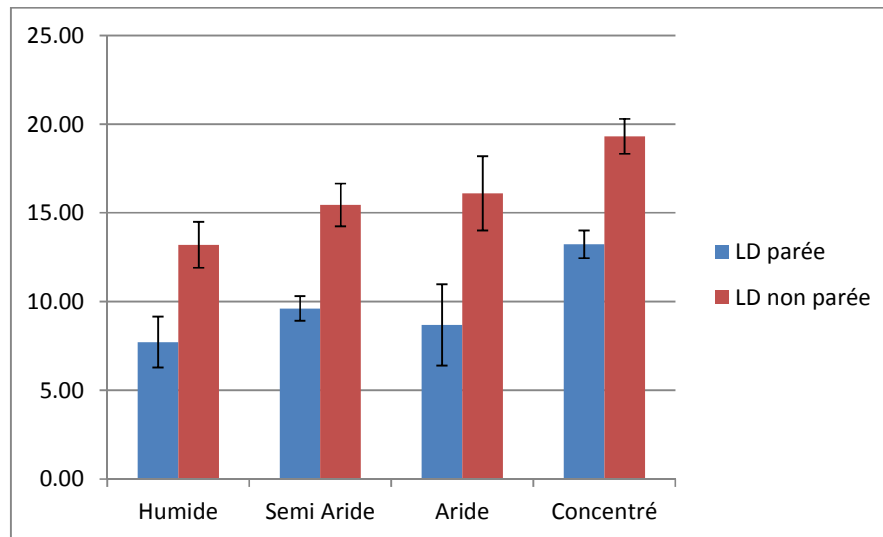


Figure 55: Concentrations du cholestérol dans les différentes viandes (n=6) parée et non parée

On note qu'environ 30 % du cholestérol circulant est lié à l'alimentation, en raison de l'importance de la synthèse endogène du cholestérol. Mourot, (2010) a déduit que les facteurs d'élevage influent largement aussi sur la qualité de la viande, notamment nutritionnelle. En outre la nature des protéines alimentaires influence aussi la nature du cholestérol.

Il est à signaler que les lipoprotéines des ruminants sont caractérisées par la prédominance des lipoprotéines de haute densité (HDL, 80%) qui exercent un rôle majeur dans le transport du cholestérol entre le foie et les tissus périphériques. Leur teneurs varient selon les conditions nutritionnelles et augmentent proportionnellement avec la fraction des TG ou en fonction le cholestérol de la ration Bauchart (1993).

Les facteurs de risque qui exposent le plus à l'athérosclérose sont les dyslipoprotéïnémies. Les données actuelles tendent même à considérer que l'hypercholestérolémie constitue le facteur de risque le plus important à cause d'être directement impliquée dans l'initiation des lésions pathologiques (Castelli et al., 1986). L'aggravation des lésions résulterait de l'interaction entre des facteurs génétiques (hypercholestérolémie familiale) et des facteurs d'environnement (alimentation)(Anderson et al., 1987).

L'analyse des résultats de quelques études (mesures diététiques) montre que la réduction de mortalité coronarienne est d'autant plus forte que la diminution de la cholestérolémie a été importante. Une diminution de 1 % de la cholestérolémie entraîne une diminution de 2 à 2,5 % de la probabilité de survenue d'un infarctus du myocarde. Cette observation montre que les populations soumises à un régime carné pauvre en graisses de nature saturée, ont moins d'athérosclérose. (Guimont,1998).

3-4-6/ Le statut antioxydant :

La teneur en vitamine E de la viande à base d'herbe dans la zone humide (H) est plus élevée par rapport à la teneur de la viande du régime concentré 26,39vs14,21µg Toco acétae/100g d'échantillon ($P<0,01$)(Tab38). Les viandes des pâturages aride et semi aride en contiennent des concentrations légèrement inférieures respectivement 11,80 et 12,04 µg Toco/100g d'échantillon. Ceci est relatif à la diversité botanique comme l'a expliqué (Whittington et al., 2006)

Tableau 38 : la vitamine E dans le cru et dans le gras.

		A	SA	H	C
Maigre	Vit E (µg Toco/g Lipide)	1,253	1,846	7,265	3,251
	Vit E (µg Toco/100g d'échantillon)	11,80	12,04	26,39	14,21
Gras	Vit E (µg Toco/g Lipide)	ND	ND	16 ,151	1,103
	Vit E(µg Toco/100g d'échantillon)	ND	ND	860,35	98,326

Parallèlement, le gras de la viande des zones humides contient des concentrations importantes (Fig56, Fig57, Fig58). Les résultats de la vitamine E concordent avec les travaux de Santé-Lhoutellier et al., (2008).

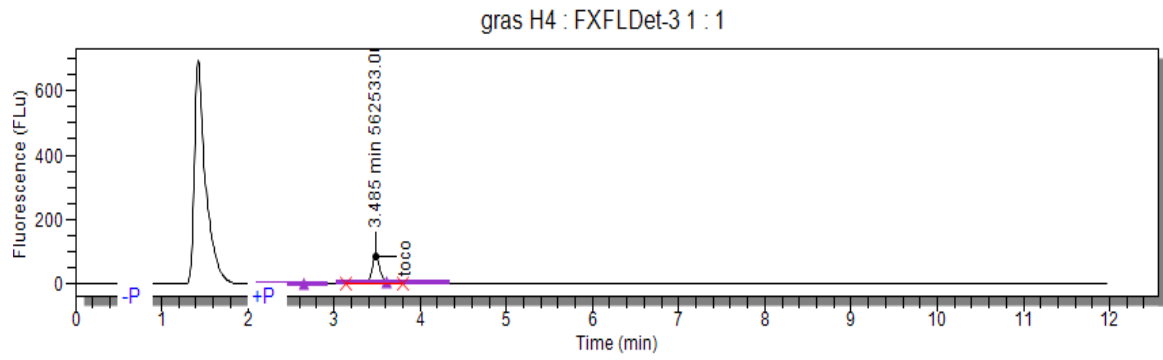


Figure 56: Gras air humide

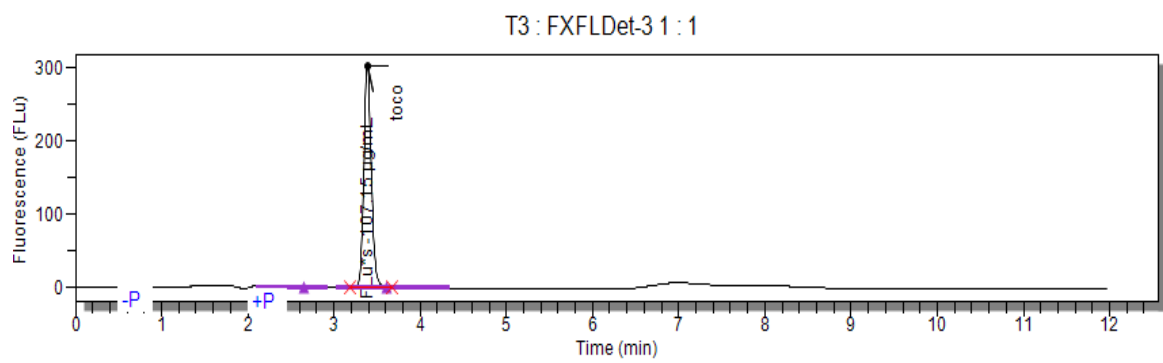


Figure 57 : Gamme

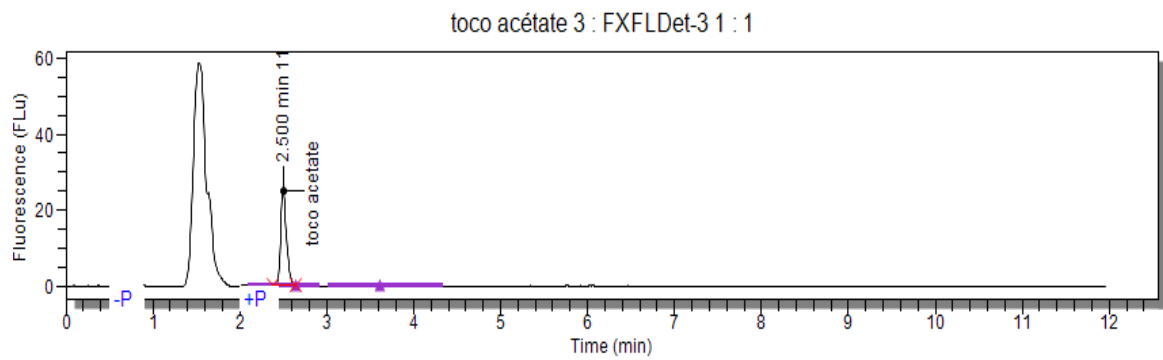


Figure 58 : Etalon

Ces observations expliquent un niveau de protection des AGPI rencontrés en quantité importante dans les viandes d'herbe (Majdoub-Mathlouthi et al 2010) contre l'oxydation, en accord avec les données de Wood et Enser (1997) et Hamdi et al., (2014).

Par ailleurs, l'activité des enzymes à pouvoir antioxydant des viandes testées n'a pas montré de grandes variations, ni de différences entre les quatre types de viandes $p > 0,05$, mis à part l'activité de la catalase qui seule a affiché des moyennes supérieures au niveau des viandes issues surtout des pâturages H, avec un degré moins au niveau du A et SA contre celle obtenue par un régime standard (C) à $p < 0,01$ (Tab39).

Tableau 39 : Les enzymes antioxydantes dans la viande crue.

	A	SA	H	C
SOD (UI)	12,35	11,25	10,12	11,05
GPx ($\mu\text{mol NADPH}/\text{mn}/\text{mg}/\text{Proteine}$)	0,21	0,2	0,194	0,21
CAT ($\text{mmol H}_2\text{O}_2/\text{mn}/\text{mg}/\text{protéine}$)	0,0016	0,0013	0,009	0,004

En conclusion la richesse des viandes des pâturages en facteurs antioxydants lui confère une stabilité oxydative (Petron et al., 2007) plus que les viandes d'animaux à engraissement intensif non supplémentées par l'alpha-toco acétate d'origine synthétique.

CHAPITRE 4

Effet de l'herbe sur la qualité

sensorielle de la viande

Chapitre 4 : Effet de l'herbe sur la qualité sensorielle de la viande

4-1/ Introduction :

Les qualités sensorielles de la viande sont souvent variables, en particulier la couleur, la flaveur et la tendreté chez le ruminant. Les caractéristiques biochimiques musculaires contrôlent en partie la transformation du muscle en viande et par conséquent ses qualités sensorielles (Geay *et al.*, 2001).

L'alimentation à base d'herbe est connue pour entraîner une augmentation des teneurs en acides gras polyinsaturés (AGPI) de type n-3 dans les tissus notamment musculaires (Bauchart *et al.*, 2001) des viandes connues pour être favorables à la santé humaine (Wood *et al.*, 1997). Toutefois, ces AGPI sont sensibles à la peroxydation non enzymatique suite aux attaques radicalaires (Fig59) conduisant à la formation de lipides « modifiés » de type diènes conjugués (DC) se décomposant par la suite en aldéhydes (malondialdéhyde) (Sato *et al.*, 2010). Cela entraîne l'accumulation dans la viande des composés antinutritionnels responsables de la modification de la flaveur de la viande, et sont délétères pour la santé des animaux, voire celle du consommateur.

Chez les mammifères, la β -oxydation des AGPI LC n-3 est initiée dans les peroxysomes tandis que l'octanoyl-CoA produit ainsi, voit sa dégradation se terminer dans la mitochondrie. Les AGPI LC étant connus pour être faiblement catabolisés par la voie de la β -oxydation mitochondriale (Osmundsen *et al.*, 1991 ; Reddy *et al.*, 1994), une deuxième voie catabolique des AGPI LC n-3 est la voie de la peroxydation (Charfaoui, 2008).

En Post-mortem, la phase 2 de l'oxydation lipidique se développe rapidement car la balance est déséquilibrée en faveur des phénomènes pro-oxydants. On assiste à un relarguage des ions métalliques comme le fer (à partir de la myoglobine, de l'hémoglobine résiduelle, de la ferritine...) qui va provoquer, en présence de différents cofacteurs comme l'eau oxygénée, l'augmentation du stress oxydatif. La 3ème phase dite de terminaison résulte de la propagation des réactions oxydatives; cette phase est accélérée par de nombreux facteurs

technologiques comme la réfrigération, la congélation, le broyage, la restructuration, l'irradiation, le chauffage, la cuisson, l'emploi de sel. L'ensemble de ces paramètres affectent sensiblement l'aspect sensoriel du produit.

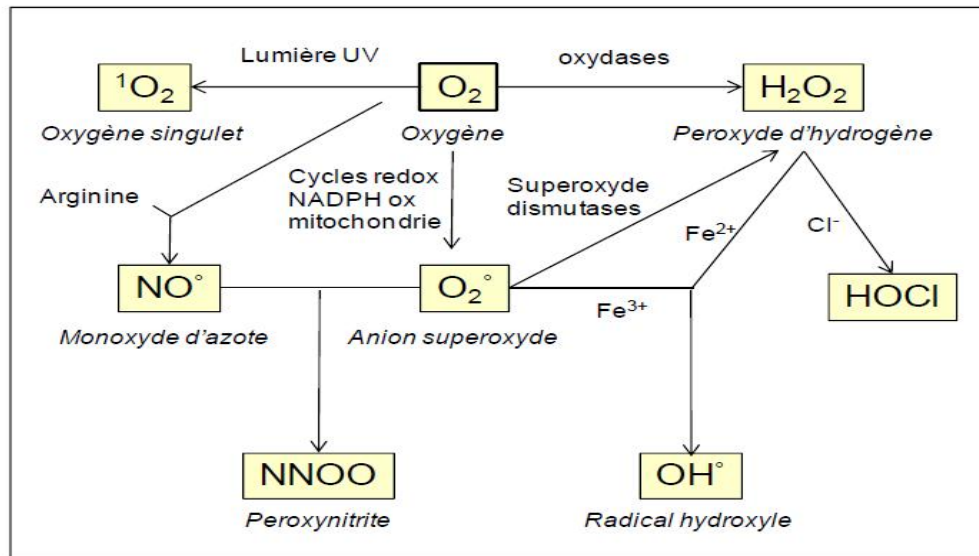


Figure 59: Les différents radicaux libres oxygénés et espèces réactives de l'oxygène (Favier, 2003).

4-2/ Matériels :

Les échantillons conservés du long dorsal paré, ayant subi une maturation prolongée pas moins de 24h, ont été utilisés pour faire les mesures suivantes.

4-3/ Méthodes :

4-3-1/ Potentiel hydrogène pH :

Le pH ultime à 24 h a été mesuré par insertion de la sonde d'un pH-mètre à viande enfoncé dans une profondeur de 2cm au sein du muscle.



Photo7 : Mesure du pH ultime de la viande 24h après abattage (n=3).

A tous les temps *post mortem* et à l'exception du stade 24h, le pH est mesuré par la méthode de Jeacocke (1977). Deux grammes de viande sont pesés et immédiatement broyés avec un ultra-turax dans 18 ml d'une solution tampon diodoacétate (à $5 \cdot 10^{-3}$ M de iodoacétate de sodium, $150 \cdot 10^{-3}$ M de chlorure de potassium et le pH est ajusté à 7,0 par l'hydroxyde de potassium). L'iodoacétate bloque la glycolyse. Le pH de l'homogénat est mesuré par un pH-mètre muni d'une électrode de verre combinée.

4-3-2/Dosage du Fe⁺⁺:

Après incinération des échantillons à 550°C pendant 5h, l'acide nitrique/hydrogène a été utilisé pour la minéralisation à 100 à 200 ° C. La teneur en fer total a été déterminée par spectroscopie d'absorption atomique (Thermo Scientific CIE 3000).

4-3-3/ La Couleur L* a* b* :

La couleur a été mesurée sur la face interne du muscle. Les paramètres sont évalués dans le système trichromatique CIE 1976L*, a*, b* (Chromamètre Minota CR 300). L* indique la luminosité ou luminance qui représente la réflectance de surface. Les composantes a* et b* sont les coordonnées de chromaticité (a* < 0 : couleur verte ; a* > 0 : couleur rouge ; b* < 0 : couleur bleue et b* > 0 : couleur jaune)(Fig60).



Photo 8 : Mesure de la couleur par Chromamètre CR300.

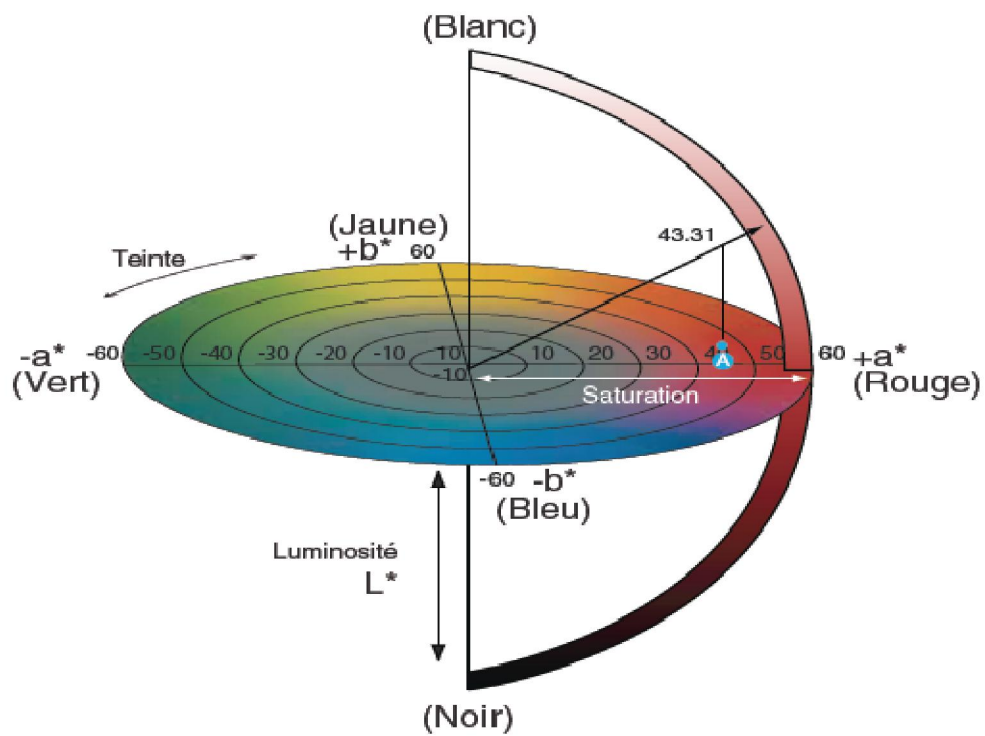


Figure 60: Composantes de la couleur mesurée au colorimètre représentés par la luminosité L^* , la composante de couleur rouge – vert a^* et la composante de couleur jaune – bleu b^* (innoboost.com).

4-3-4/ La flaveur :

Il est admis que les lipides intra-musculaires constituent le vecteur du goût, ceci au travers de la flaveur et des arômes volatils (Ngapo et Garipepy, 2008).

4-3-4-1/ Dosage du MDA par TBARS :

La peroxydation des produits carnés est déterminée par l'usage de la méthode modifiée décrite par Monahan *et al.*, (1992) en quantifiant le 2-thio barbituric acid reactive substances (TBARS) comme décrit par Oriani *et al.*, (2001).

En principe, la sensibilité du tissu est déterminée par l'induction et le niveau de la peroxydation à l'aide de 2-Thiobarbituric acid reactive substances (TBARS). Les acides gras peroxydent en présence de malate avec comme activateur le sulfate de fer et comme antioxydant l'acide ascorbique. A temps T donné, la réaction est arrêtée par ajout de 2 ml d'un mélange TBA-TCA-HCL, qui précipite également les protéines. La coloration en rose du milieu réactionnel est due à la formation de peroxydes d'hydrogène (H₂O₂) dont l'intensité est fonction du temps d'incubation.

En mode opératoire, un gramme de tissu est homogénéisé dans 9 ml de KCL (1,15%). 100 µl d'homogénat sont ensuite prélevés et aliquotés à 37°C dans 500 µl de tampon Tris-malate (80 mM) avec 200 µl (5 mM) de FeSO₄ (pour catalyser la peroxydation des lipides) et 200 µl d'acide ascorbique (2 mM) dans un volume final de 1 ml.

Après incubation pendant un temps fixe (0, 60, 120, 200 et 300 minutes), des aliquotes sont prélevés pour la mesure des TBARS en y ajoutant 2 ml du mélange TBA-TCA-HCL. Après homogénéisation, le milieu réactionnel est chauffé dans de l'eau bouillante pendant 15 minutes. Après centrifugation (4 000 g, 15 min) de la solution, se fait alors la lecture de l'absorbance au spectrophotomètre.

Un blanc (contenant tous les réactifs mais sans l'homogénat) est nécessaire pour la lecture de l'absorbance. En effet, l'absorbance des échantillons est déterminée à 535 nm par rapport à l'absorbance du blanc. Les résultats obtenus

sont exprimés en nanomoles de malondialdéhyde (MDA) / g de tissu à 0, 60, 120, 200 et 300 minutes ou en nanomoles de malondialdéhyde (MDA) / mg de protéines (Annexe 2):

$$\text{MDA (nmol/mg protéines)} = (6,4102 \times V \times A \times 10^3) / [100 \times \text{Protéines (mg/ml)}]$$

Où : 6,4102 est le coefficient molaire d'extinction du malondialdéhyde (MDA).

V : volume total du tube (3 ml).

A : absorbance ou densité optique (DO).

4-3-4-2/ Dosage du MDA par HPLC :

L'analyse HPLC du malondialdéhyde au sein des muscles est basée sur la méthode décrite d'Agarwal et Chase (2002) et légèrement modifiée par Gladine *et al.*, (2007). Brièvement, 5 ml d'hydroxytoluène butylé (BHT) dans de l'hexane et 8 ml d'acide trichloroacétique (TCA) sont additionnés à environ 1 g de tissu préalablement réduit en poudre et homogénéisés sous azote liquide, puis mélangés au polytron (Bioblock Scientific, Suisse) pendant 30 s à 30000 tpm. La phase supérieure est ôtée puis filtrée. 1,4 ml du filtrat sont additionnés à 0,7 ml de TCA 5% et de 1,5 ml d'acide thiobarbituric 0,8% (TBA). Après 30 min d'incubation à 70°C, le complexe TBA-TCA est ôté par du n-butanol. La phase contenant le butanol est ensuite centrifugée pendant 10 min à 1000 g. La solution obtenue est injectée dans le système HPLC (Perkin Elmer Instruments, Shelton, Connecticut) équipé avec une colonne RP C18 (ODB 5µm, 4,6 mm x 250 mm) (Interchim, Montluçon, France) et ayant pour phase mobile (flux : 0,6 ml/min) un mélange (60/40, v/v) de phosphate de potassium (0,05 M, pH 6,8) et de méthanol. Le niveau de MDA est détecté par fluorescence (excitation à 515 nm, émission à 553 nm) en utilisant la courbe de calibration du tetraethoxypropane (TEP).

4-3-5/ La Texture :

La dureté du muscle évolue en post mortem en fonction du temps (Fig61). La dureté correspond à la force nécessaire pour mordre complètement l'échantillon entre les molaires (El Rammouz *et al.*, 2004). La mesure de la résistance du tissu conjonctif de la viande permet de donner une idée sur l'analyse instrumentale de la texture.

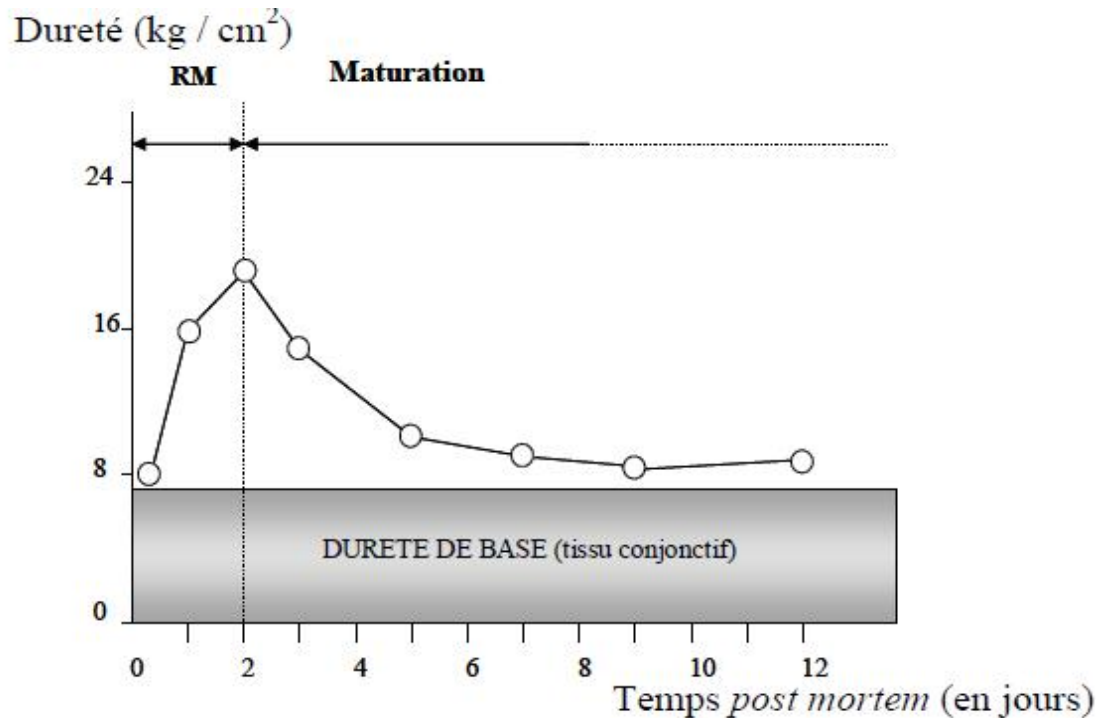


Figure 61: Evolution de la dureté du muscle (Ouali, 1991).

La compression qui définit la tendreté potentielle de la viande est faite sur la viande crue maturée. Elle est déterminée selon Honikel (1998)(Fig62).

L'échantillon (3 x 1 x 1 cm) est placé dans une cellule de SALÉ (1984) qui maintient l'échantillon entre deux parois rigides. La mesure de compression est réalisée perpendiculairement à la direction des fibres de la viande à l'aide d'un outil à l'extrémité cylindrique de 1 cm² de section, descendant à une vitesse de 80mm/min. La compression simple est fixée à 20 % et à 80 % pour la viande crue de la hauteur d'une lamelle de viande prélevée au centre des échantillons.

Trois mesures de compression sont réalisées par échantillon, et les caractéristiques suivantes sont calculées à partir des paramètres de la courbe enregistrée:

Fmax 1 : force maximale lors de la première compression.

Fmax 2 : force maximale lors de la deuxième compression.

F80% : force à 80 % de compression de l'épaisseur initiale.

F20% : force à 20% de compression de l'épaisseur initiale.

A1 : surface correspondant à la première compression.

A2 : surface correspondant à la deuxième compression.

d1 : temps nécessaire pour l'obtention de Fmax 1.

d2 : temps nécessaire pour l'obtention de Fmax 2.

La dureté est évaluée à partir de ces valeurs primaires selon Meullenet (1997):

H1 = Fmax 1 = Dureté (hardness) en N

H2 = Fmax 2

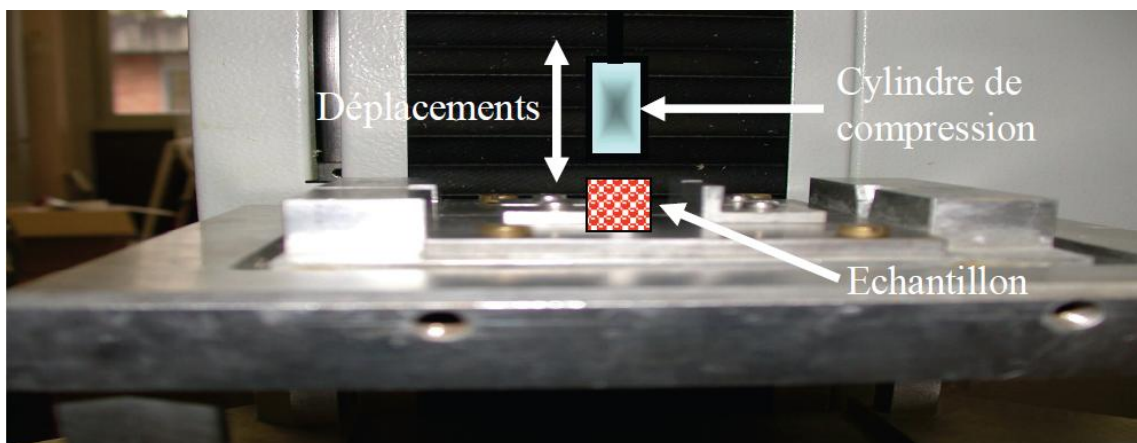


Figure 62 : Test de compression.

4-4/ Résultats et Discussion :

4-4-1/ Le pH :

La vitesse de chute du pH dépend essentiellement de l'activité ATPasique musculaire, alors que le pH ultime dépend en partie de la concentration initiale de glycogène dans le muscle et de la quantité mobilisée au cours de la période précédant l'abattage (Tab40).

Chez les mammifères, la quantité de glycogène présente dans le muscle au moment de l'abattage détermine dans une large mesure (près de 60 % de la variance) le pH ultime de la viande (Bendall, 1973; Fernandez et Guéblez, 1992)(Fig66) ; et par ce biais, un nombre important de caractéristiques qualitatives du produit frais et ou cuit.

Un pH bas dénature fortement les protéines sarcoplasmiques et protéines myofibrillaires (Fernandez *et al.*, 1994 et Offer, 1991) et conduit à des viandes exsudatives ou viande PSE (Pale, Soft, Exsudative).

Les viandes dont le pH ultime est élevé (> 6) sont plus sombres, plus sèches et plus fermes à l'état frais que les viandes à pH ultime normal (5,7-5,8) et sont peu adaptées à la conservation en l'état cru en raison d'une sensibilité plus intense à la dégradation microbienne (Boulianne et King, 1998). Ces viandes sont dites DFD (Dark, Firm and Dry) surtout chez les ruminants (Mallia *et al.*, 2000ab)(Fig63).

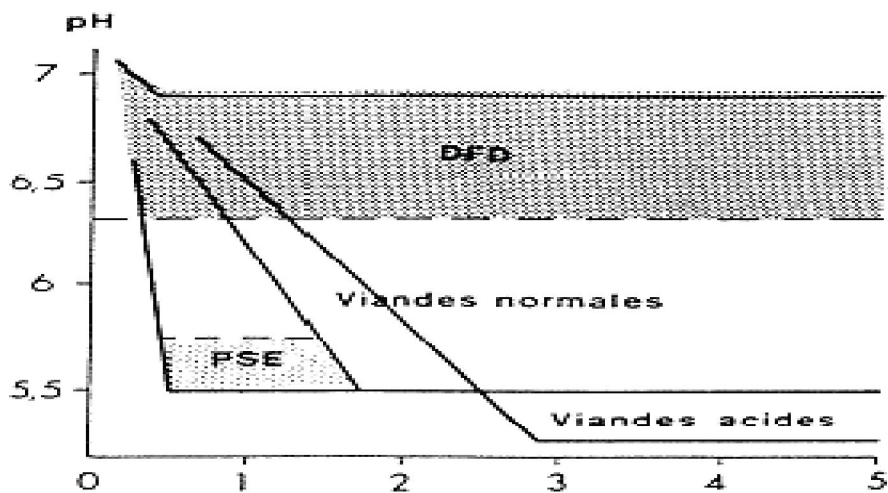


Figure 63 : Qualités de la viande en fonction de l'évolution *post mortem* du pH (Monin, 1988 ; Lengerken *et al.*, 2002).

Cette couleur sombre est due au fait que la lumière n'est pas aussi bien réfléctée à la surface que dans le cas des viandes à pH bas. Par contre, la proportion de lumière absorbée est plus élevée et, de fait la viande paraît sombre (Seideman *et al.*, 1984)(Fig64).

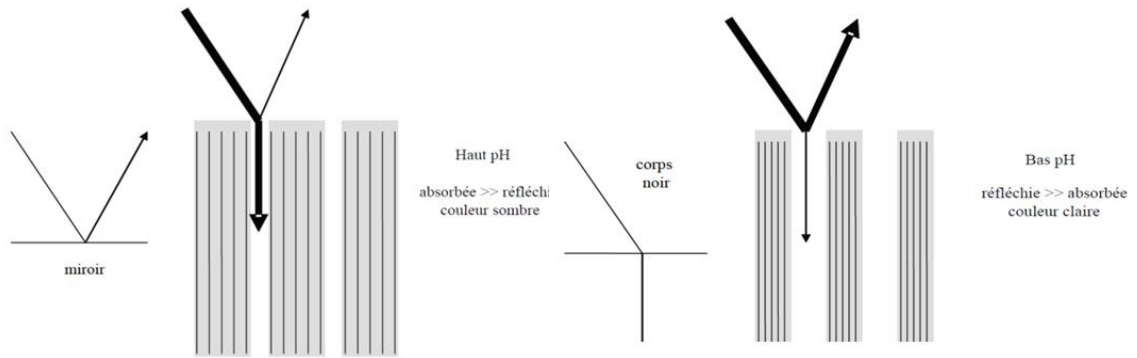


Figure 64 : Couleur Viandes PSE et DFD relatives au pHu.

Owens et Sams (2000) affirment que les viandes DFD se développent chez les animaux qui ont subi un stress chronique, provoquant une activité physique prolongée où les réserves énergétiques (glycogène) des muscles sont épuisées, et l'amplitude de la chute de pH est alors limitée et le pH se stabilise à une valeur anormalement élevée (Lawrie, 1998). Ceci pourra être expliqué par la variabilité de l'activité de l'AMP désaminase (AMP, Adénosine MonoPhosphate), enzyme responsable de la désamination progressive de l'AMP en IMP dans le muscle *post mortem* (Fig65). En effet, l'AMP est un co-facteur de certaines enzymes de la glycolyse et de la glycolyse, sa disparition dans le muscle *post mortem* entraîne donc une inactivation de ces voies métaboliques, et de fait, un arrêt de la chute du pH.

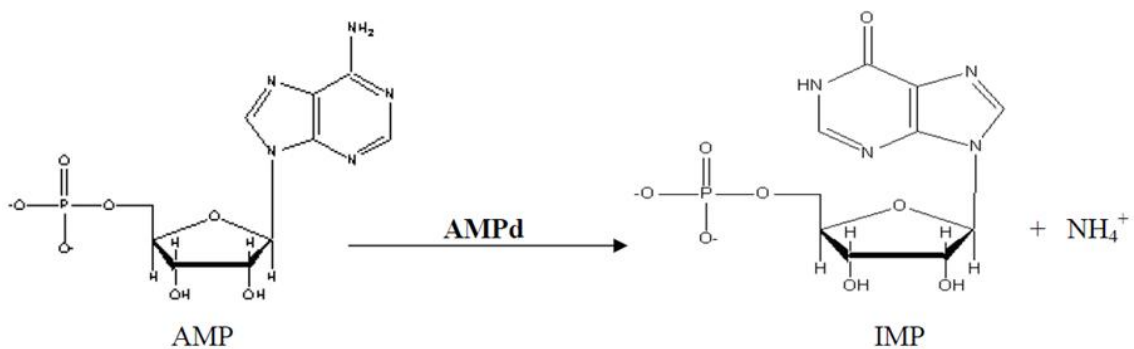


Figure 65 : Réaction de désamination de l'adénosine monophosphate (AMP) et inosine monophosphate (IMP) et NH_4^+ .

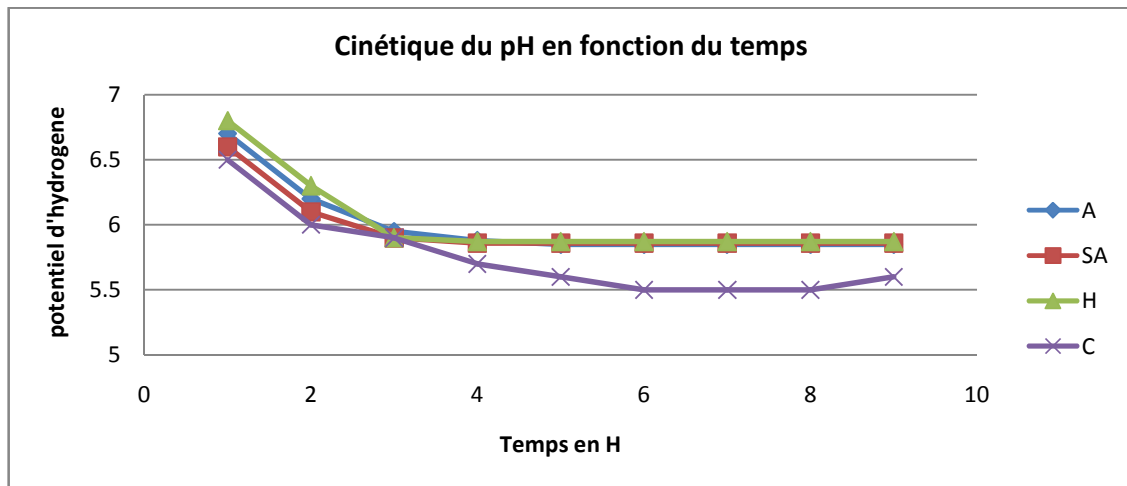


Figure 66 : La cinétique du pH en fonction de temps.

Tableau 40: pHu de la viande obtenue 48h après abattage.

	A	SA	H	C	P
pH ultime	5,88b	5,95b	5,89b	5,64a	P<0,05

a, b, c : Des lettres différentes sur la même ligne indiquent qu'il y a une différence significative entre les traitements à $p < 0,05$ pH de la viande à 48 heures post abattage.

En théorie, les agneaux alimentés avec des rations moins énergétiques, le cas de l'herbe, seraient plus susceptibles de produire des viandes avec un pH ultime élevé (Bray *et al.*, 1989).

En effet, le manque de réserve énergétique (glycogène) dans leurs tissus causé par une ration pauvre en énergie en serait la cause. Plusieurs travaux confirment cette hypothèse, le pH ultime dans la viande d'agneaux alimentés à l'herbe est significativement plus haut comparativement aux agneaux alimentés au concentré (Resconi *et al.*, 2009). D'autres expériences réalisées sur le sujet, signalent qu'il n'y a aucune différence significative entre les traitements alimentaires (Joy *et al.*, 2008a; Nuernberg *et al.*, 2008; Diaz *et al.*, 2002). Malgré ces avis contradictoires, l'ensemble de ces résultats souligne l'importance du pH ultime comme déterminant des qualités organoleptiques et technologiques des viandes. La maîtrise du pH ultime présente donc un grand intérêt si l'on veut réduire l'hétérogénéité des qualités des viandes.

4-4-2/ La couleur :

Il est connu que la viande d'agneaux d'herbe est plus sombre que celle d'agneaux de bergerie (Priolo *et al.*, 2002). En effet, un indice de rouge a^* est davantage marqué dans la viande des pâturages Humide, Aride et Semi aride par rapport à la viande issue du régime concentré respectivement 18,94, 16,50 et 16,17 vs 13,34 ($p < 0,01$) (Fig67, 68, 69). Ceci est vraisemblablement relatif au fer total héminique et non héminique significativement élevé dans les viandes d'herbe à l'état cru en moyenne 2,07 vs 1,44 mg / 100g d'échantillon à $p < 0,01$, et même à l'état cuit passant de 2,07 à 2,43 mg/100g à $p < 0,05$ en accord avec Soucheyre (2008).

Les indices de luminosité (L^*) n'étaient pas significativement différents entre les groupes, mis à part celui du milieu humide qui a présenté une valeur moyenne inférieure à $p < 0,05$. Ces résultats sont en désaccord avec ceux de Smeti *et al.*, (2014). Les indices de jaune (b^*) corroborent avec les résultats obtenus par Hajji *et al.*, (2014). Par ailleurs, la couleur de la viande et celle du tissu adipeux de couverture n'ont pas été significativement différentes entre agneaux élevés en extensif et en intensif.

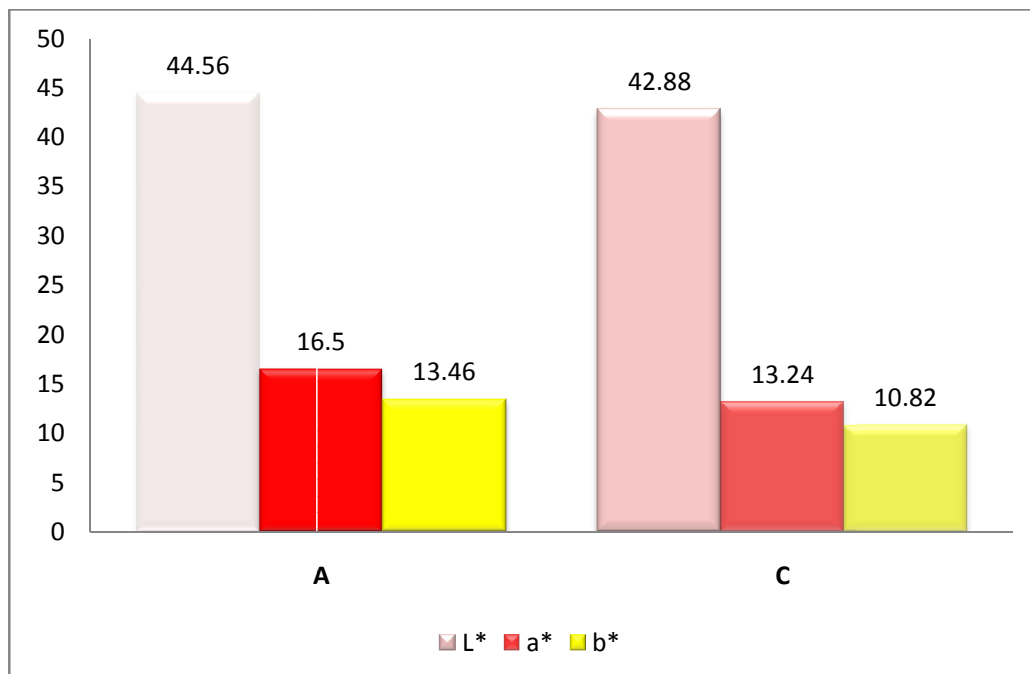


Figure 67 : L^* a^* b^* de viande aride contre viande concentrée.

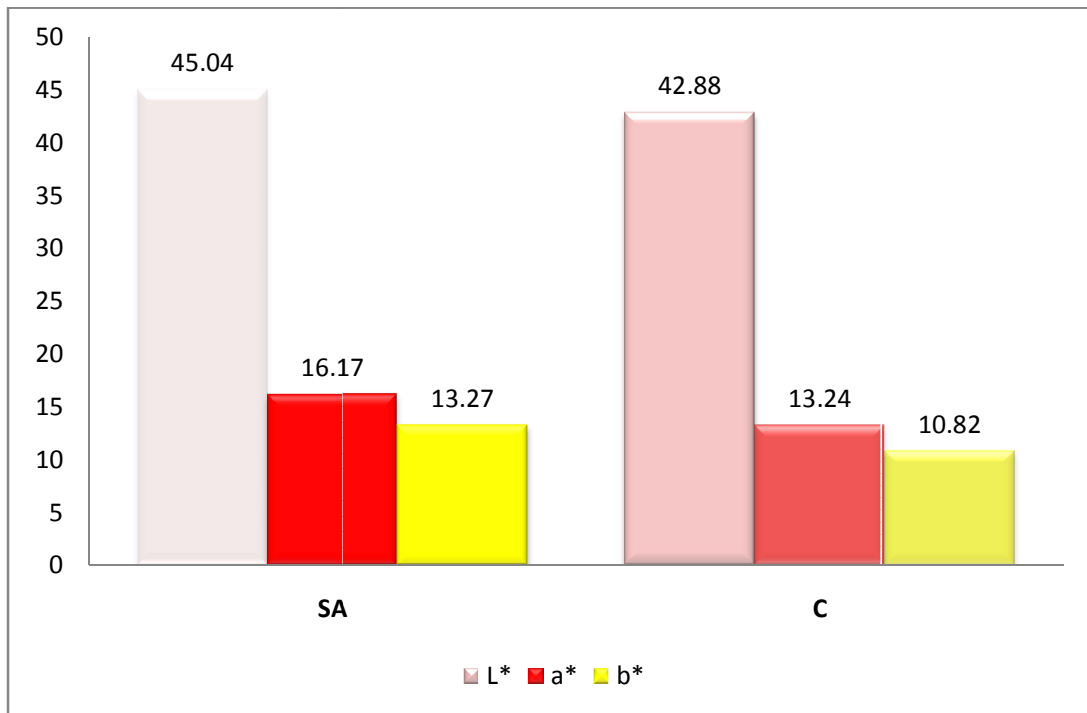


Figure 68 : L* a* b* de viande semi-aride contre viande concentrée.

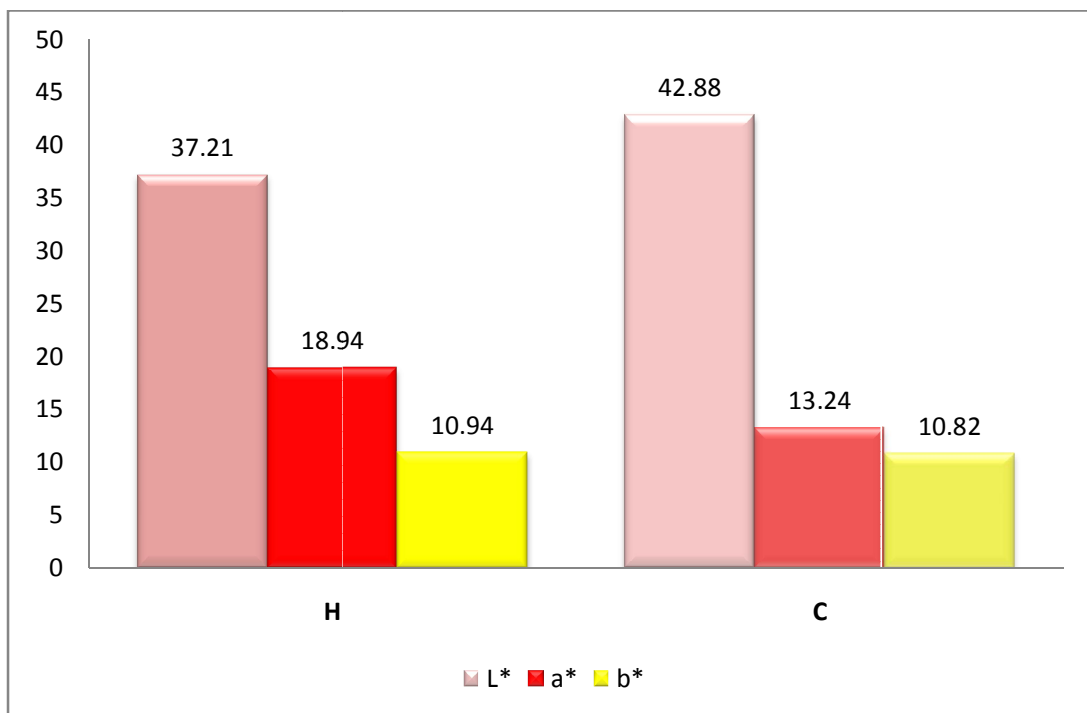


Figure 69 : L* a* b* de viande humide contre viande concentrée.

4-4-3/ La flaveur :

L'enrichissement en AG (n-3) est recherché par les nutritionnistes pour un bon équilibre du rapport n6/n3. Toutefois cette insaturation pourrait exposer la viande durant sa conservation au phénomène d'oxydation lipidique accompagné vraisemblablement par des altérations de la flaveur. Plusieurs travaux comme celui de French *et al.*, (2000) et Larick *et al.*, (1990) ont montré des différences de flaveur selon le statut antioxydant du produit.

Malgré la richesse de la viande d'agneau de pâturage humide (H) en AG (n3) (2,67 vs 0,41%)($P<0,001$) avec en tête de fil le C18:3 n-3 (1,42 vs 0,26%) ($P<0,001$), les taux du MDA (Fig70) représentent la moitié par rapport à la viande de l'aliment standard, et cela à tous les temps de la cinétique ($P<0,01$). Les teneurs en flavonoïdes et en vitamine E du régime à base d'herbe sont plus élevées par rapport au régime concentré ($P<0,01$). Il en est de même pour les polyphénols ($P<0,05$). Ces observations expliquent que le niveau de peroxydation est réduit en cas de viande produite exclusivement à base d'herbe ou un engraissement fini à l'herbe. Par leur action conjuguée, les facteurs antioxydants sont capables de retarder l'oxydation des lipides par inhibition des réactions d'initiations ou de propagations du rancissement. Ces résultats sont en accord avec d'autres essais ultérieurs. Les contradictions de certains travaux nécessitent l'étude approfondie de la voie métabolique principale des AGPI et l'analyse de la clé antioxydante déposée au niveau de la viande.

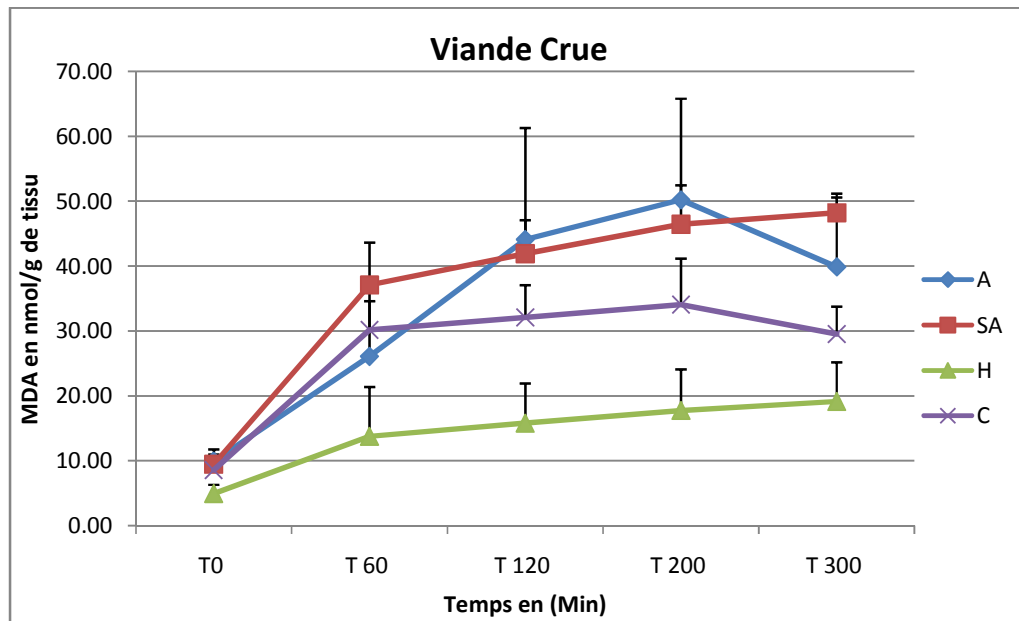


Figure 70 : Effet du régime sur l'oxydation des lipides.

Les taux du MDA sont supérieurs ($P < 0,05$) dans la viande d'agneau de pâturage aride (A) par rapport à celle ayant reçu un régime concentré à tous les temps de la cinétique, à l'exception du temps $T = 60\text{min}$. Ces observations sont vraisemblablement en relation avec la richesse de la viande en AGPI n-3 (1,40 vs 0,41%) particulièrement le C18:3-n3 (1,0 vs 0,27%).

Par rapport aux viandes originaires de l'aliment standard, les viandes issues du pâturage semi aride (SA) ont montré des taux en MDA supérieurs dans le gras (Fig71) et dans le maigre (Fig70) malgré leur forte richesse en flavonoïdes et en vitamine E respectivement $7,57 \pm 0,52$ vs $1,44 \pm 0,16$ mgEq quercitine/g MS et $1244,32 \pm 15,7$ vs $582,81 \pm 11,25$ $\mu\text{g}/100\text{g}$ d'échantillon, et leurs concentrations en polyphénols qui s'affichent légèrement inférieures $6,76 \pm 0,23$ vs $7,07 \pm 0,97$ mg Eq acide gallique/g MS.

Ces résultats sont contradictoires avec d'autres travaux qui montrent que le niveau de peroxydation est réduit en cas de pâturage, en raison de l'activité antioxydante notamment de la vitamine E et différents polyphénols dans l'herbe. La nature de l'herbage en région sèche peut influencer la teneur en antioxydants par rapport à un pâturage en région humide ou semi-aride ce qui expliquerait ces

différences. D'un autre côté, une durée de conservation prolongée des viandes pourra être derrière la genèse des radicaux libres à activité pro oxydante.

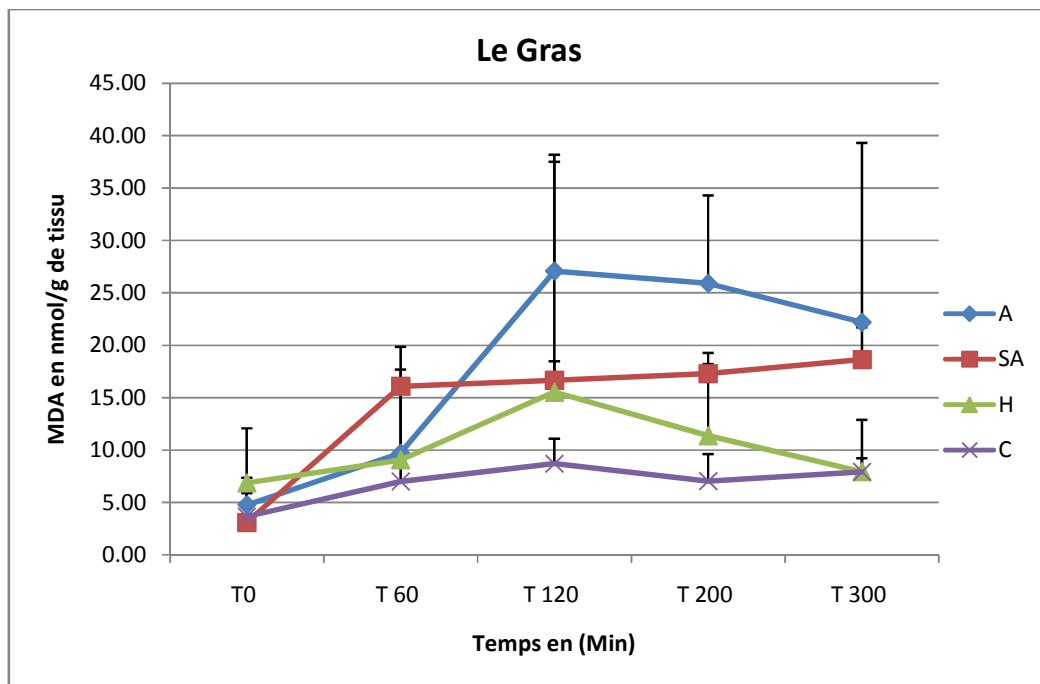


Figure 71 : Effet du régime sur l'oxydation des lipides.

4-4-4/ Les niveaux de la tendreté :

La contrainte à la compression à 20 % sur la viande fraîche est un indicateur de la dureté myofibrillaire, et donc du degré de maturation de la viande. La contrainte à la compression à 80 % sur la viande est une mesure globale de la résistance mécanique (Lepetit *et al.*, 1986)(Tab41).

Tableau 41: Limites de la dureté.

Variables	A	SA	H	C	Min	Max
Compression 20% (viande crue)	1,37	1,35	1,33	1,45	0,51	3,25
Compression 80 % (viande crue) (J Fmax 2)	59,38	61,12	54,12	58,15	37,35	78,19
Fmax W Fmax 32	122	117	98	187	32	309,9

Les résultats des mesures mécaniques et sensorielles obtenus sont parfaitement corrélés (Wheeler *et al.*, 2004). L'inconvénient majeur c'est que leur effet est destructeur et difficile à mettre à grande échelle. Une forte corrélation a été constatée entre ce paramètre, l'âge de l'animal et la position du muscle d'après Koohmaraie *et al.*, (2002) et Maltin *et al.*, (2003).

La texture dépend d'une part de la densité du tissu conjonctif, la qualité, la quantité et la solubilité du collagène. Dans le cas des viandes rouges des ruminants surtout. Lundberg *et al.*, (1987) rapportent une corrélation négative entre le pH et la force de compression. Une diminution de la tendreté a été observée chez les animaux au pâturage, en raison, notamment, d'une augmentation de l'activité physique (Vestergaard *et al.*, 2000) et de changement dans le métabolisme musculaire (Cassar-Malek *et al.*, 2004).

4-5/Conclusion :

La qualité sensorielle des viandes rouges enrichies par les acides gras polyinsaturés du pâturage des zones humides, semble être améliorée par les antioxydants naturellement présents dans l'herbe des pâturages spécialement en zone humide. Cette amélioration a influencé positivement les rapports n6/n3 (2,25 vs 12,08) et AL/ALA (2,90 vs 14,31), valeurs très proches des recommandations des apports nutritionnels conseillés.

CHAPITRE 5

Effet de la cuisson sur la viande d'herbe

Chapitre 5 : Effet de la cuisson sur la viande d'herbe

5-1/ Introduction :

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

Le mode de cuisson influence la quantité et la qualité de la matière organique. On assiste à une modification de la composition en acides gras du produit fini par rapport à la composition de la matière première ainsi que le rapport des acides gras entre eux (Bourre, 2003). De nombreuses données sont disponibles sur la composition chimique globale du produit, mais il y a peu d'informations disponibles sur le devenir des acides gras au cours de la transformation et les traitements technologiques ou de la conservation.

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

Dans les aliments, les réactions d'hydrolyse comme processus de dégradation thermique (Fig72) dépendent fortement de la composition du produit et de l'activité de l'eau $a_w = p/p_0$ (p_0 , pression de vapeur de l'eau pure, et, p , pression de vapeur de l'échantillon à la même température). Les réactions d'hydrolyse se développent à forte activité de l'eau ($a_w > 0,8$). Une courbe de sorption représente la teneur en eau (g d'eau par g de matière sèche) en fonction de l'activité de l'eau a_w (Richard *et al.*, 1997).

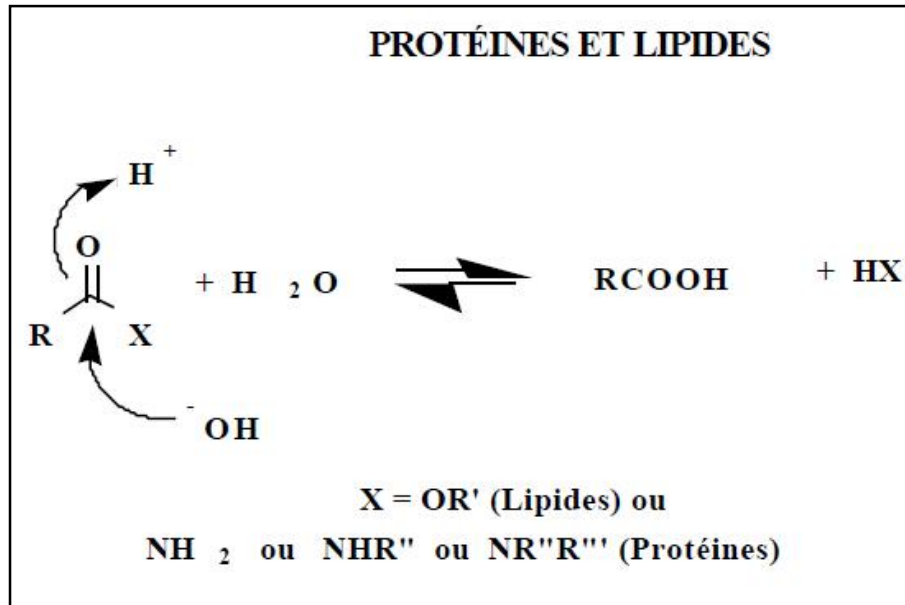


Figure 72 : Hydrolyse thermique.

Par ailleurs, plus la température est élevée et plus la vitesse de réaction d'hydrolyse s'accroît. A pression atmosphérique, cette température est toutefois limitée à 100°C, point d'ébullition de l'eau.

A l'opposé, les réactions d'oxydations se développent en milieu anhydre ou à très faible activité de l'eau ($a_w < 0,2$) dans le cas de l'auto-oxydation, et à l'interface eau-milieu apolaire dans le cas de l'oxydation catalysée par les enzymes. Dans le premier cas, plus la température est élevée et plus le milieu s'oxyde. Dans le second, la température est limitée par la stabilité des enzymes et dépasse rarement 80°C. Ce sont les lipides insaturés (triglycérides et phospholipides) qui sont les plus sensibles à ce type de réaction (Mastrocola *et al.*, 2000)(Fig73).

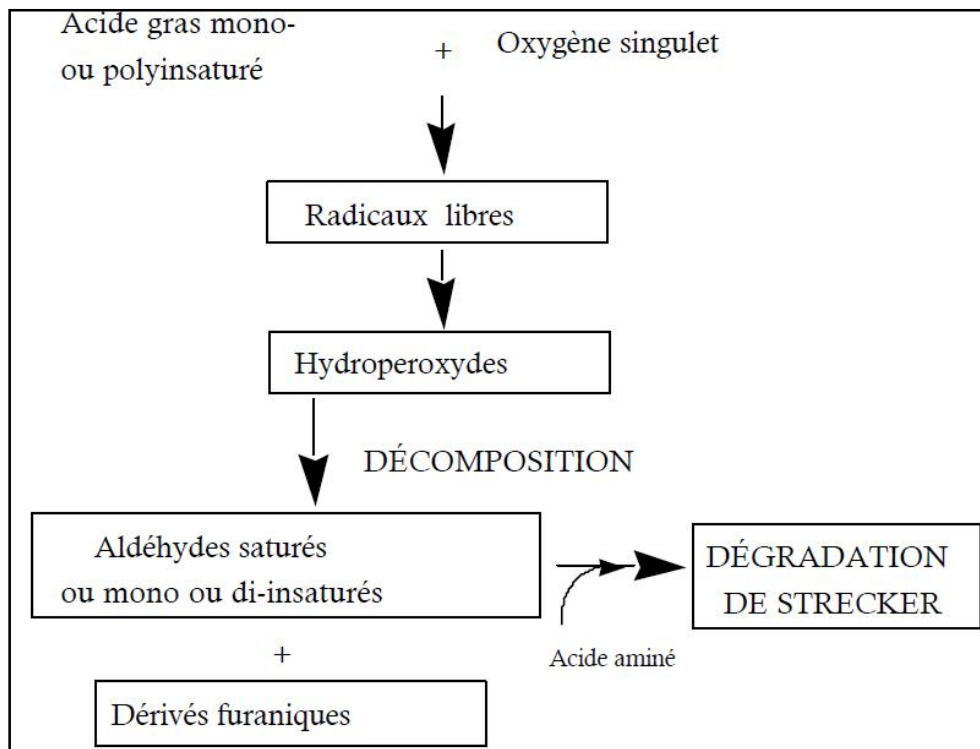


Figure 73 : Schéma de l'auto oxydation.

D'un autre coté les principales réactions de déshydratation et d'oxydation conduisant en particulier à la formation d'un mélange très complexe, constituent les réactions de Maillard responsables du brunissement non enzymatique (BNE).

L'intensité du brunissement est proportionnelle à l'élévation de la température de cuisson. En effet, une élévation de 4°C multiplie par 2 la coloration mesurée par spectrophotométrie à 420nm. D'un autre coté, le pH basique stimule cette réaction d'où la formation des hétérocycles azotés (Pyrroles, pyrazines) et les milieux à humidité intermédiaire ($0,7 > a_w > 0,8$) favorisent ce type de brunissement (VAN Mustapha *et al.*, 1998 ; Madruga *et al.*, 1995).

En conclusion, dans un milieu réactionnel complexe comprenant des lipides, des glucides, des protéines et des acides aminés libres, selon le mode de cuisson adopté, toutes les réactions précitées se développeront à des vitesses différentes et selon des voies réactionnelles préférentielles conduisant à la formation de la flaveur, principale caractéristique organoleptique.

5-2/ Matériel et Méthode :

La totalité des prélèvements des quatre lots (A, SA, H et C) dont le poids était équivalent à 100g des viandes conservées ont été utilisés pour cette fin.

Parmi les variantes des techniques thermiques traditionnelles autre que le four à chaleur tournante où les réactions de Maillard se développent en surface plus rapidement et l'aliment croûte rendant plus difficile le départ d'eau de l'intérieur vers l'extérieur, ou le four à rayonnement où la vaporisation de l'eau est encore plus rapide et le dessèchement n'a lieu qu'en surface, la cuisson en ambiance confinée permet une meilleure cuisson à cœur tout en évitant le développement trop rapide des réactions de Maillard en surface. Le couple température/temps préconisé était de 250°C/15-20mn. La préparation des échantillons avant cuisson était sans ajout d'ingrédients ni corps gras.

5-2-1/ Dosage des lipides :

Le profil des acides gras de la viande cuite a été déterminé par chromatographie gazeuse (CPG), après avoir procédé à une méthylation (Morisson et Smith, 1964) des extraits lipidiques de l'ensemble des échantillons obtenus par la méthode de Folch (1957) déjà décrite au chapitre 3 de la partie expérimentale.

5-2-2/ Mesure de la tendreté :

L'aspect rhéologique notamment, la tendreté des viandes cuites a été évaluée par un test biochimique avec dosage du collagène total et du collagène insoluble décrit par Dubost (2013). Pour le collagène total (TC), environ 250 mg de poudre de muscle ont été pesés, hydrolyse acide avec 10 ml de HCl 6 N, pendant une nuit à 110°C dans un tube en verre à bouchon à vis. L'hydrolysate acide a été dilué 5 fois dans du HCl 6 N, puis centrifugé à 16 000 x GFOR 5 min à 4°C. Pour le collagène insoluble (IC), la poudre de muscle a été solubilisée selon la méthode de Hill (1966) comme suit. La Poudre de muscle lyophilisé est réhydratée pendant une heure avec du tampon de solubilisation 1X (0,23 M NaCl, 25 mM Tris-HCl, pH

7,4) a été chauffé dans un bain d'eau à 75°C pendant une heure. La fraction insoluble a été dissociée de la fraction soluble par filtration de (filtres plissés en cellulose de coton, VWR 512-0206) et hydrolyse selon le même procédé que pour TC. Tant pour TC et IC, chaque échantillon a été pesé et mesuré en triple et les données ont été exprimées en mg de collagène par g de matière sèche ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ MS), en supposant que le collagène correspond à $7,14 \times$ teneur en hydroxyproline (Ngapo et al., 2002).

5-2-3/ Mesure de la flaveur :

L'indicateur de peroxydation des acides gras a été mesuré par la technique des TBARS (déjà décrite dans le chapitre 3 de la partie expérimentale). La mesure de la toco-acétate par HPLC selon Abidi (2000) dans la viande cuite a permis d'expliquer la capacité de défense antioxydante contre les attaques radicalaires.

5-3/ Résultat / nutritionnel et Discussion :

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

5-3-1/ Protéines :

Les travaux et études de ce paramètre ont déterminé les acides aminés cibles sujettes aux modifications (Astruc *et al.*, 2007 ; Gatellier *et al.*, 2008). Les données de Promeyrat *et al.*, (2010) et Santé-Lhoutellier *et al.*, (2008) ont décrit les phénomènes d'agrégation des protéines qui sont responsables de la diminution de leur digestibilité, relative probablement à une hydrolyse incomplète affectant leur biodisponibilité. L'approfondissement de ce facteur nutritionnel ne fait pas partie intégrante de notre thématique.

5-3-2/ Lipides et acides gras :

Pour ce qui est des matières grasses, la cuisson affecte sensiblement la répartition et les proportions de différentes catégories de lipides et acides gras de la viande exprimés en pourcentages d'AG identifiés ou en milligramme par 100g de viande analysée (Fig74 et Fig75).

La cuisson augmente la concentration des LT dans les viandes avec 9,5 à 15% dans la viande (A), (SA), (H) vs 19,5 % dans la viande (C) ($P < 0,001$). Cette conséquence est liée à la perte d'eau durant la cuisson.

La viande crue d'herbe, a présenté un taux moyen en LT inférieur à la viande du concentré 8,30 vs 16,44 % ($P < 0,001$), en accord avec Velasco *et al.*, (2001) et Andøy *et al.*, (2005), ceci est relatif à la pauvreté de l'herbe en énergie (Popova *et al.*, 2006). Le dépôt important du gras est lié à l'énergie disponible sous forme d'hydrate de carbone dans l'aliment standard (Majdoub *et al.*, 2001) et la synthèse lipidique de novo (Scollan *et al.*, 2005). La cuisson augmente la concentration des LT dans les deux types de viandes en moyenne 12,03 vs 19,51% ($P < 0,001$), cette conséquence est liée à la perte d'eau durant la cuisson (Xiao et Su, 2007 ; Bourre *et al.*, 2003 ; Mourot *et al.*, 2006). Les AGPI n-3 sont significativement supérieurs ($P < 0,001$) dans la viande des pâturages 113 vs 51mg/100g, dominés principalement par le C18:3 n3 71 vs 29 mg/100g ($P < 0,003$), suivi par le DPA 17 vs 6mg/100g ($P < 0,001$). Ces teneurs sont relatives à la richesse de l'herbe en lipides n-3 (McAfee, 2010) et la fuite des AGPI n-3 au processus de la bio hydrogénation au niveau de la panse (Young *et al.*, 2002 ; Wood *et al.*, 2003). Les AGPI n-6 sont en quantités nettement inférieures 291 vs 700mg/100g ($P < 0,001$), représentés essentiellement par l'acide linoléique 213 vs 510mg/100g ($P < 0,001$), lié probablement à la teneur élevée de l'herbe en cellulose brute 28,08 vs 7,3% similaire aux résultats de Bas et Morand-Fehr (2000). Les rapports n6/n3 et LA/ALA sont significativement diminués à ($P < 0,001$) 3,34 vs 17,93 et 2,67 vs 14,06.

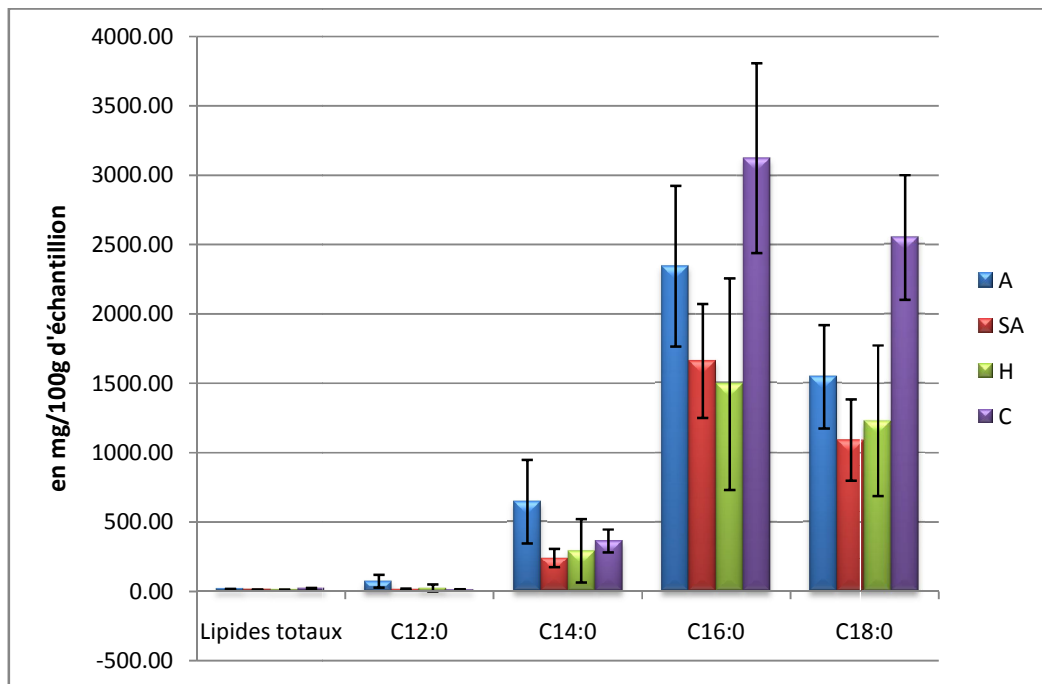


Figure 74 : AGS LD cuit

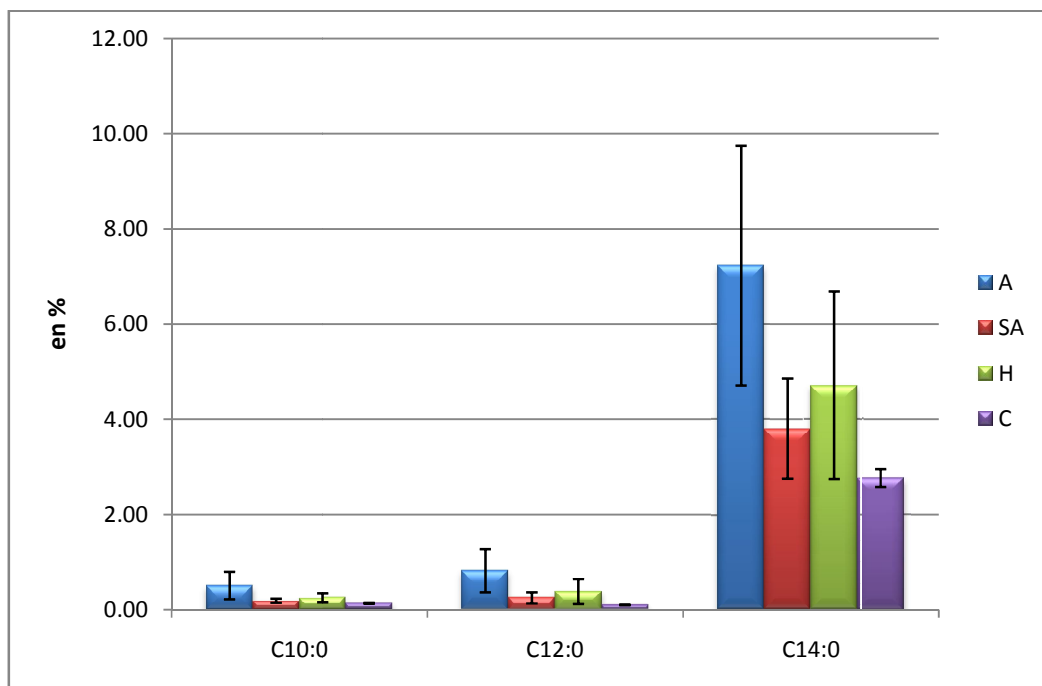


Figure 75 : Acides gras de chaîne moyenne LD cuit

Les AGPI n-3 totaux sont significativement supérieurs dans la viande des agneaux des pâturages ($P < 0,001$), dominés par le C18:3 n3, qui montre des quantités significatives dans les échantillons (A) 92mg/100g, par rapport aux prélèvements (H) et (SA) respectivement 65 et 57 mg/100mg vs 29mg/100g (C) ($P < 0,003$).

Les AGPI n-6 sont en quantité moyenne deux fois inférieure 291 vs 700 mg/100g ($P < 0,001$), représentés essentiellement par l'acide linoléique surtout en zone aride 275 et semi aride 202 vs 510mg/100g ($P < 0,001$) (Fig76 et Fig77).

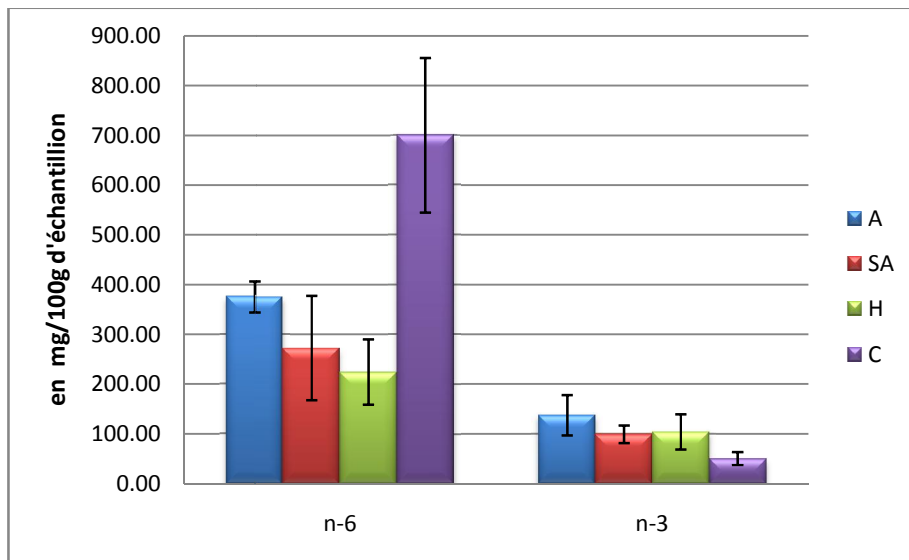


Figure 76 : Total n-6, Total n-3 LD cuit

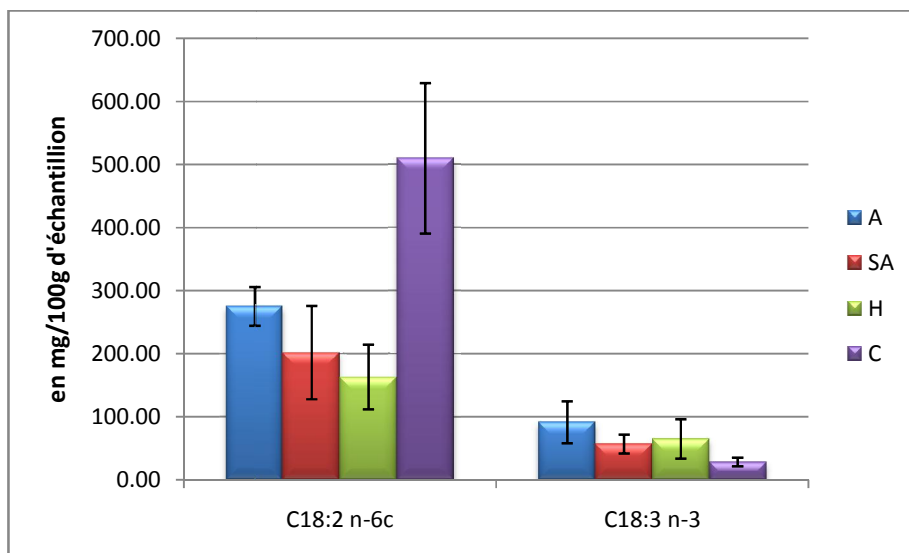


Figure 77 : AGPI ω_3 , ω_6 LD cuit

Le DPA est trois fois et demi plus élevé dans la viande des pâturages par rapport à celle issue de l'aliment concentré (21,77-15,64-14,88vs6,36 mg/100g). Le DHA et EPA sont approximativement deux fois et demi supérieures (3,46-2,20-1,54vs0mg/100g et 1,48-6,89-7,64vs1,3mg/100g)(Fig78 et Fig79). Ces teneurs sont relatives à la richesse de l'herbe en AG n-3, et une part de ces AGPI n-3 échappant au processus de la biohydrogénation. L'expression de ces acides gras en % d'AG identifiés est positive dans la viande d'herbe contrairement à la viande du régime concentré qui présente des concentrations minimales voire négligeables.

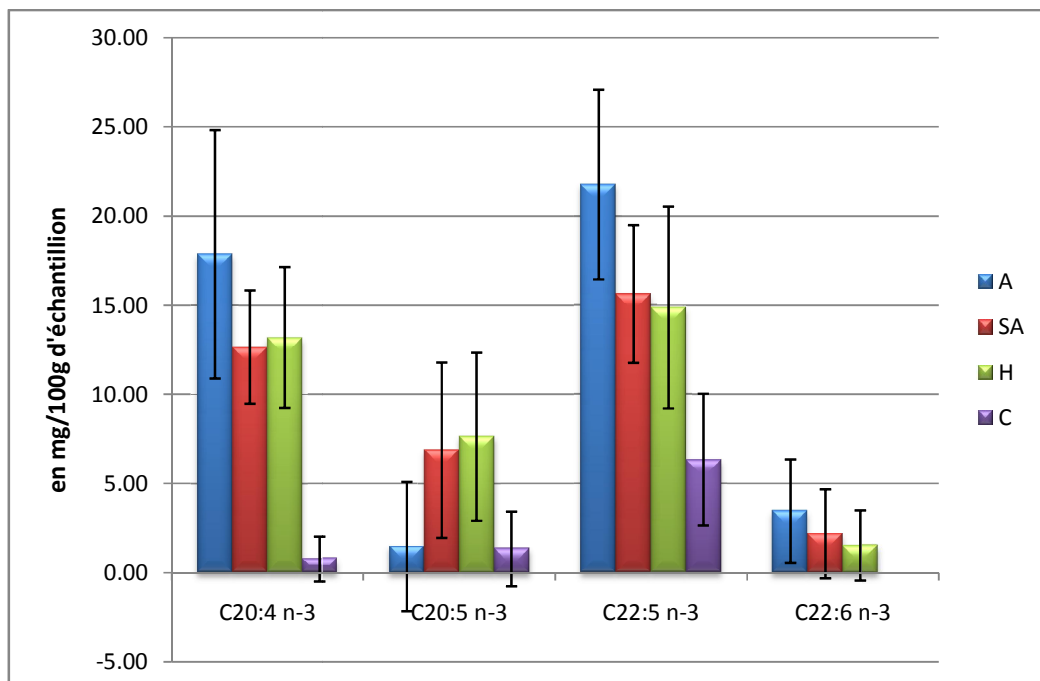


Figure 78 : AGPI -LC n-3 LD cuit

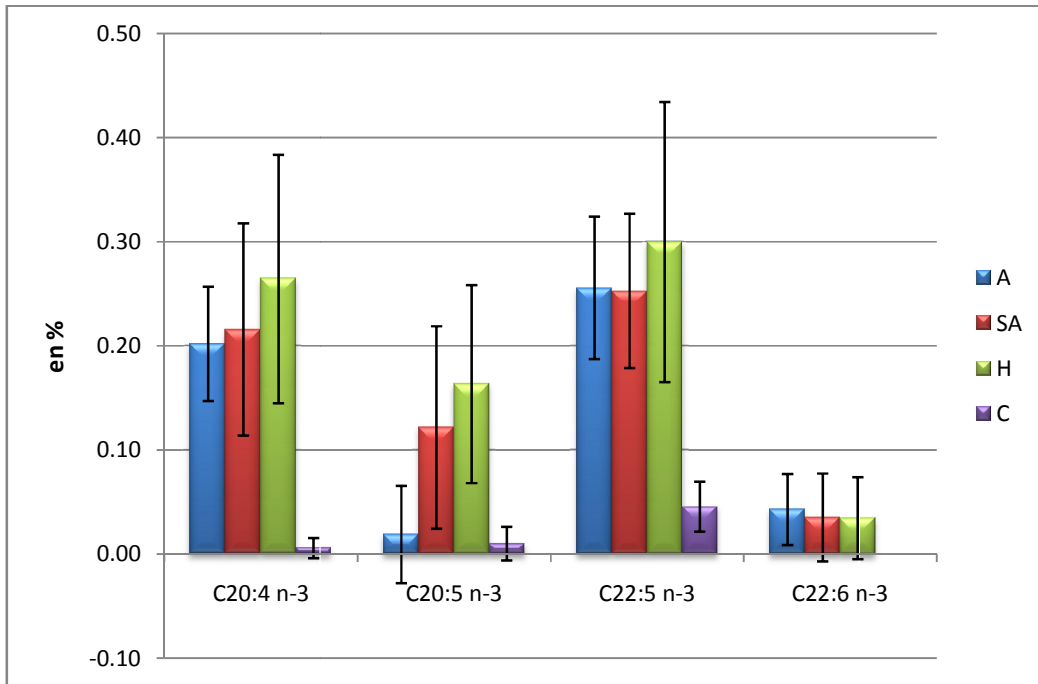


Figure 79 : AGPI-LC n-3 LD cuit

Les AGPI-LC n-6 sont fortement représentés dans la viande originaire de l'aliment concentré (C), à l'exception faite pour le C20:4 n-6 qui est très bien représenté dans la viande du aride, semi aride et à un degré moindre dans la viande humide (Fig80).

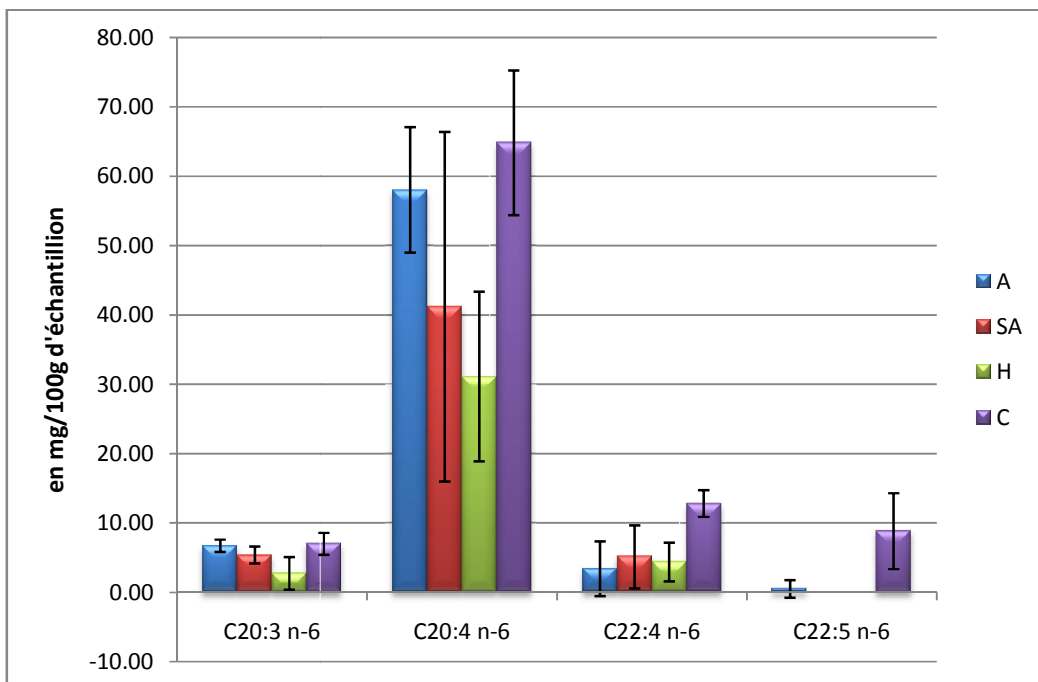


Figure 80 : AGPI-LC n-6 LD cuit

Les rapports n6/n3 et LA/ALA sont significativement diminués à ($P < 0,001$) 2,67 vs 14,06 et 3,34 vs 17,93 respectivement (Fig81). Les mêmes observations ont été constatées pour la somme des AG (Fig82), pour les AGMI représentés par l'acide oléique (Fig83 et Fig85) contrairement au C16 :0 et C18 :0 qui ont augmenté de proportion après traitement technologique (Fig84). Aucune signification relative aux sommes des AG n'a été observée (Fig86).

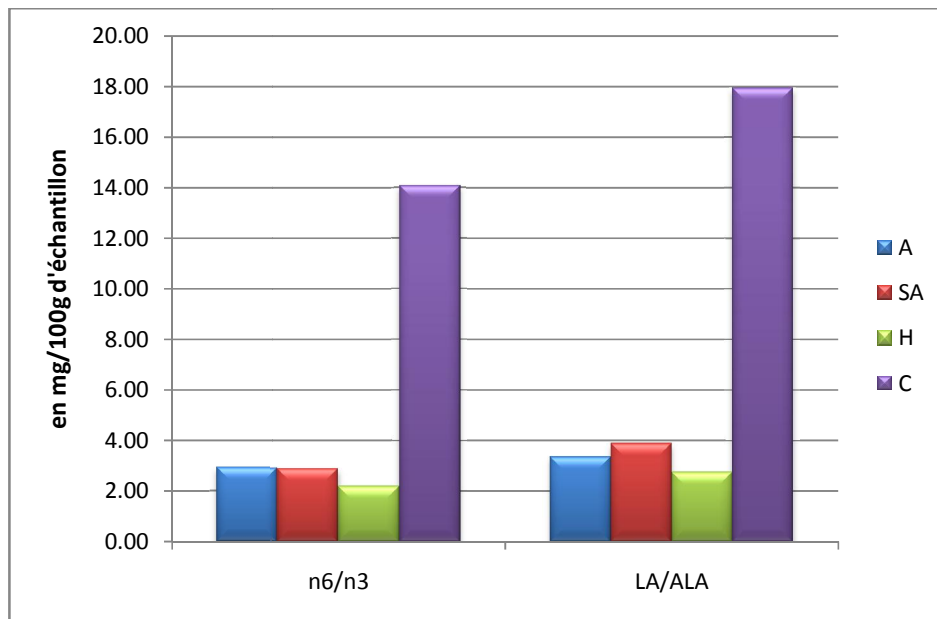


Figure 81 : Rapports n6/n3 et LA/ALA LD cuit

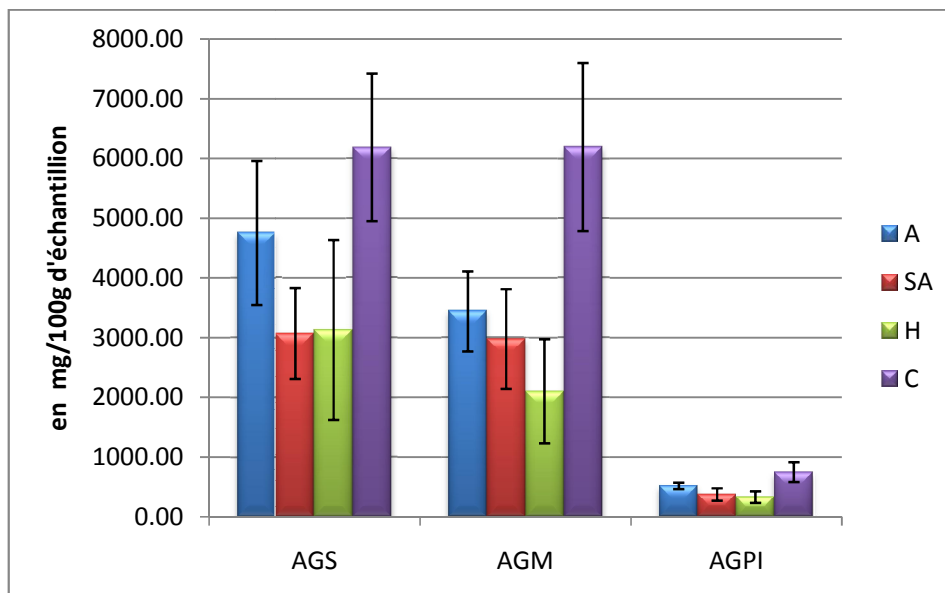


Figure 82 : Acides gras LD cuit

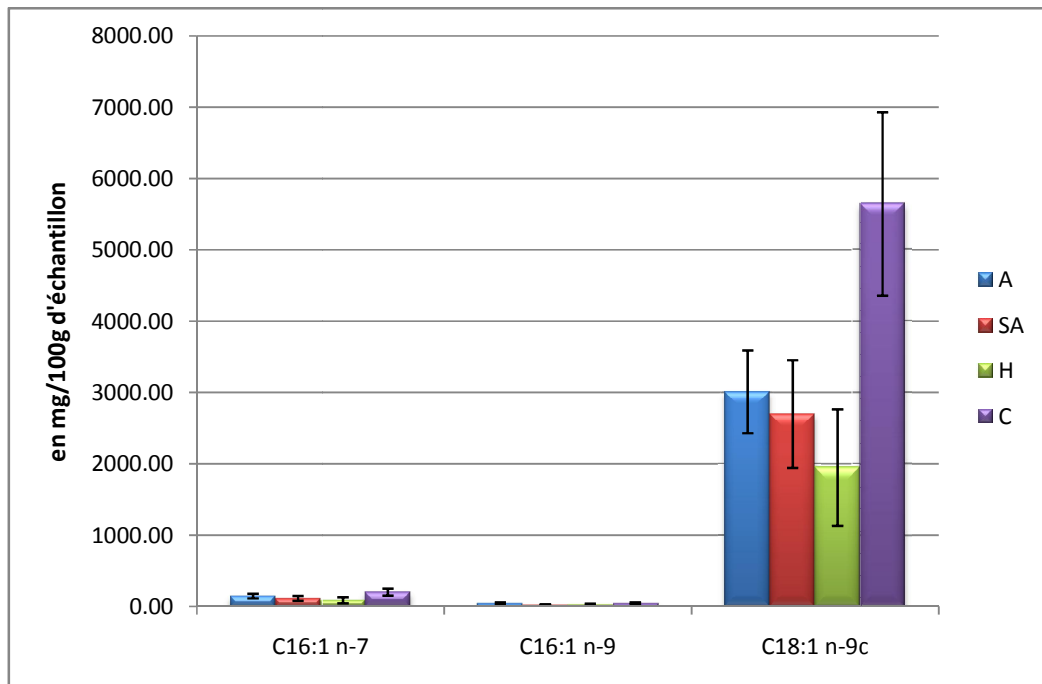


Figure 83 : AGMI LD cuit

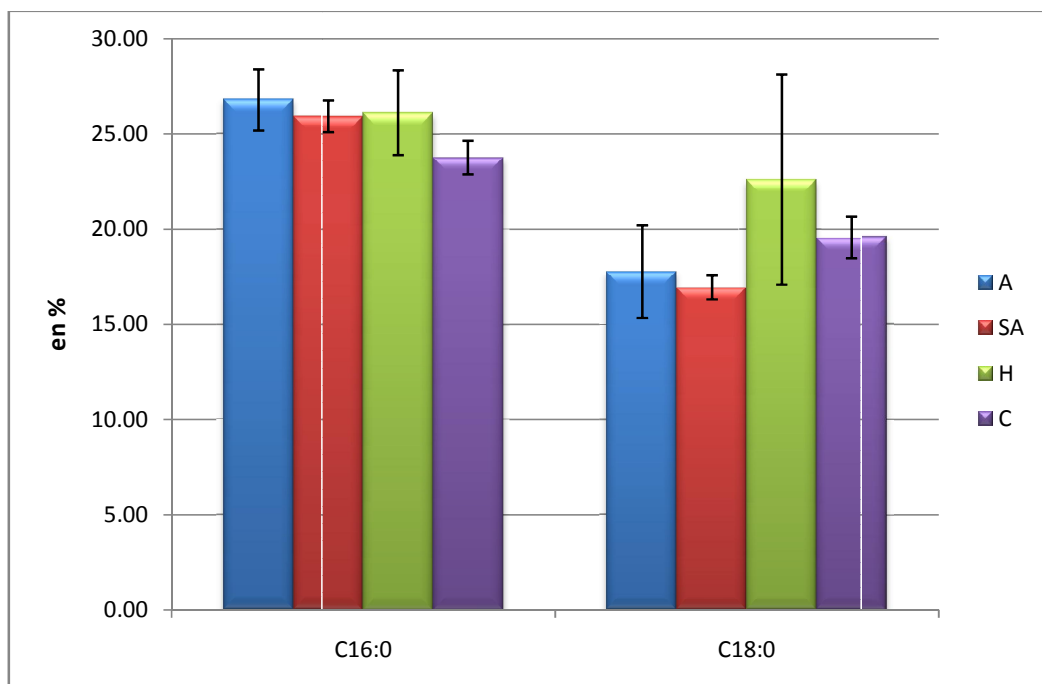


Figure 84 : Acide palmitique et Acide stéarique LD cuit

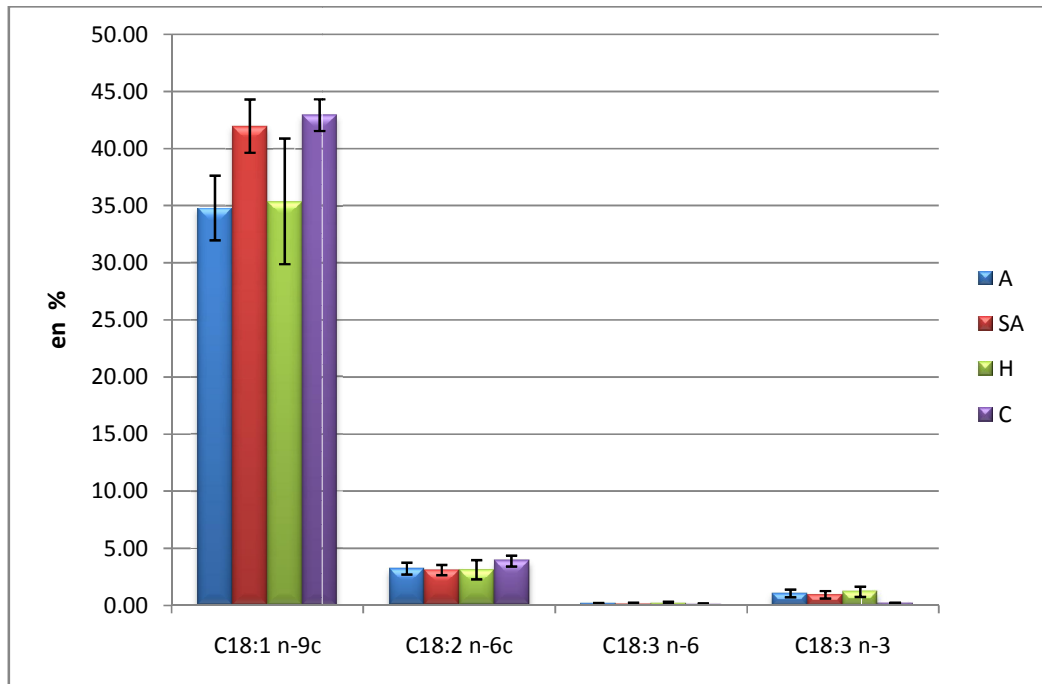


Figure 85 : AGMI et AGPI LD cuit

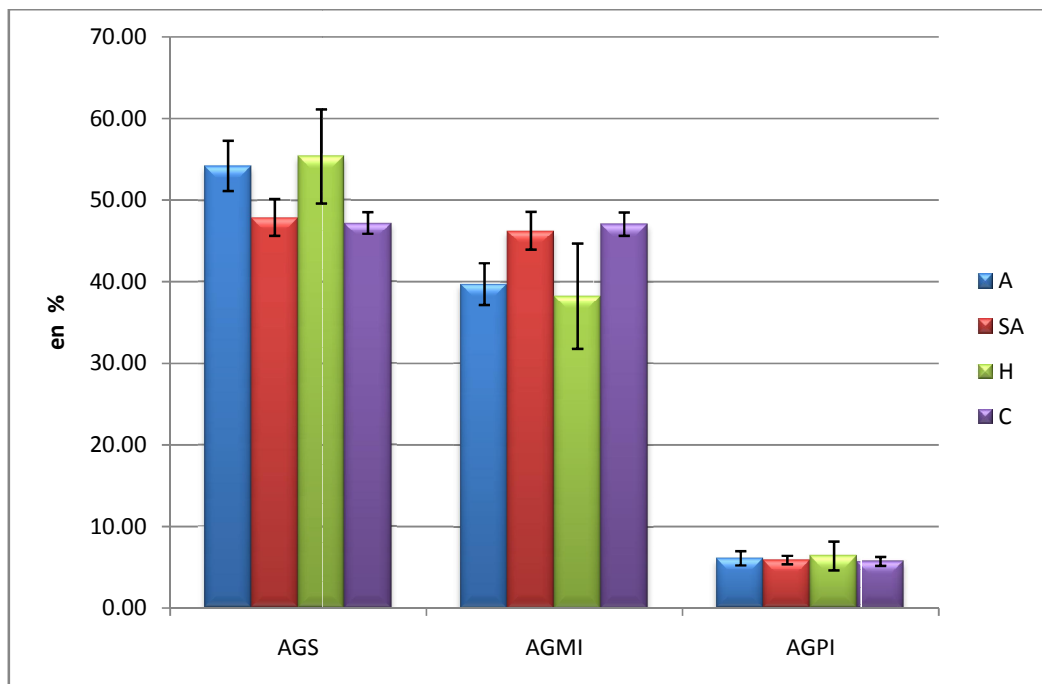


Figure 86 : Total AGS, AGMI et AGPI LD cuit

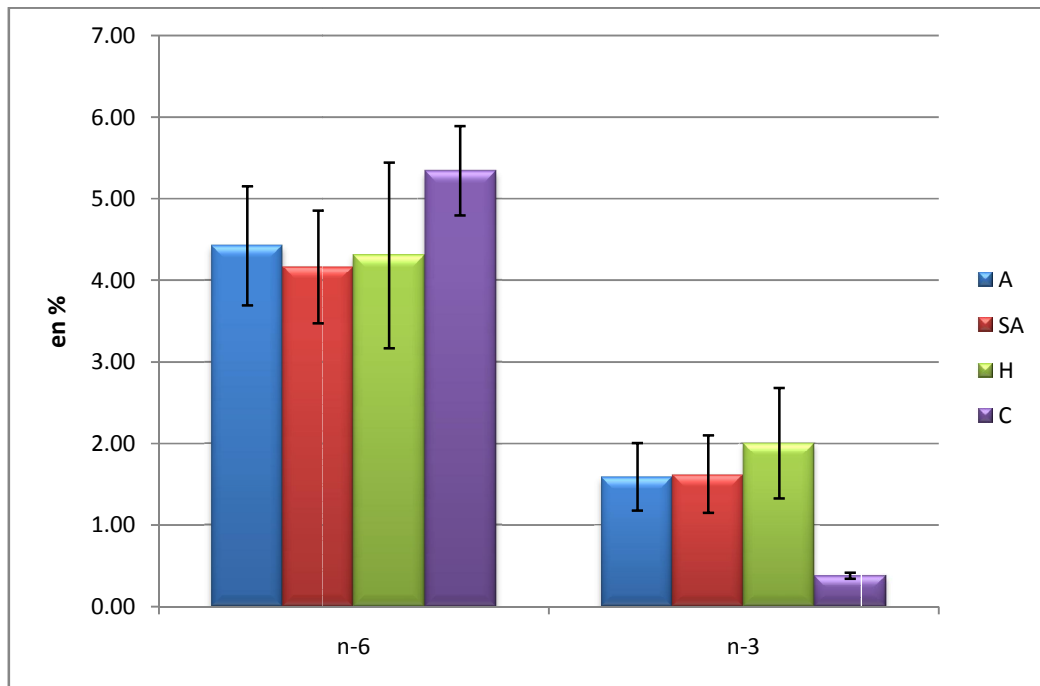


Figure 87 : Total n-6, Total n-3 LD cuit

La viande d'agneau de pâturage présente une teneur plus élevée en AGPI n3 (Fig87), ceci est un facteur positif pour la nutrition humaine. La cuisson n'altère pas les AGPI n-3, les effets du système d'élevage sont conservés. Ce type d'élevage à l'herbe augmente les qualités nutritionnelles de cette viande d'agneau pour le consommateur.

5-4/ Résultat / sensoriel et Discussion :

Plusieurs travaux se sont penchés sur l'impact de la cuisson sur les aspects sensoriels de la viande (Mourot *et al.*, 2006 ; Kouba *et al.*, 2008). L'objectif de ses travaux était l'étude des modifications de la saveur et du goût suite aux effets de l'oxydation de la myoglobine et des acides gras majoritairement insaturés sensibles aux températures de cuisson. Les fractions de lipides et d'acides gras recensés après analyse influencent la tendreté et la flaveur de la viande (Kadim *et al.*, 2008).

5-4-1/ La Tendreté :

Au cours du chauffage, différentes protéines subissent une dénaturation qui provoque des modifications de structures telles que la destruction des membranes cellulaires, le rétrécissement des fibres, l'agrégation et la formation de gel myofibrillaire et sarcoplasmique avec en fin la solubilisation du collagène (Tornberg, 2005).

Les résultats relatifs au traitement thermique de 20mn avec des températures élevées de 250C° provoquent la solubilisation du collagène (Tab43) qui réduit la résistance mécanique du muscle et améliore par conséquent la tendreté (Tab42).

*5-4-1-1/ Test sensoriel :***Tableau 42** : Evaluation de la tendreté par un panel d'expert (n=10).

	A	SA	H	C
Tendreté	5,9	5,6	5,4	6,7

Paramètre évalué sur une échelle de 1 à 8 (1 très dure et 8 très tendres)

*5-4-1-2/ Test biochimique :***Tableau 43** : Niveaux de tendreté en fonction des types des viandes traitées (n=3).

	Faible				Moyenne				Supérieure			
	A	SA	H	C	A	SA	H	C	A	SA	H	C
Collagène totale	3,9	3,8	3,6	3,3	2,8	2,6	2,3	2	2,3	2,1	2	1,5
Collagène insoluble	2,1	2,05	2,02	2,01	2,01	2	2	1,8	1,6	1,4	1,3	1

mg/g MS quantité de collagène calculée.

Les valeurs représentent les moyennes pour les 4 types de viandes pour chaque catégorie. a, b, c : P < 0,05.

Aucune différence significative n'a été perçue au niveau de la tendreté (Tab42) de la viande entre les quatre traitements alimentaires. Toutefois, les agneaux nourris au concentré à volonté avaient une tendreté légèrement supérieure caractérisée par des teneurs très faibles de collagène totale (Tab43) et des traces infimes de collagène insolubles.

Les faibles et moyens niveaux de tendreté sont relatifs à la diminution de la solubilité du collagène (Nishimura, 2010), à la diminution de la sensibilité des fibres aux protéases et la réduction de l'activité protéolytique des calpaines (Ouali *et al.*, 2013).

Les viandes en évolution post mortem plus ou moins prolongée sont tendres et ont tendance à avoir une faible teneur en collagène total et insoluble (Dransfield *et al.*, 2003).

Certaines études ont révélé en plus de l'âge, une forte corrélation entre la tendreté et le type de muscle à un seuil de 5% (Becila *et al.*, 2014).

Relativement, les relations entre les propriétés contractiles et métaboliques des fibres, teneur et solubilité du collagène, caractéristiques des lipides...) et la qualité sensorielle des viandes (tendreté, flaveur,) existent. Néanmoins, Hocquette *et al.*, (2005) affirment que les variables explicatives de la tendreté ne sont pas identiques et ne sont pas encore toute élucidées.

5-4-3/ La flaveur :

Les valeurs du MDA ont connu des fluctuations entre les 4 régimes fortement diminués dans les viandes riches en antioxydants H, SA et A (Fig88).

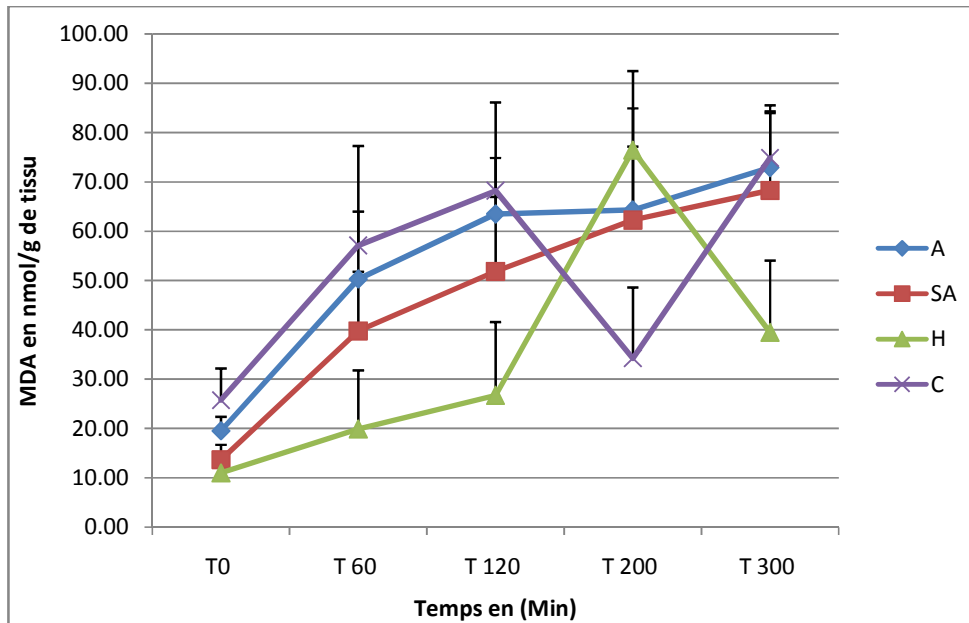


Figure 88: Concentration du MDA dans la viande cuite en fonction des régimes.

Tableau 44: Concentration de la vitamine dans la viande cuite en fonction des régimes.

	A	SA	H	C
Vitamine E ($\mu\text{g Toco/g}$ lipide)	3,132	3,655	5,238	2,881
Vitamine E ($\mu\text{g Toco}/100\text{g}$ d'échantillon)	6,236	8,245	17,35	4,325

5-5/ Conclusion :

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

DISCUSSION
GENERALE

En termes de performances zootechniques, les poids vifs initiaux étaient semblables pour les agneaux des quatre groupes. Cependant les poids vifs à l'abattage ont montré des différences significatives relatives à la vitesse de croissance des agneaux en fonction de leur régime. La différence des gains moyens quotidiens s'est traduite nettement à la fin de l'expérimentation (GMQ) ($p < 0,001$). En effet, les agneaux du traitement A et SA ont exprimé des gains supérieurs aux agneaux du traitement H mais inférieurs à ceux des agneaux du traitement C recevant un aliment standard. Ces résultats corroborent aux travaux de Turner et al., (2002). Ainsi, l'herbe consommée par les agneaux, bien qu'elle ait été d'une bonne valeur nutritive, n'a probablement pas permis l'ingestion d'autant d'énergie que ceux ayant reçu du concentré. Les agneaux alimentés à l'herbe (A, SA, H) semblent être affectés par la durée réduite de pâturage, l'âge précoce à l'abattage et en fin les pertes de poids sous forme de chaleur durant les déplacements. Certains auteurs préconisent des durées de pâturages prolongées pour exprimer un bon potentiel de croissance proportionnel à la richesse de l'herbe en matière sèche.

Archimède et al., (2008) confirment que l'état de chair et du gras dorsal à la palpation des agneaux nourris avec du concentré à volonté était supérieur comparativement aux agneaux nourris à base l'herbe.

Même pour des poids similaires à l'abattage (ce n'est pas le cas dans notre étude), les carcasses des groupes d'agneaux élevés aux pâturages étaient légères par rapport aux carcasses issues du concentré. Les poids des carcasses des pâturages A et SA étaient supérieurs aux carcasses du groupe H. Cette différence est probablement due au fait que les agneaux au pâturage ont une plus grande liberté de sélection lorsqu'ils s'alimentent. En plus, les agneaux sont sélectifs, autant au niveau des espèces de l'herbe pâturée qu'au niveau de la partie de la plante broutée (Animut et al., 2005). Ainsi, lorsque cela est possible, ils consomment les parties les plus digestibles de la plante (feuilles) et délaissent les tiges (Molle et al., 2008).

La qualité de fourrage ingéré pourrait donc être supérieure à la qualité de fourrage disponible. Les agneaux des pâturages (A, SA et H) ont présenté des rendements de carcasse semblables à ceux des agneaux du groupe C, probablement due à la haute digestibilité de l'herbe consommée, néanmoins le groupe SA a exprimé un rendement légèrement supérieur sans signification statistique. Le gras dorsal, qui est un paramètre, important lors de la classification des carcasses, a été influencé par l'alimentation. L'épaisseur du gras dorsal (*longissimus dorsi*) des agneaux du groupe C était supérieur 3 à 4 x en mm comparativement aux agneaux des trois autres groupes en concordance avec les observations de (Resconie et al., 2009). Une différence de l'épaisseur du gras des agneaux des pâturages était perceptible en faveur du A et du SA. La même chose a été observée pour le rendement en % du gras après abattage. Par conséquent, les indices de classification des agneaux engraisés au pâturage étaient inférieurs aux agneaux ayant reçu du concentré. Une différence à $p < 0.05$ a été déterminée quant à l'analyse des conformations.

Sur le plan sensoriel, les viandes d'agneaux des pâturages sont susceptibles d'afficher un pH ultime élevé à $p < 0,05$. Ceci est dû au défaut d'énergie fournie par l'herbe. En effet, l'épuisement des réserves du glycogène musculaire suite à l'activité physique intense et le déplacement permanent en serait la cause. Plusieurs recherches ont confirmé cette différence significative dans les viandes issues des régimes énergétiques comme les concentrés et les viandes originaires d'aliment moins énergétique comme l'herbe des pâturages. La couleur des viandes des pâturages tout types confondues (A, SA, H) est plus foncée que celle d'agneaux élevés au concentré avec un indice a^* plus ou moins prononcé surtout dans les viandes des pâturages humides (H) avec un degré moins dans SA et A par rapport au viandes du C. Ceci est relatif à la teneur en myoglobine riche en fer total qui augmente en fonction de l'âge. Luciano et al., (2009) n'ont pas observé de différences. L'indice L^* était semblable, mis à part au niveau du groupe H qui a affiché une valeur moyenne inférieure au profit de l'indice a^* à $p < 0,01$. L'indice b^*

a été en faveur des agneaux consommant de l'herbe (A et SA), ce qui indique que le gras de ces agneaux est plus jaune que celui des agneaux consommant des concentrés. Ces résultats sont en accord avec les trouvailles de (Joy et al., 2008a). Cette observation est relative à la richesse de l'herbe des pâturages en pigments caroténoïdes.

Pour la tendreté, le test de compression n'a pas signalé des différences entre les quatre types de viande mesuré à l'état cru. Des travaux antérieurs avaient affirmé que l'alimentation des agneaux a peu d'influence sur la tendreté. En outre, une diminution du niveau de la tendreté a été observée chez les animaux au pâturage, sous l'influence du changement dans le métabolisme musculaire sans différences de l'indice de fragmentation myofibrillaire (IFM) et la force de cisaillement. Les concentrations des viandes en collagène et collagène soluble n'ont été influencées ni par les régimes ni par le traitement technologique, même si la tendreté après cuisson a présenté des niveaux faibles, moyens et supérieurs. Malgré l'influence de l'hydroxyproline sur la tendreté, Veiseth et al., (2004) ont trouvé les mêmes conclusions et ont affirmé que l'âge des animaux est un facteur déterminant.

En matière de flaveur, les viandes rouges enrichies par les acides gras polyinsaturés au pâturage, semblent être améliorées par les antioxydants naturellement présents dans l'herbe. Cette amélioration a influencé positivement les rapports n6/n3 (2,25vs12,08) et AL/ALA (2,90vs14,31), valeurs très proches des normes de l'ANC. La lipoperoxydation observée durant la conservation de ces viandes est souvent accompagnée par l'altération de la flaveur avec des taux de MDA élevés surtout quand la protection par les facteurs antioxydants est faible ou absente.

Sur le plan qualité nutritionnelle basé dans cette expérimentation principalement sur l'évaluation de la quantité des lipides totaux extraite à froid des

quatre viandes examinées, et l'analyse du profil des acides gras révélés par les pics au niveau du chromatogramme, nous avons constaté que les morceaux de viandes crus ou cuits analysés provenant des carcasses d'agneaux élevés aux pâturages sont plus maigres surtout au niveau du groupe H et SA comparativement aux échantillons des carcasses d'agneaux alimentés exclusivement par un aliment standard à $p < 0,001$. Le tissu adipeux sous cutané a présenté des teneurs en LT comparables, avec une prédominance au niveau du groupe C, et une différence de 20% contre le groupe H à $p < 0,04$. Concernant la composition en acides gras, les animaux alimentés au pâturage produisent une viande caractérisées par un profil en acide gras potentiellement bénéfique. Ceci est en étroite corrélation avec la composition et la nature des lipides alimentaires ingérés. Les travaux de (Vasta et al., 2009; Nuernberg et al., 2008) ont prouvé l'effet régime sur le profil des acides gras de la viande.

La quasi-totalité des acides gras exprimés en mg/100g de viande ont affiché des différences hautement significatives au niveau des viandes de groupes A, SA, H par rapport à la viande du groupe C. Les acides gras polyinsaturés n3 avec en tête de file l'acide alpha linoléique suivi des acides gras polyinsaturés LC représenté essentiellement par le DPA et DHA sont très bien représentés dans les viandes des pâturages. Ces résultats concordent avec des recherches ultérieures selon lesquelles la composition en acide gras du gras intramusculaire est influencée par la composition en acides gras des aliments. Les AGPI n6 et les AGMI sont dominants dans les viandes d'agneaux élevés en intensif par un aliment concentré. L'effet de l'alimentation était moins prononcé pour les n-6 que les n-3 chez les agneaux. Les valeurs des principaux acides gras saturés notamment le C16 :0 et le C18 :0 ont connu des variations en fonction de la nature des viandes analysées et le traitement qu'a subi ses viandes. Globalement, les deux acides gras sont pratiquement présents dans les deux types de viande avec ou sans signification statistique. Pour ce qui est des rapports n6/n3 et AL/ALA, ils sont nettement diminués en faveur des viandes des pâturages même en dessous de la norme recommandée (5) (Legrand *et al.*,

2001) contrairement à l'étude Maillot et al., (2007) où le rapport AL/ALA était en moyenne proche de 12 en France. D'un autre côté, les indices d'insaturation (II) se sont montrés supérieurs dans la viande d'herbe avec un maximum de 1,35 et un minimum de 1,16 contre respectivement 1,16 et 1,08 dans la viande du concentré. En fin, les indices athérogènes (IA) n'ont pas montré de différence significative. Toutefois, les valeurs exprimées par la viande du SA par rapport aux viandes du A et du H sont acceptables et légèrement inférieures pour un bénéfice santé. Les rapports AGPI/AGS calculés (Annexe 4) ont montré surtout au niveau des viandes crues parées des pâturages SA et H une amélioration, se rapprochant des normes (0,45) en faveur de la protection du consommateur contre les CVD.

Les experts en nutrition animale et en nutrition humaine de l'ANSES (2011) ont confirmé l'impact de différentes pratiques d'élevage sur les teneurs en acides gras des denrées d'origine animale. Quelques données récentes suggèrent en effet que l'alimentation des animaux de rente peut présenter un impact sur des indicateurs du statut nutritionnel chez l'Homme consommant des produits issus de ces animaux (Bovet *et al.*, 2007). L'évaluation de l'incidence des pratiques d'alimentation animale, concerne de très nombreuses variables parmi lesquelles : la nature de la ration de base, les AG consommés, le mode d'apport des aliments (ou nutriments), le type et l'ampleur de la modification des pratiques alimentaires en élevage, la nature de la denrée animale consommée. Au côté des pratiques alimentaires d'élevage, d'autres facteurs sont susceptibles d'influer sur la teneur en lipides et le profil d'AG des produits animaux consommés. Ils sont liés à l'animal (race, espèce, stade de lactation, sexe, activités physiques dues aux parcours, mécanismes et localisation des dépôts de lipides) et aussi, liés aux traitements technologiques des denrées. Ces derniers facteurs présentent un impact sur la quantité et le profil des AG consommés par l'Homme probablement plus faible que celui lié aux pratiques alimentaires des animaux. Par ailleurs, l'hétérogénéité des traitements technologiques industriels et ménagers rend difficile leur prise en compte.

CONCLUSION
GENERALE

Avec la domestication des animaux à des fins de production carnée, un bouleversement majeur et une dynamique de consommation de viandes s'est progressivement concentrée sur quelques espèces notamment poly gastriques comme les bovins, ovins et monogastriques comme le poulet.

La qualité des viandes peut être perçue à travers différents paramètres. Premièrement, l'adaptation des systèmes d'élevages aux conditions climatiques et aux exigences édaphiques, deuxièmement, le choix zootechnique en terme des rations de base, et troisièmement l'emplacement géographique relatif au terroir qui pourra lui conférer le caractère label.

Plusieurs travaux d'enrichissement ont examiné la composante lipidique de différentes sources alimentaires conventionnelles et biologiques pour évaluer réellement la quantité des lipides totaux ramenée par ces régimes, ainsi que la qualité et la nature de leurs acides gras, facteur déterminant de la qualité nutritionnelle des viandes. L'aspect qualitatif des acides gras est fortement dépendant de l'espèce. Chez les animaux monogastriques, il existe une forte corrélation entre les acides gras ingérés et ceux qui seront déposés dans les tissus maigres et gras. Cette relation est moins marquée chez les ruminants à cause de l'hydrogénation. Cette spécificité est relative au phénomène physiologique de transisomérisation de configuration diène cis 9, cis 12, responsable du caractère saturé des viandes rouges, par la métabolisation plus ou moins intense des lipides alimentaires et la biosynthèse d'AG d'origine microbienne. Toutefois, cette originalité des poly gastriques vis à vis des AG pourrait être influencée d'une manière non négligeable par la nature de la ration.

Élever des agneaux à base d'herbe des pâturages, semble une alternative intéressante et avantageuse. Toutefois, dans les conditions d'élevage et d'abattage actuelles en Algérie et qui sont qualifiées d'artisanales (Sadoud et al 2010), la présente étude n'a pas montré d'impact majeur de modification de l'alimentation

sur les performances de croissance et les paramètres de carcasses surtout dans la zone humide où l'herbe est caractérisée par sa richesse en eau et sa pauvreté en matière sèche contrairement aux zones aride et semi aride qui semblent contribuer par leur couvert végétal (achab) à produire des agneaux à profils et gouttières sub convexes et même convexes quand les précipitations hivernales sont favorables.

L'examen de l'animal ainsi découpé, en morceaux de viandes, ouvrira sur d'autres classifications que celles qui concernaient l'animal sur pied. Les questions d'évaluation de la qualité nutritionnelle, sensorielle et technologique des viandes, tributaires des facteurs biochimiques (réserve glycogénique, pHu, SAO) et physiologiques (concentrations de l'hydroxyproline, oxymyoglobine et le degré d'insaturation des AG) permettront d'explorer la notion de valeur santé des lipides déposés dans les muscles et dans le tissu adipeux sous cutané de cet aliment afin de répondre aux attentes des nutritionnistes, du monde médical et aussi des utilisateurs.

Face à ce déséquilibre alimentaire, caractérisé par une consommation excessive d'acide gras saturé, avec un rapport n6/n3 trop élevé (Rondia et *al.*, 2003) et l'envie de l'homme à réduire ces apports lipidiques en choisissant une viande maigre et insaturée, pour se prémunir contre les CVD et l'obésité (Bouderoua et *al.*, 2003 ; Chesneau et *al.*, 2005) ; La correction, des rapports n6/n3, AL/ALA, et AGPI/AGS chez les ruminants, est recommandée par les agences internationales de la sécurité alimentaire et les instituts de recherches en nutrition humaine et animale et des laboratoires de métabolisme des lipides. Le but primordial est d'arriver à un rapport AL/ALA voisin de 5 alors qu'il est actuellement estimé entre 15 et 30 en favorisant d'une part l'apport du précurseur C18:3 n-3 (acide α linoléique: ALA) dans l'alimentation humaine et de diminuer celle du C18:2 n-6 (acide linoléique: LA). La conversion du précurseur en dérivés n-3 AGPI LC (EPA, DPA, DHA) par les élongases favorise de rééquilibrer le rapport n6/n3 dans la viande.

Les résultats de notre expérimentation se sont montrés prometteux dans la mesure où les concentrations des AGPI n3 exprimés en mg/100g de viande sont encourageantes et comparables aux travaux ultérieures de (Bauchart et col, 2005) et (Wachira et col, 2002). Cette amélioration du profil en acides gras de la viande d'agneaux nourris à l'herbe pourrait dévoiler une piste intéressante pour le développement de produits à valeur ajoutée et évaluer la pertinence d'une alimentation à forte proportion de fourrages pour les agneaux à l'engraissement comparativement à la filière lin

La sensibilité des viandes enrichies par les $\omega 3$ et $\omega 6$ au phénomène de lipopéroxydation non enzymatique implique de penser aux facteurs antioxydants. Cette problématique est relativement résolue par la présence naturelle d'antioxydants endogènes et exogènes dans les viandes d'herbe. Les actions conjuguées de ces facteurs permettent la préservation des caractéristiques organoleptiques notamment la flaveur et la couleur, éléments de base de la construction de la qualité sensorielle.

La cuisson comme traitement technologique n'altère pas les AGPI n3 (ALA, DPA) comme relaté dans notre travail en accord avec d'autres recherches récentes.

De la, et dans les perspectives économiques et sanitaires, le développement de la qualité des viandes rouges des petits ruminants de la race autochtone, bien adaptée aux conditions rustiques des pâturages, est devenu impératif en se penchant sur les caractéristiques nutritionnelles de la composante lipidique pour mettre en relief les points forts des élevages extensifs sous différents climats malgré les contraintes édaphiques, car les effets du système d'élevage sont très bien conservés, donc en faveur d'un produit à valeur santé et à valeur ajoutée.

REFERENCES

BIBLIOGRAPHIQUES

- Abbas K., Chouya., Madani T., (2002).** Facteurs d'amélioration de la reproduction dans les systèmes ovins en zones semi-arides algériennes. 9ème Renc. Rech.Ruminant. 155 p.
- Abdelguerfi A., Ramdane S.A., (2003).** Evaluation Des Besoins En Matière De Renforcement Des Capacites Necessaires A La Conservation Et L'utilisation Durable De La Biodiversite Importante Pour L'agriculture. Recueil Des Communications (Atelier N°3, Alger, 22-23/01/2003).
- Abdelguerfi A., Abdelguerfi-Laouar M., (2004).** Les ressources génétiques d'intérêt fourrager et-ou pastoral: diversité, collecte et valorisation au niveau méditerranéen. Cah. Options. Mediterr. 62, 29-41.
- Abidi S.L., (2000).** Chromatographic analysis of tocol-delived lipid antioxidants. Journal of Chromatography A, 88,1197-216.
- Adnoy T., Haug A., Sorheim O., Thomassen M. S., Varszegi Z., Eik L. O., (2005).** Grazing on mountain pastures – Does it affect meat quality in lambs? Livestock Production Science, 94, 25–31.
- AFSSA., (2001).** “ANC. Apports Nutritionnels Conseillés pour la population française.” AFSSA (Ed), Tec et Doc, Paris, France.
- AFSSA., (2007).** Apport en protéines: consommation, qualité, besoins et recommandations.
- Agarwal R., Chase S.D., (2002).** Rapid, fluorimetric-liquid chromatographic determination of malondialdehyde in biological samples. Journal of Chromatography B 775, 121-126.
- Agreil C., Hazard L., Magda D., Meuret M. (2002).** "Faire pâturer des brebis pour répondre à une politique de conservation de la biodiversité en lande à genêt", 9e Renc. Rech. Ruminants, Paris, France, Institut de l'Elevage, 405.
- Aidoud A., Touffet J., (1996)** – La régression de l'alfa (*stipa tenacissima* L) graminée pérenne, un indicateur de désertification des steppes algérienne. Sécheresse 7(3) pp 187– 93.
- Ailhaud G., (2007).** Développement du tissu adipeux: importance des lipides alimentaires. Cahiers de Nutrition et de Diététique, 42 (2), 67-72.
- Aimé S., (1991).** Etude écologique de la transition entre les bioclimats subhumides, semi arides et arides dans l'étage thermoméditerranéen du Tell Oranais (Algérie nord occidentale). Thèse d'état. Univ. Aix – Marseille 3. 190p;
- Alfaia C.M.M., Ribeiro V.S.S., Lourenço M.R.A., Quaresma M.A.G., Martins S.I.V., Portugal A.P.V., Fontes C.M.G.A., Bessa R.J.B., Castro M.L.F., Prates J.A.M., (2006a).** Fatty acid composition, conjugated linoleic acid isomers and cholesterol in beef from crossbred bullocks intensively produced and from Alentejana purebred bullocks reared according to Carnalentejana-PDO specifications. Meat Sci., 72, 425-436.
- Alfaia C.M.M., Quaresma M.A.G., Castro M.L.F., Martins S.I.V., Portugal A.P.V., Fontes C.M.G.A., Bessa R.J.B., Prates J.A.M. (2006b).** Fatty acid composition, including isomeric profile of conjugated linoleic acid, and cholesterol in Mertolenga-PDO beef. J. Sci. Food Agr., 86, 2196-2205.
- Alfaia C.P.M., Alves S.P.A., Martins S.I.V., Castro M.L.F., Fontes C.M.G.A., Lemos J.P.C., Bessa R.J.B., Prates J.A.M. (2009).** Effect of the feeding system on intramuscular fatty acids and conjugated linoleic acid isomers of beef cattle, with

emphasis on their nutritional value and discriminatory ability. *Food Chemist.*, 114, 939-946.

- Alfonso, M., Sanudo C., Berge, P., Fisher, A.V., Stamataris, C., Thorkelsson, G. Piasentier, E. (2001).** Influential factors in lamb meat quality. *CIHEAMIAMZ*. pp 19-28.
- Ali Dib T., Monneveux P., Araus JL., (1992).** Adaptation a la sécheresse et notion d'idéotype chez le blé dur II. Caractères physiologiques d'adaptation *Agronomie*, 12, 381-393.
- ANC., 2001.** In **Martin A., (2001).** Apports nutritionnels conseillés pour la population française. AFSSA, Ed. Tec & Doc, 3ème édition, Paris, 650 p.
- Anderson N., Castelli W., Levy D., (1987).** Cholesterol and mortality. 30 years pf follow-up from the Framingham Study. *JAMA*, 257, 2176-2180.
- Anderson L. E., Myer R.O., Brendemuhl J.H., McDowell L.R., (1995).** Bioavailability of various vitamin E compounds for finishing swine. *J. Anim. Sci.* 73:490–495.
- Animut G., Goetsch A.L., Aiken G.E., Puchala R., Detweiler G., Krehbiel C.R., Merkel R.C., Sahlu T., Dawson L.J., Johnson Z.B., T.A. Gipson. (2005).** Grazing behavior and energy expenditure by sheep and goats co-grazing grass/forb pastures at three stocking rates. *Small. Ruminant. Res.* 59: 191-201.
- Annicchiarico P., Perenzin M., (1994).** Adaptation patterns and definition of macro-environments for selection and recommendation of common-wheat genotypes in Italy. *Plant Breeding* 113/197-203
- ANSES., (2011).** Actualisation des apports nutritionnels conseillés pour les acides gras, p 277.
- Apple J.K., Burke J.M. (2005).** Growth performance and carcass traits of forage-fed hair sheep wethers. *Small Ruminants Research*, 67, 264-270.
- Archimède H., Pellonde P., Despois P., Etienne T., Alexandre G., (2008).** Growth performances and carcass traits of Ovin Martinik lambs fed various ratios of tropical forage to concentrate under intensive conditions. *Small. Ruminant. Res.* 75: 162-170.
- Aruoma O.I., Cuppet S.L., (1997).** Antioxidant methodology. In vivo and in vitro concepts. AOCS Press, Champaign, Illinois, 228-229.
- Ascherio A., et al. (1999).** Relation of consumption of vitamin E, vitamin C, and carotenoids to risk for stroke among men in the United States. *Ann Intern Med* 130: 9663-9670.
- Astrog P., Guesnet P., Alessandri J. M., Galan P., Laviaille M., (2006).** Acides gras polyinsaturés en oméga-3 et santé : aperçu des connaissances actuelles. *Sciences des aliments*, 26, 8-28.
- Astruc T., Marinova P., Labas R., Gatellier P., Santé-Lhoutellier V., (2007).** Detection and localisation of oxidised proteins in muscle cells by fluorescence microscopy. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55, 9554–9558.
- 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 phospholipids and their fatty acids in the *M. longissimus thoracis* of lambs. *Meat. Sci.* 66(3), 531-541.
- Aziz N.N., Murray D.N., Ball R.O., (1992).** The effect of live weight gain and live weight loss on body composition of merino weathers: Chemical composition of the dissected components. *J. Anim. Sci.*, 70, 3413-3420.

- Barceló-Coblijn G., Murphy E.J., (2009).** Alpha-linolenic acid and its conversion to longer chain n-3 fatty acids: Benefits for human health and a role in maintaining tissue n-3 fatty acid levels. *Progress in Lipid Research*, 48(6) 355-374.
- Bas P., Morand-Fahr P., (2000).** Effect of nutritional factors on fatty acid composition of lamb fat deposits. *Livest Prod. Sci*, 64, 61-79.
- Bas P., Sauvant D. (2001).** Variations de la composition des dépôts lipidiques chez les bovins. INRA. *Prod. Anim.* 14.
- Bas P., Archimède H., Rouzeau A., & Sauvant D. (2003).** Fatty acid composition of mixed-rumen bacteria: Effect of concentration and type of forage. *Journal of Dairy Science*, 86, 2940-2948.
- Bas P., Morand-Fahr P., El Aich A., Dahbi E., Araba A., (2005).** Systemes d'alimentation, performances de croissance et qualités nutritionnelles des viandes des chevreaux élevés dans l'arganeraie au sud-ouest du Maroc. *Cahiers Agricultures* vol, 14, n° 5.
- Basdevant A., (2004).** In A. Hubert (dir.), *Corps de femmes sous influence. Questionner les normes*, Paris: OCHA, Les Cahiers de l'OCHA n°10, 128-132.
- Bauchart D., Levieux D., (1985).** Lipoprotéines plasmatiques du veau pré ruminant. *Reprod. Nutr. Dev.*, 25 (1B), 243-250.
- Bauchart D., Legay-Carmier F., Doreau M. (1990).** Ruminant hydrolysis of dietary triglycerides in dairy cows fed lipid-supplemented diets. *Reprod. Nutr. Dev. Suppl.* 2, 187p.
- Bauchart D., (1993).** Lipid absorption and Transport in Ruminants. *Journal of Dairy Science*. 76(12), 3864-3881.
- Bauchart D., Durand D., Gruffatmouty D., Dozias D., Ortiguesmarty I., & Micol D. (2001).** Effets d'un régime à base d'herbe sur la teneur et la composition en acides gras des lipides des muscles et du foie chez le bouvillon à l'engrais. *Renc. Rech. Ruminants* 8:108.
- Bauchart D., Scislowski V., Gruffat D., Durand D., (2004).** Effects of linseed oil-supplemented diets on specific fatty acids in total lipids and in their neutral and polar components of Rectus abdominis and Longissimus thoracis muscles and of intermuscular adipose tissue of finishing steers. *Brit. J. Nutr.*
- Bauchart D., Durand D., Scislowski V., Chilliard Y., Gruffat D., (2005).** Effects of diets supplemented with oils on specific fatty acids of rectus abdominis muscle in charolais fattening bulls. "Indicators of milk and beef quality", EAAP Publ. n°112, (editors JF. Hocquette and S Gigli), Wageningen Acad. Publishers, pp. 431-436.
- Bauchart D., Chantelot F. and Gandemer G. (2008).** Qualités nutritionnelles de la viande et des abats chez le bovin : données récentes sur les principaux constituants d'intérêt nutritionnel. *Cah.Nutr. Diét.*, 43 (HS1), 1S29-1S39.
- Bax M.L, et al. (2012).** Cooking temperature is a key determinant of in vitro meat protein digestion rate: investigation of underlying mechanisms. *J. Agric Food Chem* 60: 2569-76.
- Becila S., Hafid K., Gagoua M., Boudjellal A., Agli A., Ouali A., (2014).** Prédiction de la tendreté de la viande d'agneau par pénétromètre. 15^{ème} JSMTV p103-104.

- Ben Salem H., Priolo A., Morand-Fehr P., (2008).** Shrubby vegetation and agro-industrial byproducts as alternative feed resources for sheep and goats: Effects on digestion, performance and product quality. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 147 (1-3), 1-2.
- Benabdeli. K. (2000).** Evaluation de l'impact des nouveaux models d'élevage sur l'espace et l'environnement steppique. CIHEAM. Option. Medit. Serie A. n. 39. pp 129-140.
- Benathmane F., (2012).** Impact des aliments enrichis en acides gras polyinsaturés n-3 sur les performances zootechniques et la qualité nutritionnelle des viandes cas du lapin et du poulet. Thèse doctorat INA, Alger p.259.
- Benatti F., Floreanini R., Piani M., (2004).** Quantum dynamical semigroups and non-decomposable positives maps. *Physics Letters A*, 326 (3-4) 187-198.
- Bendall J.R., (1973).** Post Mortem Changes in Muscle. In: *Structure and Function of Muscle*. Bourne G. H., ed., Academic Press, New York. Pages 244-309.
- Benlaghli M., Bouattoura N., Monneveux P., Borries C., (1990).** Les blés des Oasis: étude de la diversité génétique et de la physiologie de l'adaptation au milieu. *Options Méditerranéennes* 11:171-195.
- Bentounsi B, (2001).** Parasitologie vétérinaire: helminthoses des mammifères domestiques. Constantine, 70-77.
- Bergman E.N., (1990).** Energy contributions of volatile fatty acids from the gastrointestinal tract in various species. *Physiol. Rev.* 70, 567-590.
- Beriain M., Horcada A., Purroy A., Lizado G., Chasco J., Mendizabal J., (2000).** Characteristics of Lacha and Rasa Aragonesa lambs slaughtered at their live weights. *Journal of Animal Science.* 78, 3070-3077.
- Berquin I.M., Edwards I.J., Chen Y.Q., (2008).** Multi-targeted therapy of cancer by omega-3 fatty acids. *Cancer letters* 269, 363-377.
- Bessa R.J.B., Santos-Silva J., Riberio J.M.R., Portugal A.V., (2000).** Reticulo-rumen biohydrogenation and the enrichment of ruminant edible products with linoleic acid conjugated isomers. *Livest. Prod. Sci.* 63, 201-211.
- Bilik K., Weglarzy K., Borowiec F., Lopuszanska-Rusek M., (2009).** Effect of feeding intensity and type of roughage fed to limousin bulls in the finishing period on slaughter traits and fatty acid profile of meat. *Ann. Anim. Sci.*, 9, 143-155.
- Blanco M., Casasus I., Ripoll G., Panea B., Alberti P., Joy M., (2010).** Luzerne grazing compared with concentrate-feeding slightly modifies carcasse and meat quality of young bulls. *Meat Sci.*, 84, 545-552.
- Boccard R., (1979).** La qualité des carcasses et des viandes. *PATRE*, n. 267. pp 9-12.
- Bodas, R., T. Manso, A. R. Mantecón, M. Juárez, M. A. de la Fuente, and P. Gómez-Cortés. (2010).** Comparison of the fatty acid profiles in cheeses from ewes fed diets supplemented with different plant oils. *J. Agric. Food Chem.* 58: 10493-10502.
- Bodas R., Prieto N., López-Campos O., Giráldez FJ., Andrés S., (2011).** Naringin and vitamin E influence the oxidative stability and lipid profile of plasma in lambs fed fish oil. *Res Vet Sci.* 91(1):98-102.
- Boone C., Mourot J., Gregoire F., Remacle C., (2000).** The adipose conversion process: regulation by extracellular and intracellular factors. *Reproduction Nutrition Development* 40, 325-358.

- Boquier F., Theriez M., Prache S., Brelurut A., (1988).** Alimentation des ovins. Alimentation des bovins ovins et caprins. INRA. Paris PP (249-271).
- Borys B., Janicki B., (2001).** Influence of lamb fattening method and weight standard on carcass and meat quality. CIHEAM-IAMZ. pp 65-69.
- Boudan C., (2004).** Géopolitique du goût : la guerre culinaire, Paris: PUF, 451 p.
- Bouderoua K., Selselet-Attou G. (2003).** Fatty acid composition of abdominal adipose tissue in broilers fed green-oak (*Quercus ilex*), cork oak acorn (*Quercus suber* L.) based diets. Anim. Res., 52, 377-382.
- Boulianne M., King A.J., (1998).** Meat Colour and Biochemical Characteristics of Unacceptable Dark-Coloured Broiler Chicken Carcasses. J. Food Sci. 63 : 759-762.
- Bourre J.M., (2005c).** Enrichissement de l'alimentation des animaux avec les acides gras ω -3. Impact sur la valeur nutritionnelle de leurs produits pour l'homme. médecine/Sciences 21, 773-779.
- Bourre, J. M., (2003).** Effect of animal feeding and nutritional value on derived products consumed by humans: are lipids concerned nearly exclusively? OCL Oleagineux, Corps Gras, Lipides 10(5/6): 405-424.
- Bovet P., Faeh D., Madeleine G., Viswanathan B., Paccaud F. (2007).** Decrease in blood triglycerides associated with the consumption of eggs of hens fed with food supplemented with fish oil. Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases 17 (4): 280-287.
- Boyazoglu J., Hatziminaoglou I., Morand-Fehr P., (2005).** The role of the goat in society: Past, present and perspectives for the future. Small Rum. Res., 60, 13-23.
- Bray A.R., Graafhuis A.E., Chrystall B.B., (1989).** The cumulative effect of nutritional, shearing and preslaughter washing stresses on the quality of lamb meat, Meat Sci. 25, 59-67.
- British Nutrition Foundation., (1999).** Meat in the Diet. Briefing Paper BNF. London.
- Burchard, H., (1890).** Chem. Fentr. 61:25.
- Calder P.C. (2002).** Conjugated linoleic acid in humans - reasons to be cheerful? Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Carre 5, 123-126.
- Cambien F. Alhenc-Gelas F. Herbeth B. Andre JL. Rakotovao R. Gonzales MF. Allegrini J. Bloch C. (1988).** Familial resemblance of plasma angiotensin-converting enzyme level: the Nancy Study. American Journal of Human Genetics. 43, 774-80,
- Cameron N.D., Enser M., Nute G.R., Whittington F.M., Penman J.C., Fisker A.C., Perry A.M., Wood J.D., (2000).** Genotype with nutrition interaction on fatty acid composition of intramuscular fat and the relationship with flavour of pig meat. Meat Science 55, 187-195.
- Carpenter C.E. Madhavi Ummadi M. S. (1995).** Iron status alters the adsorption, uptake, and absorption capacities of rat duodenum for ferrous and ferric iron. Nutr. Res., 15(8), 1129-94.
- Cassar-Malek I., Hocquette J-F., Jurie C., Lustrat A., Jailer R., Bauchart D., Briand Y., (2004)** Muscle specific metabolic, histochemical and biochemical responses to nutritionally induced discontinuous growth path. Anim. Sci. 79:49-59.

- Cassy S., Collin A., Chartrin P., Baéza E. & Jégo Y., (2005).** Métabolisme oxydatif des acides gras et efficacité alimentaire chez le poulet. Sixièmes Journées de la Recherche Avicole, St-Malo, 30 et 31 mars 2005, France.
- Castelli W., Garrison R., Wilson P., Abbott R., Kalousdian S, et al., (1986).** Incidence of coronary heart disease and lipoprotein cholesterol levels. The Framingham study. *JAMA*, 256, 2835-2838.
- Cazes-Valette G., (2008).** Les déterminants du rapport à la viande chez le mangeur français contemporain, Thèse de Doctorat en Anthropologie sociale et ethnologie, Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales, Paris, 529p.
- Cetin I., Alvino G. & Cardellicchio M., (2009).** Long chain fatty acids and dietary fats in fetal nutrition. *The Journal of Physiology*, 587 (14), 3441–3451.
- Chang Q, Zuo Z., Harrisson F., Chow M.S., (2002).** *Hawthorn. J. Clin. Pharmacol*, 42:605-612.
- Chardigny J-M., Malpuech-Brugereb, C., (2007).** Acides gras trans et conjugués: origine et effets nutritionnels. *Nutrition clinique et metabolisme*.21, 46–51.
- Chehat F. & Bir A., (2008).** Le développement durable de systèmes d'élevage durables en Algérie : contraintes et perspectives. Colloque international, « Développement durable des productions animales : enjeux, évaluation et perspectives », Alger, 20-21 avril, 2008.
- Chellig R., (1992).** « Les races ovines algériennes. ». Office des publications universitaires, Alger, 158p.
- Cherfaoui M., Gruffat D., Cassar-Malek I., Picard B., Hocquette J.F., De La Foye A., Durand D., (2008).** Effet du stress pré-abattage sur l'expression des gènes impliqués dans la régulation de la lipoperoxydation dans le muscle de bovin. 13^{ème} Jsmtv, 221-222.
- Chesnais, J.P., Zybko, A. Blouin, G. (2002).** Une génétique rentable pour la production D'agneaux lourds. Symposium ovin. CRAAQ. pp 76-101.
- Chesneau G., Quemener B., Weill P. (2005).** Qualité nutritionnelle des lipides de viandes: Ecartés liés à l'espèce, Ecartés liés à l'alimentation: Quelques observations. 59-60.
- Chilliard Y, Ferlay A, Mansbridge RM et al. (2000).** Ruminant milk fat plasticity: nutritional control of saturated, polyunsaturated, trans and conjugated fatty acids. *Annales de Zootechnie* 49: 181– 205.
- 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. *Eur. J. Lipid. Sci. Tech.*, 109, 828–855.
- Christophe D., (2008).** Les viandes, une question de définition. *Cahiers de nutrition et de diététique*. SFN, 43 :1S7-1S10.
- Cinq-Mars D. (2001).** L'importance des fourrages dans l'entreprise ovine : impact Zootechnique.
- CIV (Centre d'Informations Des Viandes). (2007).** Valeurs nutritionnelles des viandes, Analyses réalisées par la société Scientifique d'Hygiène Alimentaire, CIV-INRA, 64 rue Taitbout, 75009 Paris.

- Codex alimentarius., (2003).** Glossaire de termes et définitions (pour les résidus de médicaments vétérinaires dans les aliments). CAC/MISC 5-1993, Amendé en 2003. FAO/OMS, pp 1-4.
- Collomb M., Sieber R., Butikofer U., (2004).** CLA isomers in milk fat from cows fed diets with high levels of unsaturated fatty acids. *Lipids.*, 39, 355–364.
- Colomer-Rocher F., Kirton A. H. (1975).** Les bases de classification des carcasses ovines, analyse de la nouvelle classification des carcasses ovines. *ITEA* .21, pp 26-57.
- Combes S., (2004).** Valeur nutritionnelle de la viande de lapin. *INRA Productions Animales*, 17, 373-383.
- Craplet C., Thibier M., (1980).** Le mouton. Edition VIGOT. 575 p.
- Cubero JI., (1984).** Utilisation of wild relatives and primitive forms of food legumes. In genetic resources and their exploitation. Ed Martinus Nijhoff, 73-84.
- Culioli J., Berri C., Mourot J., (2002).** La viande, consommation, composition, qualités, in *Nutrition préventive*. Editions INRA. Demigné et Rémesy éditeurs.
- Culioli J., Berri C., Mourot J., (2003).** Muscle foods: consumption, composition and quality. *Sciences des Aliments* 23, 13-34.
- Cuvélier C., Cabaraux J.F., Dufrasne I., Hornick J.L., Istasse L. (2004).** Acides gras: nomenclature et source alimentaires. *Ann. Med. Vet.* 148, 133-140.
- Cuvélier C., Cabareaux 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.
- Cuvélier C., Clinquart A., Hocquette J-F., Cabaraux J.F., Dufrasne I., Istasse L., Hornick J.L. (2006).** Comparison of composition and quality traits of meat from young finishing bulls from Belgian Blue, Limousin and Aberdeen Angus breeds. *Meat Sci.*, 74, 522-531.
- Dacosta Y., (1998).** La supplémentation nutritionnelle par les acides gras oméga 3. Editions Yves Dacosta, 192 p.
- Daley C.A., Abbott A., Doyle P.S., Nader G.A., Larson S. (2010).** A review of fatty acid profiles and antioxidant content in grass-fed and grain-fed beef. *Nutr. J.*, 9:10.
- Dannenberger D., Nuernberg G., Scollan N., Schabbel W., Steinhart H., Ender K., Nuernberg K., (2004).** Effect of diet on the deposition of n-3 fatty acids conjugated linoleic- and C18:1 trans fatty acid isomers in muscle lipids of German Holstein bulls. *J. Agric. Food Chem.* 52, 6607–6615.
- De la Torre A., Gruffat D., Durand D., Micol D., Peyron A., Scislawski V., (2006).** Factors influencing proportion and composition of CLA in beef. *Meat Science*, 73, 258–268.
- Defrance A., (1994).** Les Cahiers de l'OCHA, n°4, 111 p.
- Defrance P, L. Delaby, J.M. Seuret., (2004).** Mieux connaître la densité de l'herbe pour calculer la croissance, la biomasse d'une parcelle et le stock d'herbe disponible d'une exploitation. 11^{ème} journée 3R.
- Dekhili M., Aggoun A., (2007).** Performances reproductives des brebis Ouled djellal dans deux milieux contrastés. *Arch Zootech.*, 56 (216) : 109-116.
- Delarue J., LeFoll C., Corporeau C., Lucas D., (2004).** N-3 long chain polyunsaturated fatty acids: a nutritional tool to prevent insulin resistance associated to type 2 diabetes and obesity? *Reprod. Nutr. Dev.*, 44(3) 289–299.

- Demeyer D.I., Doreau M. (1999)** Targets and procedure for altering ruminant meat and milk lipids. *Proc. Nutr. Soc.* 58 :593-607.
- Departement of Health. (1994).** Report on health and Social Subjects 48. Nutritional Aspects of the Development of Cardiovascular Disease : Report of the Working Group on Diet and Cardiovascular Disease of the Committee on Medical Aspects of Food and Nutrition Policy. The Stationery Office: London.
- Deslandes B., Gariépy C., Houde A., (2001).** Review of microbiological and biochemical effects of skatole on animal production. *J. Anim. Sci.* 71, 193–200.
- Diaz M.T., Velasco S., Caneque V., Lauzurica S., Ruiz de Huidobro F., Pérez C., Gonzalez J., Manzanares C., (2002).** Use of concentrate or pasture for fattening lambs and its effect on carcass and meat quality. *Small Rum. Res.*, 43, 257–268.
- Dimoski P., Clay J., Parrett N.A., Irvin K.M., (1994).** Influence of sire breed, season of lambing and sex on carcass characteristics in lambs. *J. Anim. Sci.* 72(2):39.
- Dimoski P., Clay J., Irvin K.M. (1995).** Influence of Management System on Litter Size, Lamb Growth, and Carcass Characteristics in Sheep. *Animal Sciences Research and Reviews. Special Circular* 156.
- Djili K., Daoud Y., Gaouar A., (2001).** Distribution of some pedological characteristics formed in Mediterranean climate. Examples from the soils of northern Algeria. *Options Méditerranéennes, Série A, n° 50:* 87-96.
- Doreau M., Ferlay A. (1994).** Digestion and utilisation of fatty acids by ruminants. *Animal Feed Science and Technology*, 45, 379–396.
- Doreau M., Chilliard Y. (1997).** Digestion and metabolism of dietary fat in farm animals. *British Journal of Nutrition.* 78, S15-S35.
- Drackley J.K., (2000).** Lipid metabolism. In: D’Mello J.P.F. (Ed.), *Farm Animal Metabolism and Nutrition.* CAB International: Wallingford, 97-119.
- Dransfield E., (1994).** Tenderness of meat, poultry and fish in: Pearson and A.M., Duston T.R., (EDS). *Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products,* Blackie Academic and Professional, London, pp. 289-315.
- Dransfield E., Martin J.-F., Bauchart D., Abouelkaram S., Lepetit J., Culioli J., Jurie C., Picard B. (2003)** Meat quality and composition of three muscles from French cull cows and young bulls. *Anim. Sci.* 76: 387-399.
- Dubost A., Micol D., Meunier B., Lethias C., Listrat A., (2013).** Relationships between structural characteristics of bovine intramuscular connective tissue assessed by image analysis and collagen and proteoglycan content. *Meat Science*, 93, 378–386.
- Dudouet C. (1997).** La production du mouton. Edition France Agricole. 357p.
- Dufey P.A., Colomb 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. 12^{ème} Journée Science du Muscle et Technologie des Viandes.* 169-170.
- Dumas method, N.F., (2002).** V 18-120.
- El Fadili M., (1996).** Amélioration de la productivité des ovins par croisement, Rapport de Synthèse de la Convention de Recherche INRA-MAMVA, Mimeop, 62.
- El Rammouz R., Berri C., Le Bihan-Duval E., Babilé R., Fernandez X., (2004).** Breed differences in the biochemical determinism of ultimate pH in breast muscles of broiler chickens – A key role of AMP deaminase? *Poultry Sci.* 83 (8) : 1445-1451.

- Elmore J.S., Mottram D.S., Enser M., Wood J.D., (1999)** Effect of the polyunsaturated fatty acid composition of beef muscle on the profile of aroma volatiles, *J. Agric. Food Chem.* 47:1619–1625.
- Elmore J.S., Mottram D.S., Enser M., Wood J.D. (2000).** The effects of diet and breed on the volatiles compounds of cooked lamb. *Meat. Sci.* 55, 149-159
- Elmore J.S., Warren H.E., Mottram D.S., Scollan N.D., Enser M., Richardson R.I., Wood J.D. (2004).** A comparison of the aroma volatiles and fatty acid compositions of grilled beef muscle from Aberdeen angus and Holstein x Frisian steers fed diets based on silage or concentrates. *Meat Sci.*, 68, 27-33.
- Enser M., Hallett K., Hewitt B., Fursey G.A.J., Wood J.D. (1998).** Fatty acid content and composition of UK beef and lamb muscle in relation to production system and implication for human nutrition. *Meat Sci.* 49, 329-341.
- Eric Poittier., (2011).** L'herbe pâturée au fil des saisons. *Le ciipro.*
- FAO., (2011).** Molecular genetics characterization of animal genetic resources. *FAO Animal Production and Health Guidelines.* No. 9. Rome (disponible à l'adresse Internet <http://www.fao.org/docrep/014/i2413e/i2413e00.htm>)
- FAOSTAT., (2009).** <http://faostat.fao.org>. Site consulté le 14 janvier.
- Farmer L.J., (1994).** The role of nutrients in meat flavour formation, *Proc. Nutr. Soc.* 53. 327-333.
- Farouk M.M., Lovatt S.J. (2000).** Initial chilling rate of pre-rigor beef muscles as an indicator of colour of thawed meat, *Meat. Sci.* 56, 139-144.
- Favier A. (2003).** Le stress oxydant : Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. *L'actualité chimique.* pp. 108-115.
- Fernandez, X., & Guéblez, R., (1992).** Relationship between Lactate and Glycogen Contents and pH Values in Post Mortem Longissimus Muscle of the Pigs. Pages 355-358 in: *Proceedings of Meat Sciences Technology 38th International Congress.* Clermont-Ferrand, France.
- Fernandez, X., Forslid, A., & Tornberg, E., (1994).** The Effect of High Post Mortem Temperature on the Development of Pale, Soft, and Exudative Pork: Interaction with Ultimate pH. *Meat Sci.* 37: 133-147.
- Fink-Gremmels J. (1993).** Nutrition, residues and health. *Fleischwirtsch Internation.*
- Fischler C., (2001).** *L'Omnivore.* Paris : Editions Odile Jacob, 440 p.
- Fisher A. Heal J. (2001).** Carcass classification, beef and sheep. *Livestock Knowledge Transfer course,* University of Bristol. 314p.
- Flachowsky G., Richter G.H., Wendemuth M., Mockel P., Graf H., Jahreis G., Lubbe F. (1994).** Influence of respessed in beef cattle feeding on fatty acid composition. Vitamine E concentration and oxydative stability of body fat. *Zeischrift ErnAhrungswissenschaft.* 33, 277-285.
- Fluharty F.L., (1999).** Effects of Pelleted Alfalfa and whole-shelled corn combinations on lamb growth and carcass characteristics. *Research and Reviews: Beef and Sheep.* Special circular, 170.

- Folch J., Lees M. & Sloane-Stanley G. H., (1957).** A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *The Journal of Biological Chemistry*, 226, 497-509.
- Fonty G., Jouany J.P., Forano E., Gouet P. (1995).** L'écosystème microbien du réticulum. In: Jarrige R., Ruckebusch Y., Demarquilly C., Farce M.H., Journet M. (EDS). *Nutrition de ruminants domestiques, Ingestion et Digestion*. Institut national de la Recherche Agronomique: Paris. 299-347.
- French P., Stanton C., Lawless F., O'Riordan E. G., Monahan F. J., Caffrey P. J., al., (2000).** Fatty acid composition, including conjugated linoleic acid, of intramuscular fat from steers offered grass, grass silage, or concentrate-based diets. *Journal of Animal Science*, 78, 2849–2855.
- Gandemer G. (1992).** Les lipides de la viande: vers une estimation précise de leurs apports nutritionnels dans l'alimentation de l'homme. In A. Bernard & H. Carlier (Eds.), *Aspects nutritionnels des constituants des aliments. Influences des technologies* (pp. 25–48). Paris, F: Lavoisier.
- Gandemer G. (1998).** Lipids and meat quality. Lypolysis oxidation and flavour, Proc. 44th, OCoMST, Barcelona, pp. 106-119.
- Garcia P.T., Pensel N.A., Sancho A.M., Latimori N.J., Kloster A.M., Amigone M.A., Casal J.J. (2008).** Beef lipids in relation to animal breed and nutrition in Argentina. *Meat Sci.*, 79, 500-508.
- Gatellier P., Mercier Y., Renerre M. (2005).** Effect of finishing mode (pasture- or mixed-diet) on lipid composition, colour stability and lipid oxidation in meat from charolais cattle. *Meat Sci.*, 69, 175-186.
- Gatellier P., Kondjoyan A., Portanguen S., Grève E., Yoon K., & Santé-Lhoutellier V. (2008).** Determination of aromatic amino acid content in cooked meat by derivative spectrophotometry: Implication in nutritional quality of meat. *Food Chemistry*, 114, 1074–1078.
- Gatellier Ph., Santé-Lhoutellier V., Portanguen S., & Kondjoyan A. (2009).** Use of meat fluorescence emission as a marker of oxidation promoted by cooking. *Meat Science*, 83, 651–656.
- Geay Y., Bauchert D., Hocquette J-F., Culioli J. (2001).** Effects of nutritional factors on biochemical, structural and metabolic characteristics of muscles in ruminants, consequences on dietary value and sensorial qualities of meat. *Reprod. Nutr. Def.*, 41, 1-26.
- Geay Y., Bauchart D., Hocquette J-F., Culioli J. (2002).** Valeur diététique et qualité sensorielle des viandes de ruminants. Incidence de l'alimentation des animaux. *INRA prod. Anim.*, 15, 35-52.
- Gerard P., (2008).** Pourquoi un numéro spécial des cahiers de nutrition et de diététique consacré à la viande ? *Cahiers de nutrition et de diététique*. SFN, 43 :1S5-1S6.
- Gerson T., John A., King A.S.D. (1985).** The effects of dietary starch and fibre on the in vitro rates of lipolysis and hydrogenation by sheep rumen digesta. *J. Agric. Sci.*, 105, 27-30.
- Gibney M.J. (1993).** Fat in animal products: facts and perceptions. In *Safety and Quality of Food from Animals*. British Society of Animal Production Occasional Publication no. 17, pp. 57-61. (Wood J.D., Lawrence T.L.J., editors). Edinburgh: BSAP.

- Girard J. P., Bucharles C., Gerardot L., Denoyer, C. (1985).** Les lipides animaux dans la filière viande. Station de recherches sur la viande INRA. vol.1 n.38. 112p.
- Girard J. P., Randriamanarivo M. Denoyer, C. (1986).** Les lipides animaux dans la filière viande. Station de recherches sur la viande INRA. vol.2. n.39. 158p.
- Girard J.P., Bout J., Salort D. (1988).** Lipides et qualités du tissu adipeux, facteurs de variation, journée Rech. Porcine en France, 20, 255-278.
- Givens D., (2005).** The role of animal nutrition in improving the nutritive value of animal-derived foods in relation to cheonicdisease. Proceedings of the Nutrition Society, 64, 395-402.
- Givens D. Gibbs R.A. (2006).** Very long chain n-3 polyunsaturated fatty acids in the food chain in the UK and the potential animal-derived foods to increase intake. Nutr. Bull., 31, 104-110.
- Gladine C., Morand C., Rock E., Bauchart D. & Durand D., (2007).** Plant extrats rich in poly phenols (PERP) are efficient antioxidants to prevent lipoperoxidation in plasma lipids from animals fed n-3 PUFA supplemented diets. Animal Feed Science and Technology, 136, 281-296.
- Goll D.E., Geesink G.H., Taylor R.G., Thompson V.F. (1995).** Does proteolysis cause all postmortem tenderization, or are changes in the actin/myosin interaction involed?', Proc International Congress of Meat Science and Technology. 41, 537-544.
- Gonthier, C., Mustafa, A. F., Berthiaume, R., Petit, H. V., & Ouellet, D. R. (2004).** Feeding micronized and extruded flaxseed to dairy cows: effects on digestion and ruminal biohydrogenation of long-chain fatty acids. Canadian Journal of Animal Science, 84(4), 705–711.
- Goulet, F. (2002).** Choisir la qualité pour se démarquer: portrait du système québécois de classification des agneaux lourds. Symposium ovin, CRAAQ. pp 44-57.
- Gray J.I., Monahan F.J. (1992).** Measurement of lipid oxidation in meat and meat products. Trends in Food Science and Technology. 3, 315-319.
- Griinari J.I., Corl B.A., Lacy S.H., Chouinard P.Y., Nurmela K.V.V., Bauman D.E., (2000).** Conjugated linoleic acid is synthesized endogenously in lactating dairy cows by Delta(9)-desaturase. J. Nutr. 130, 2285–2291.
- Gruffat D., Belard F., Vernet J., Durand D., Bauchart D., Ortigues-Marty I. (2009).** Prédiction De La Teneur En Acides Gras Polyinsaturés N-3 A Longue Chaîne Des Viandes Bovines Par Une Approche De Meta-Analyse. 13^{ème} JSMTV, p 39-40.
- Grundy S. M. (1994).** Influence of stearic acid on cholesterol metabolism relative to other long-chain fatty acids. American Journal of Clinical Nutrition, 60, 986S–990S.
- Guérin G., Gautier D., (2004).** Gérer une diversité de végétations. Le cas des systèmes pastoraux méditerranéens. Fourrages 178, 233-243.
- Guerin H., Richard D., Lefevre P., Friot D., Mbaye N., (1989).** Prévission de la valeur nutritive des fourrages ingérés sur parcours naturels par les ruminants domestiques sahéliens et soudaniens. Actes du XVIème Congrès International des Herbages, Nice, France. 2 pp, 879-880.
- Guillemin I., Cassar-Malek J.-F., Hocquette C., Jurie1 D., Micoll A., Listrat H., Leveziel G., Renand B., Picard I., (2009).** La maîtrise de la tendreté de la viande bovine : identification de marqueurs biologiques. Inra Prod. Anim., 22 (4), 331-344.

- Guimont M.C., (1998).** La lipoprotéine Lp(a) : son intérêt dans l'interprétation du bilan. Thèse de doctorat en pharmacie, Paris – France, 285ps.
- Haak L., Raes K., Smet K., Claeys E., Paelinck H., & De Smet S. (2006).** Effect of dietary antioxidant and fatty acid supply on the oxidative stability of fresh and cooked pork. *Meat Science*, 74, 476–486.
- Habeanu M., Durand D., Gobert M., Bauchart D. (2008).** Lipid and fatty acid composition of Longissimus Thoracis and Semitendinosus muscles in finishing Normand cows. *Archiva Zootechnica*, 11, 21-29.
- Hajji H., Mhaouchi M., Saadi C., Benhamouda M., Ati N., (2014).** Effet de la conduite en bergerie ou sur parcours sur la qualité de la viande d'agneau de trois races d'Afrique du nord. 15^{ème} JSMTV, 153-156.
- Hamdi H., Majdoub-Mathlouthi L., Durand D., Thomas A., Kraiem K., (2014).** Composition et stabilité des lipides de la viande d'agneaux engraisés en bergerie ou sur un parcours amélioré par la medicago arborea. 15^{ème} JSMTV, p159-160.
- Hamilton R.S., Hughes S.J., Maxted N., (2001).** Ex Situ conservation of forage legumes. In *The Genetic Diversity of Legumes species in the Mediterranean*, Maxted and Bennett. Kluwer Academic Press. 263-291.
- Handerson L., Georgy J., Irving K. (2003).** The National Diet and Nutrition Survey: Adults Aged 19-64 years. Vol.2 : Energy, Protein, carbohydrate, fat and alcohol intake. HMSO. London.
- Harfoot C.G., Hazlwood G.P., (1997).** Lipid metabolism in the rumen. In: Hobson P.N., Stewart C.S. (EDS). *The rumen microbial ecosystem*. Second edition. Blackie Academic and Professional: Bry St Edmunds. 382-426.
- Harnack K., Andersen G., Somoza V. (2009).** Quantitation of alpha-linolenic acid elongation to eicosapentaenoic and docosahexaenoic acid as affected by the ratio of n6/n3 fatty acids. *Nutr. Metab.*, 6, 8.
- Hermier D., (2010).** Impact métabolique des acides gras saturés/insaturés. *Innovations Agronomiques*, 10, 11-23.
- Hernández P., (2008).** Enhancement of nutritional quality and safety in rabbit meat. 9th World Rabbit Congress, June 10-13, Verona, Italy.
- Higgs J.D. (2000).** Learner meat: An overview of the compositionel changes in red meat over the last 20 years and how these have been achieved. *Food Science and technology Today* 14, 22-26
- Hill F., (1966).** The solubility of intramuscular collagen in meat animals of various ages. *J. Food Sci.* 31, 161-166.
- Hocquette J.F., Ortigues-Marty I., Pethick D., Herpin P., Fernandez X. (1998).** Nutritional and hormonal regulation of energy metabolism in skeletal muscles of meat producing animals, *Livest Prod. Sci.* 56, 115-143.
- Hocquette J.-F., Bas P., Bauchart D., Vermorel M., & Geay Y. (1999).** Fat partitioning and biochemical characteristics of fatty tissues in relation to plasma metabolites and hormones in normal and double-muscléd young growing bulls. *Comp. Biochem. Phys. A*, 122: 127-138. Erratum, 1999. *Comp. Biochem. Phys. A*, 123: 311-312.
- 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.

- Hocquette J.-F., Ortigues-Marty I., Picard B., Doreau M., Bauchart D., Micol D. (2005).** La viande des ruminants. De nouvelles approches pour améliorer et maîtriser la qualité. Viandes et produits carnés. 24(1).
- Hodge R.W., Oddie N., (1984).** Prediction of bone in retail cuts and edible meat from crossbreed lamb carcasses. Aust. J. exp. Agri. Anim. 2, pp 344-349.
- Honikel K.O., (1998).** Reference Methods for the Assessment of Physical Characteristics in Meat. Meat Sci. 49: 447-457.
- Houmani M., (1999).** Situation alimentaire du bétail en Algérie. INRA, 4, 35-45.
- Hristov A.N., Kennington L.R., McGuire M.A., Hunt C.W. (2005).** Effect of diets containing linoleic acid- or oleic acid-rich oils on ruminal fermentation and nutrient digestibility, and performance and fatty acid composition of adipose and muscle tissues of finishing cattle. J.Anim. Sci., 83, 1312-1321.
- Hubert A., (1998).** Techniques & culture, n° 31-32, janvier-décembre 1998, 153-160.
- Huuskonen A., Jansson S., Honkavaara M., Tuomisto L., Kauppinen R., Joki-Tokola E. (2010).** Meat colour, fatty acid profile and carcass characteristics of hereford bulls finished on grazed pasture or grass silage-based diets with similar concentrate allowance. Livestock Sci., 131, 125-129.
- Immomen K., Rusumen M., Hissa K., Puolanne E. (2000).** Bovine muscle concentration in relation to finishing diet, slaughter and ultimate pH, Meat. Sci. 55, 25-31.
- IUPAC (1978).** IUPAC-IUB Commission on Biochemical Nomenclature: The nomenclature of Lipids. Journal of Lipid Research 19, 114-129.
- Jackson PGG., Cockcroft PD., (2002).** Clinical Examination of Farm Animals. Blackwell Science. Oxford. pp 251-277.
- Jakobsen K. (1999).** Dietary modifications of animal fats: status and future perspectives, Fett / Lipid, 101, S475-S483.
- Jakobsson A., Westerberg R., Jacobsson A., (2006).** Fatty acid elongases in mammals: Their regulation and roles in metabolism. Progress in Lipid Research 45, 237-249.
- Jane Ann Boles and Ronald Pegg., (1999).** Meat Color.
- Jarrige R., (1988).** Livre: Alimentation des bovins, Ovins et Caprins. Editeur INRA-Quae, 471p.
- Jarrige R., Grenet E., Demarquilly C., Besle J.M. (1995).** Les constituants d'appareil végétatif des plantes fourragères. In: Jarrige R., Ruckebusch Y., Demarquilly C., Farce M.H., Journet. (EDS). Nutrition des ruminants domestiques. Ingestion et digestion. Institut National de la recherche agronomique : Paris, 25-81.
- Jeacocke R.E., (1977).** Continuous measurement of the pH of beef muscle in intact beef carcass. J. Food Technol. 12:375-386.
- Jeanet R., Croguennec T., Schuck P. & Brule G., (2006).** Science des aliments. Editions Lavoisier, Tec & Doc, Paris, 453 p.
- Jouany J.P., Broudiscou L., Prins R.A., Komisarczuk-Bonty S. (1995).** Métabolisme et nutrition de la population microbienne du rumen. In: Jarrige R., reckebusch Y., Demarquilly C., Farce M.H., Journet M., (Eds). Nutrition des ruminants demestiques. Ingestion et digestion. Institut National de la Recherche Agronomique : Paris. 349-381.
- Joy M., Ripoll G., Delfa R.. (2008).** Effects of feeding system on carcass and non-carcass composition of Churra Tensina light lambs. Small. Ruminant. Res. 78: 123-133.

- Juaneda P., Rocquelin G. (1985).** Rapid and convenient separation of phospholipids and non phosphorus lipids from rat heart using silica cartridges. *Lipids*, 20, 40-41.
- Kadim I.T., Mahgoub O., Purchas R.W., (2008).** A review of growth, and of the carcass and meat quality characteristics of the one-humped camel (*Camelus dromedaries*), *Meat Science* 80, 555-569.
- Kamp P., Lander D.J. (1984).** Hydrogenation in vitro of α -linolenic acid to stearic acid by mixed cultures of pure strains of rumen bacteria. *J. cen . Microbiol.* 130, 527-533.
- Kassahun, A. (1994).** Comparative performance evaluation of Horro and Menz sheep of Ethiopia under grazing and intensive feeding conditions. Dissertation, CM. animal science, university of Wales, UK.
- Kazi Tani, C., (2010).** Contribution à l'étude des communautés d'adventices des cultures du secteur phytogéographique oranais (Nord-Ouest algérien): Aspects botanique, agronomique et phyto-écologique. Thèse Doctorat, Tlemcen, 284ps.
- Kennedy D.G., Kennedy S., Blanchflower W.J., Scott J.M., Weir D.G., Moley A.M., Young P.B. (1994).** Coblat-vitanine B₁₂ deficiency causes accumulation off odd-numbered, branched-chain fatty acids in the tissues of sheep, *Brit. J.Nutr.* 71, 67-76.
- Kepler C.R., Tucker W.P., Tove S.B. (1970).** Biohydrogenation of unsaturated fatty acids. IV. Substrate specificity and inhibition of linoleate Δ 12-cis, Δ 11-trans-isomerase from *Butyrivibrio fibrisolvens*. *J. Biol. Chem.*, 245, 3612-3620.
- Kepler C.R., Tucker W.P., Tove S.B. (1971).** Biohydrogenation of unsaturated fatty acids. V. Stereospecificity of proton addition and mechanism of action of linoleic acid Δ 12-cis, Δ 11-trans-isomerase from *Butyrivibrio fibrisolvens*. *J. Biol. Chem.*, 246, 2765-2771.
- Kirton A.H., Mercer G.JK., Duganzich D.M. Et Uljie A.E. (1995).** Use of electronic probes for classifying carcasses. *Meat Science*, 39: pp 167-176.
- Kolditz C.I. (2008).** Déterminisme nutritionnel et génétique de la teneur en lipides musculaires chez la truite arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss*) : étude par analyse de l'expression de gènes candidats, du protéome et du transcriptome du foie et du muscle. Thèse. Université de Bordeaux 1.
- Koohmaraie M., Kent M. P., Shakelford S. D., Veiseth E., & Wheeler T. L., (2002).** Meat Tenderness and Muscle Growth : Is There any Relationship? *Meat Sci.* 62: 345-352.
- Kouba M., Benatmane F., Blochet J. E., Mourot J., (2008).** Effect of linseed die ton lipid oxidation, fatty acid composition of muscle, perirenal fat, and raw and cooked rabbit meat. *Meat Science*, 80, 829-834.
- Kramer J.K.G., Parodi P.W., Jensen R.G., Mossoba M.M., Yurawecz M.P., Adlof R.O. (1998).** Rumenic acid: a proposed common name for the major conjugated linoleic acid isomer found in natural products. *Lipids.* 33, 835p.
- Kris-Etherton, P. M., & Yu, S. (1997).** Individual fatty acid effects on plasma lipids and lipoproteins: Human studies. *American Journal of Clinical Nutrition*, 65 (Suppl), 1628S-1644S.
- Kristensen N.B. (2005).** Splanchnic metabolism of volatile fatty acids in the dairy cow. *Anim. Sci.* 80, 3-10.
- Lahlou S., (1996).** In I. Giachetti (dir.), *Identités des mangeurs. Images des aliments*, Paris: Polytechnica, 123-150.

- Lapeyronie A., (1982).** Les productions fourragères méditerranéennes. Tome I: Généralités, caractères botaniques et biologiques. Techniques agricoles et productions méditerranéennes. G.P. Maisonneuve et Larose, Paris, France.
- Laplace J.-P., (2006).** Oui, mais... : réflexions libres d'un nutritionniste à propos des Politiques Nutritionnelles, 8p.
- Larick D.K., Turner B.E., Koch R.M., Crouse J. D., (1989).** Influence of Phospholipid Content and Fatty Acid Composition of Individual Phospholipids in Muscle from Bison, Hereford and Brahman Steers on Flavor. *Journal of Food Science.* 54(3), 521–526.
- Larick D.K., Turner B.E., (1990)** Flavor characteristics of forage- and grain-fed beef as influenced by phospholipid and fatty acid compositional differences, *J. Food Sci.* 55, 312–317.
- Laumont P., Erroux J., (1961).** Inventaire des blés durs rencontrés et cultivés en Algérie. Mémoires de la société d'histoire naturelle de l'Afrique du nord, 94 p.
- Lawless F., Murphy J.J., Fitzgerald S., O'Donovan M., Gowen N., Deery R., Stanton C. (1999).** Milk fat CLA content as enhanced by dietary supplementation with pulp "n" brew and as affected by intake of different rye grass cultivars, *Chem. Phys. Lipids.* 101, 153p.
- Lawless F., Murphy J.J., Kjellmer G., Conolly J.F., Devery R., Aherne S., O'Shea M., Stanton C. (1996).** Effect of diet on bovine milk fat conjugated linoleic acid content, *Irish J.Agric. Food Res.* 35, 208p.
- Lawrie, R. A., (1998).** Chemical and Biochemical Constitution of Muscle, Pages 58-94, and The Conversion of Muscle to Meat, Pages 96-118 in : Lawrie's Meat Science. 6th ed. Woodhead Publishing Ltd., Cambridge, England.
- Lawson R.E., Moss A.R., Givens D.I. (2001).** The role of dairy products in supplying conjugated linoleic acid to man's diet: a review. *Nutr. Res. Rev.* 14, 153-172.
- Le Houerou H.N., (1995).** Bioclimatologie et biogéographie des steppes arides du Nord de l'Afrique. CIHEAM/ACCT, Options méditerranéennes, série B, n°10, 396 p.
- Lebret B., Mourot J., (1998).** Caractéristiques et qualité des tissus adipeux chez le porc. Facteurs de variation non génétiques. *INRA Productions Animales* 11, 131-143.
- Lebret B., (2004).** Conséquences de la rationalisation de la production porcine sur les qualités des viandes. *INRA Productions animales* 17, 79-91.
- Lecerf J.M., (2004).** Poisson, acides gras oméga 3 et risque cardiovasculaire : données épidémiologiques. *Cahier de Nutrition et de Diététique* 39, 143-50.
- Lee M.R.F., Shingfield K.J., Tweed J.K.S., Toivonen V., Huws S.A., Scollan N.D. (2008).** Effect of fish oil on ruminal biohydrogenation of C18 unsaturated fatty acids in steers fed grass or red clover silages. *Animal*, 2, 1859-1869.
- Legrand P., Bourre J.M., Descomps B., Durand G., Renaud S. (2001).** Lipides. Dans: Martin et al. (2001) Apports nutritionnels conseillés pour la population française. Paris, Tec&Doc. 3ème ed: 63-82.
- Legrand P., (2003).** Données récentes sur les désaturases chez l'animal et l'homme. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, 38 (6), 376-383.
- Legrand P., (2007).** Les acides gras : structures, fonctions, apports nutritionnels conseillés. *Cahier de Nutrition et de Diététique* 42, S7-S12.

- Lengerken G. V., Maak S., Wicke M., (2002).** Muscle Metabolism and meat quality of Pigs and Poultry. *Veterinarija Ir Zootechnika*. 20 : 82-86.
- Lepetit J., Salé P., & Ouali A., (1986).** Post Mortem Evolution of Rheological Properties of the Myofibrillar Structure. *Meat Sci*. 16: 161-174.
- Leplaix-Charlat L., Durand D., Bauchart D., (1996).** Effects of diets containing tallow and soybean oil with and without cholesterol on hepatic metabolism of lipids and lipoproteins in the preruminant calf . *Journal of Dairy Science*, 1826-1835.
- Levalley B., Smith G.C., Wise J.W.(1995).** Comparison of methods for evaluating external fat thickness and body wall thickness. *Sheep research highlights*, Department of Animal Sciences, Colorado University. pp 15-19.
- Li D., Siriamornpun S., Wahlqvist M. L., Mann N. J., & Sinclair A. J. (2005).** Lean meat and heart health. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 14(2), 113–119.
- Libermann N. C., (1885).** Uber das oxychinoterpen. *Ber. Deut. Chem. Ges.*, 18, 1803.
- Listrat C., Rakadjiski N., Jurie C., Picard B., Touraille C., Geay Y. (1999).** Effect of the type of diet on muscle characteristics and meat palatability of growing Salers bulls. *Meat Sci*, 53, 115-124.
- Lombardi-Borcia G., Martinez-Dominiguez B., Agozi A., (2002).** Total heme and no heme iron in raw and cooked meat. *J. Food Science*. 67, 1738-1741.
- Loor J.J., Ueda K., Ferlay A., Chilliard Y., Doreau M. (2004).** Biohydrogenation, Duodenal Flow, and Intestinal Digestibility of Trans Fatty Acids and Conjugated Linoleic Acids in Response to Dietary Forage:Concentrate Ratio and Linseed Oil in Dairy Cows. *J. Dairy Sci*. 87:2472-2485.
- Lopez M.A, Martos F.C. (2004).** Iron availability: an update review: *Int. J. Food Sci. Nutr*. 55, 597-606.
- Luciano G., F.J. Monaham V. Vasta, P. Pennisi Bellel M., Priolo A., (2009).** Lipid and colour stability of meat from lambs fed fresh herbage or concentrate. *Meat. Sci*. 82: 193-199.
- Lundberg P., Vogel H. J., Fabiansson S., & Ruderus H., (1987).** Post Mortem Metabolism in Fresh Porcine, Ovine and Frozen Bovine Muscle. *Meat Sci*. 19 : 1-14.
- Lynch A., Kerry J.P., O'Sullivan M.G., Lawlor J.B.P., Buckley D.J., Morissey P.A. (2000).** Distribution of a-tocopherol in beef muscles following dietary a-tocopheryl acetate supplementation, *Meat Sci*. 56, 211-214.
- M.A., (1992).** Le secteur agricole et les perspectives de sa promotion et de son développement, Rapport général, 207 pages.
- Madruga M.S., Mottram D.S., (1995).** The effect of pH on the formation of Maillard-derived aroma volatiles using a cooked meat system. *J. Sci. Food Agric*. 68, 305-310.
- Maene D., Dehareng F., Huneau A., Davin C., Deswysen A.G. (2002).** Influence du régime alimentaire sur le profil en acides gras linoléiques conjugués de la viande d'agneau. *Renc. Rech. Ruminants*, 9, 322p.
- Maillot M., Darmon N., Vieux F., Drewnowski A., (2007).** Low energy density and high nutritional quality are each associated with higher diet costs in French adults. *American Journal of Clinical Nutrition* 86 (3) : 690-696.
- Majdoub L., Vermorel M., Ortigues-Marty I., (2001).** Net nutrient metabolism in hind limb of growing lambs supplemented with propionate. In: *Proceeding of the French–Polish*

symposium held in Paris France on the 25 and 26th of September. Animal and Human Growth and development: Regulatory mechanisms; session 3, Regulation of muscle growth and lipid metabolism. C24, p 51.

- Majdoub-Mathlouthi L., Saïd B., Kraiem K. (2010).** Qualité Nutritionnelle De La Viande D'agneau De Race Barbarine Produite En Bergerie Ou Sur Parcours : Teneur En Lipides Et Composition En Acides Gras. 13^{ème} JSMTV, p 37-38.
- Mallia J. G., Barbut S., Vaillancourt J. P., Martin S. W., & McEwen S. A., (2000a).** A Dark, Firm Dry-Like Condition in Turkeys Condemned for Cyanosis. Poultry Sci. 79 : 281-285.
- Mallia J. G., Barbut S., Vaillancourt J. P., Martin S. W., & McEwen S. A., (2000b).** Roaster Breast Meat Condemned for Cyanosis: A Dark Firm Dry-Like Condition? Poultry Sci. 79: 908-912.
- Maltin C., Balcerzak D., Tilley R., & Delday M. (2003)** Determinants of meat quality: tenderness. Proc. Nutr. Soc. 62: 337-347.
- Mandell I.B., Buchanan-Smith J.G., Compbell C.P. (1998).** Effects of forage vs. Grain feeding on carcass characteristics, fatty acid composition, and beef quality in Limousin-cross stters when time on feed is controlled, J. Anim. Sci. 59, 109-121.
- Marchand, G. (1979).** Quelle qualité pour quelle demande ?. PATRE, n. 267. pp 13-17.
- Marmer W.N., Maxwell R.J., Williams J.E., (1984)** Effects of dietary regimen and tissue site on bovine fatty acid profiles, J. Anim. Sci. 59, 109–121.
- Martin A., (2001).** Apports nutritionnels conseillés pour la population française. Tec & Doc, 3^{ème} édition, Paris.
- Martinez M., Ichaso N., Setien F., Durany N., Qiu X., Roesler W., (2010).** The Δ 4-desaturation pathway for DHA biosynthesis is operative in the human species : Differences between normal controls and children with the Zellweger syndrome. Lipids in Health and Disease, 9: 98.
- Mastrocola D., Munari M., Cioroi M., Lerici C.R., (2000).** Interaction between Maillard reaction products and lipid oxidation in starch-based model systems J. Sci. Food Agric., 80, 684-690
- Mathieu G., (2009).** Effets des acides gras n-3 sur la construction de la qualité nutritionnelle sur la viande de porc et sur le métabolisme des lipides. Thèse doctorat ISSA, Rennes, France p. 18-19.
- Mc Clure, K. E., VAN Keuren, R. W. and Althouse, P. G. (1994).** Performance and carcass characteristics of weaned lambs either grazed on orchard grass, ryegrass, or alfalfa or fed all-concentrate diets in dry lot. Journal of Animal Science, Vol. 72, Issue 12. pp 3230-3237.
- McAfee A.J., McSorley E.M., Cuskelly G.J., Moss B.W., Wallace J.M.W., Bonham M.P., (2010).** Red meat consumption: An overview of the risks and benefits. Meat. Sci. 84, 1–13.
- McCaughey W.P., Cliplef R.L. (1996).** Carcass and organoleptic characteristics of meat from steers grazed on alfalfa/grass pastures and finished on grain, Can. J. Anim. Sci. 149-152.
- McDowell L.R., Williams S.N., Hidroglou N., Njeru C.A., Hill G.M., Ochoa L., Wilkinson N.S. (1996).** Vitamine E supplementation for the ruminant, Anim. Feed. Sci. Tech. 60, 273-296.

- McLean L.R., Hagaman K.A., Davidson W.S. (1993).** Role of lipid structure in the activation of phospholipase A2 by peroxidized phospholipids. *Lipids*. 20, 505-509.
- Menendez J.A., Vellon L., Colomer R., Lupu R. (2005).** Oleic acid, the main monounsaturated fatty acid of olive oil, suppresses Her-2/neu (erbB-2) expression growth inhibitory effects of trastuzumab (Herceptin) in breast cancer cells with Her-2/neu oncogene amplification. *Ann Oncol. March*. 16(3), 359-371.
- Merghem R., (2011).** Les plantes : Source de molécules d'intérêt pharmacologique ou nutritionnel. ACTES congrès international de nutrition, Oran 22-23 Mai. p 24-25.
- Meullenet J.-F. C., Carpenter J.A., Lyon B.G., Lyon, C. E., (1997).** Bi-Cyclical Instrument for Assessing Texture Profile Parameters and diets Relationship to Sensory Evaluation of Texture. *J. Texture Stud.* 28: 101-118.
- Miguel E., (2003).** Carcass classification in suckling lambs, discrimination ability of the European Union scale. *Meat science*, vol 63, issue1.
- Miliauskas G., Venskutonis P.R., Van Beek T.A. (2004).** Screening of radical scavenging activity of some medicinal plants and aromatic plant extract. *Food Chem.*, 85:231-237.
- Ministry of agriculture and rural development., (2010).** LIVEST PROD SCI. Retrieved from <http://www.minagri.dz/conférencedescadres>.
- Molle G., M. Decandia A. Cabiddu, S.Y. Landau et A. Cannas. (2008).** An update on nutrition of dairy sheep grazing mediterranean pastures. *Small. Ruminant. Res.* 77: 93-112.
- Moloney A.P., Keane M.G., Dunne P.G., Monney M.T., Troy D.J. (2001).** Delayed concentrate feeding in a grass silage / concentrate beef finishing system: Effects on fat colour and meat quality. *Proceedings 47th. OCOMST*, 188-189.
- Monahan F. J., D. J. Buckley J. I. Gray, P. A. Morrissey A. Asghar, T. J. Hanrahan., P. B. Lynch. (1990).** Effect of dietary vitamin E on the stability of raw and cooked pork. *Meat Sci.* 27:99.
- Monahan F. J., Buckley D. J., Morrissey P. A., Lynch P. B. & Gray J. I., (1992).** Influence of dietary fat and α -tocopherol supplementation on lipid oxidation in pork. *Meat Science*, 31, 229-241.
- Monin G. (1988).** Evolution post mortem du Tissu Musculaire et Conséquence sur les Qualités de la Viande de Porc. *Journées Rech. Porcine en France*. 20 : 201-214.
- Monin G., Larzul C., Le Roy P., Cuioui J., Mourot J., Rousset-Akrim S., Talmant A., Touraille C., Sellier P., (1999).** Effects of the Halothane Genotype and Slaughter Weight on Texture of Pork. *J. Animal Sci.* 77: 408-415.
- Monneveux P., Araus JL., Ali Dib T., Benlaribi M., (1989).** Epidermal and stomatal conductance in seedling of durum wheat landraces and varieties. *Euphytica* 56 :116-120.
- Morand-Fehr P., Tran G., (2001).** La fraction lipidique des aliments et les corps gras utilisés en alimentation animale. *INRA. Prod. Anim.* 14(5), 285-302.
- Morand-Fehr P., (2005).** Recent developments in goat nutrition and application: A review. *Small Rum. Res.*, 60, 25-43.
- Moreno T., Keane M.G., Noci F., Moloney A.P. (2008).** Fatty acid composition of M. Longissimus dorsi from Holstein-Friesian steers of New Zealand and

- European/American descent and from Belgian Blue x Holstein-Friesian steers, slaughtered at two weights/ages. *Meat Sci.*, 78, 157-169.
- Morens C, Bos C, Pueyo ME, et al., (2003).** Increasing habitual protein intake accentuates differences in postprandial dietary nitrogen utilization between protein sources in humans. *J Nutr*, 133, 2733-40.
- Morris C.A. Kriton A.A., Hogg B.W., Brown J.M., Mortimer B.J. (1995).** Meat composition in genetically selected and control cattle from a sereal slaughter experiment. *Meat. Sci.* 39, 427-435.
- Morrison W. R. & Smith L. M., (1964).** Preparation of fatty acid methyl esters and dimethyl acetals from lipids with boron fluoride methanol. *Journal of Lipid Research*, 5, 600-608.
- Mosimann E., Agroscope RAC Changins., Pitt J., Grangeneuve IAG., Lobsiger M., Zürich AGFF., (2005).** Pâtûre des vaches laitières Pâtûre tournante : hauteur de l'herbe et jours de réserve.
- Mosley E.E., Powell G.L., Riley M.B., Jenkins T.C. (2002).** Microbial biohydrogenation of oleic acid to trans isomers in vitro. *J. Lipids Res.* 43,290-296.
- Mottram, D.S. (1998)** Flavour formation in meat and meat products: a review. *Food Chem.* 62(4), 415-424.
- Mourad M., Gbanamou G., Balde I.B., (2001).** Carcass characteristics of West African dwarf goats under extensive system. *Small Rum. Res.*, 42, 83-86.
- Mourot J. & Hermier D., (2001).** Lipids in monogastric animal meat. *Reproduction Nutrition Development*, 41, 109-118.
- Mourot J., Guillevic M., Mounier A., Kerhoas N., Weill P. (2006).** Effet de la cuisson ou de la transformation sur la teneur en acides gras N-3 de quelques produits animaux. 11^{ème} JSMTV. Clermont Fd. 99-100p.
- Mourot J., Mourot B.P., Kerhoas N., (2009).** Comment consommer davantage d'acides gras n-3 sans modifier nos pratiques alimentaires? *Revue de Nutrition Pratique* 22, sous presse.
- Mourot J., (2010).** Modification des pratiques d'élevage : conséquences pour la viande de porc et autres monogastriques. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, 45,320-326.
- Muir P.D., Deaker J.M., Bown M.D., (1998)** Effects of forage- and grain-based feeding systems on beef quality: A review, *N. Z. J. Agric. Res.* 41, 623-635.
- Nakamura M. T. & Nara T. Y., (2004).** Structure, function and dietary regulation of $\Delta 6$, $\Delta 5$ and $\Delta 9$ desaturases. *Annual Review of Nutrition*, 24, 345-376.
- Nedjraoui D., (2000).** Country Pasture/Forage Resource Profiles: Algeria Report FAO, 2000, 15p.
- Nedjraoui D., (2001).** Country pasture, forage resource. Profiles. Algeria. FAO info.
- Nefzaoui A., Chermiti A., (1991).** Place et rôle des arbustes fourragers dans les parcours des zones arides de la Tunisie. *Cah Options Mediterr, CIHEAM, Paris* (16), 179.
- Ngapo T.M, Berge P. Culioli J., De smet S., (2002).** Perimysial collagen crosslinking in Belgian Blue double-musced cattle. *Food Chemistry*, 77, 15-26.
- Ngapo M.T., Gariépy C., (2008).** Factors Affecting the Eating Quality of Pork. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 48, 599-633.

- Nishimura T., Hattori A., Takahashi K. (1999).** Structural changes in intramuscular connective tissue during the fattening of Japanese Black cattle: Effect of marbling on beef tenderization. *J. Anim. Sci.* 77, 39-104.
- Nishimura T., (2010).** The role of intramuscular connective tissue in meat texture. *Anim Sci J* 81, 21-7.
- Noci F., Monahan F.J., French P., Moloney A.P. (2005).** The fatty acid composition of muscle fat and subcutaneous adipose tissue of pasture-fed beef heifers: Influence of the duration of grazing. *J. Anim. Sci.*, 83, 1167-1178.
- Nohr D., Biesalski H.K., (2007).** Meaty food: meat as a healthy and valuable source of micronutrients. *Animal*, 1(2), 309-316.
- Ntambi J.M., Miyazaki M., 2003.** Recent insights into stearoyl-CoA desaturase-1. *Current Opinion in Lipidology* 14, 255-261.
- Nurnberg K., Grumbach S., Papstein H.J., Matthes H.D., Ender K., Nuernberg G. (1996).** Fatty acid composition of lamb meat, *Fett/Lipid.* 98, 77-80.
- Nurnberg K., Wenger J., Ender K. (1998).** Factors influencing fat composition in muscle and adipose tissue of farm animals. *Livest. Prod. Sci* 56, 145-156.
- Nurnberg K., Ender B., Papstein H.J. Wegner J., Eender K., Nurnberg G. (1999).** Effects of growth and breed on the fatty acid composition of muscle lipids in cattle, *Z. Lebensm. Unters Forsch* 208, 332-335.
- Nurnberg K., Grumbach S., Zupp W., Hartung M., Nurnberg G., Ender K., (2001).** Erhöhung der n-3 Fettsäuren und der konjugierten im Lammfleisch. *Fleischwirtschaft.* 81, 120-122.
- Nurnberg K., Nurnberg G., Ender K., Lorenz S., Winkler K., Rickert R., Steinhart H. (2002).** n-3 fatty acids and conjugated linoleic acids of longissimus muscle in beef cattle. *Eur. J.Lipid Sci. Technol.* 104, 463-471.
- 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. *Livest. Prod. Sci.*, 94, 137-147.
- 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, 279–283
- Offer G. (1991).** Modeling of the Formation of Pale, Soft and Exudative Meat: Effects of Chilling Regime and Rate and Extent of Glycolysis. *Meat Sci.* 30 :157-184.
- OFIVAL., (2003).** Notes de conjoncture : le marché de la volaille. http://www.ofival.fr/marches_filieres/conjoncture/navconjt/notconjtvol.htm.
- Oriani G., Salvatori G., Pastorelli G., Pantalo L., Ritieni A. & Corino C., (2001).** Oxidative status of plasma and muscle in rabbits supplemented with dietary vitamin E. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 12, 138-143.
- Oreani G., Maiorano G., Filetti F., Di Cesare C., Manchisi A., Salvatori G., (2005).** Effect of age on fatty acid composition of Italian Merino suckling lambs. *Meat. Sci.* 71, 557-562.

- O'Shea M., Lawless F., Stanton C., Devery R. (1998).** Conjugated linoleic acid in bovine milk fat: a food-based approach to cancer chemopreventing. *Trends in Food Science and Technology*. 9, 192-196.
- Osmundsen H., Bremer J. & Pedersen J.I. (1991).** Metabolic aspects of peroxisomal β -oxidation. *Biochim Biophys Acta* 1085:141-158.
- Ouali A., (1991).** Conséquences des Traitements Technologiques sur la Qualité de la Viande. *INRA Prod. Anim.* 4 : 195-208.
- Ouali A., Herrera-Mendez C.H., Coulis G., Becila S., Boudjellal A., Aubry L., Sentandreu M.A., (2006).** Revisiting the conversion of muscle into meat and the underlying mechanisms. *Meat Sci.*, 74, 44-58.
- Ouali A., Gagaoua M., Boudida Y., Becila S., Boudjellal A., Sentandreu M.A., (2013).** Biomarkers of meat tenderness: present knowledge and perspectives in regards to our current understanding of the mechanisms involved. *Meat Sci.* doi: 10.1016/j.meatsci.2013.05.010.
- Owens C. M., Sams A. R., (2000).** The Influence of Transportation on Turkey Meat Quality. *Poultry Sci.* 79 : 1204-1207.
- Palmquist D.L. (2009).** Omega-3 fatty acids in metabolism, health, and nutrition and for modified animal products foods. *Prof. Anim. Scien.*, 25, 207-249.
- Pariza, M.W., Park, Y., Cook, M.E. (2000).** Mechanisms of action of conjugated linoleic acid: evidence and speculation. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* 223: 8-13.
- Pariza M.W., Yeonhw A P., Cook M.E. (2001).** The biologically active isomers of conjugated linoleic acid. *Progr. Lipid Res.* 40, 283-298. ;
- Pecetti L., Annichiarico P., Damania AB., (1992).** Biodiversity in a germoplasm collection of durum wheat. *Euphytica* 60, 229-238.
- Pelzer P. (1979).** L'engraissement des agneaux de troupeaux laitiers. *PATRE* n. 307 pp 23-25.
- Pethick D.W., Rowe J.B. (1996).** The effect of nutrition and exercise on carcass parameters and the level of glycogen in skeletal muscle of merino sheep, *Aust. J.Agric. Res.* 47, 525-537.
- Petron M. J., Raes K., Claeys E., Lourenço M., Fremaut D., De Smet S. (2007).** Effect of grazing pastures of different botanical composition on antioxidant enzyme activities and oxidative stability of lamb meat. *Meat Science*, 75, 737-745.
- Phillipe Roger., (2009).** Valeur alimentaire de l'herbe. Des résultats convaincants dans le Morbihan. *Fourrages*, p 21-23.
- Picard B., Lefaucheur L., Berri C., Duclos M.J. (2002)** Muscle fiber ontogenesis in farm animal species. *Reprod. Nutr. Dev.* 42 : 415-431.
- Popova T., (2006).** Effect of rearing system on the fatty acid composition and oxidative stability of *M. longissimus lumborum* and *M. semi membranous* in lambs. *Small Rum. Res.*, 71, 150-157.
- Porqueddu C, Ledda L., Roggero P.P. (2000).** Role of forage legumes and constraints for forage legume seed production in Mediterranean Europe. *Cahiers Options méditerranéennes* 45 : 453-460.
- Praches., Dubyc., Fromenta., (1989).** "Utilisation d'un herbomètre à plateau pour estimer l'herbe disponible sur une prairie de fétuque élevée pâturée en continu par des ovins", *XV; Int. Grassl. Gongr., Nice*, 1427-1428. 189.

- Prache S., A. Cornu J.L. Berdagué and A. Priolo. (2003).** Traceability of grass-feeding in small ruminant's meat and milk: A review. *Options Méditerranéennes, Series A.* 67:423-427
- Prache S., Gatellier P., Thomas A., Picard B., Bauchart D., (2011).** Comparison of meat and carcass quality in organically reared and conventionally reared pasture-fed lambs. *Animal.* 5(12), 2001-2009.
- Priolo A., Micol D., Agabriel J. (2001).** Effects of grass feeding on ruminant meat colour and flavour. *Anim. Res.* 50, 185-200.
- Priolo A., Micol D., Agabriel J., Prache S., Dransfield E., (2002)** Effect of grass or concentrate feeding systems on lamb carcass and meat quality. *Meat Sci.* 62: 179-185
- Promeyrat A., Gatellier P., Lebret B. Kajak-Siemaszko, K. Aubry L., Santé-Lhoutellier V., (2010)** Evaluation of protein aggregation in cooked meat. *Food Chemistry.* 121: 412–417.
- Purchas R.W., Knight T.W., Busboom J.R. (2005).** The effect of production system and age on concentrations of fatty acids in intramuscular fat of the longissimus and triceps brachii muscles of Angus-cross heifers. *Meat Sci.*, 70, 597-603.
- Quezel P., Santa S., (1962-1963).** Nouvelle Flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tomes I et II. C.N.R.S. Paris.
- Raes K., (2003).** Optimisation of the fatty acid composition of beef and eggs: influence of feed and animal factors. Ph.D. Thesis, Ghent University.
- Raes K., De Smet S., Demeyer D., (2004a).** 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. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 113, 199-221.
- Raes K., Fievez V., Chow T.T., Ansorena D., Demeyer D., De Smet S. (2004b).** Effect of diet and dietary fatty acids on the transformation and incorporation of C₁₈ fatty acids in double-muscle Belgian Blue young bulls. *J.Agric. Food Chem.* 52, 6035-6041.
- Raskin P., Clinquart A., Marche C., Istasse L. (1997).** Vitamine E et qualité de viande, *Ann. Méd. Vét* 141, 113-126.
- Razminowicz RH, Kreuzer M, Scheeder MRL., (2006)** Effects of different finishing diets on fattening performance, carcass characteristic and meat quality of grass-fed steers. *Proceedings of the Society of Nutrition Physiology*, 15, 135.
- Reddy J.K. & Mannaerts G.P. (1994).** Peroxisomal lipid metabolism. *Annu. Rev. Nutr.*, 14, 343-70.
- Reineccius G., Flavour aroma chemistry. In: Pearson A.M., Duston T.R. (Eds). (1994).** Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products. *Advances in meat Research* 9, 184-201.
- Renand G., Larzul C., Le Bihan-Duval E., Le Roy P., (2003).** L'amélioration Génétique de la Qualité de la Viande dans les Différentes Espèces : Situation Actuelle et Perspectives à Court et Moyen Terme. *INRA Prod. Anim.* 16 : 159-173.
- Resconi V.C., Campo M.M., Furnols M.F.I., Montossi F., Sanudo C. (2009).** Sensory evaluation of castrated lambs finished on different proportions of pasture and concentrate feeding systems. *Meat Science*, 83, 31–37.
- Richard H., Giampaoli P. Toulemonde B., Duquenoy A., (1997).** Flaveurs et procédés de la cuisson.

- Rioux V., Catheline D., Bouriel M., Legrand P., (2000).** High performance liquid chromatography of fatty acids as naphthacyl ester. *Analysis* 27, 186-193.
- Roche H.M., Noone E., Nugent A., Gibney M.J. (2001).** Conjugated linoleic acid: a novel therapeutic nutrient. *Nutr. Res. Rev.* 14, 173-187.
- Rock E., (2002).** Les apports en micro nutriments par la viande. 9^{ème} JSMTV Claire-Mont Férand, France.
- Rondia P., Ch. Delmotte, F. Dehareng, D. Maene, J-F. Toussaint, N. Bartiaux-Thill., (2003).** Incidence d'un apport en graines de lin chez la brebis et l'agneau sur les performances et le profil en acides gras de la viande d'agneaux élevés en bergerie ou au pâturage. *Renc. Rech. Ruminants*, 10, 227-230.
- Rousset-Akrim S., Young O.A., Berdagué J.L., (1997)** Diet and growth effects in panel assessment of sheepmeat odour and flavour, *Meat Sci.* 45, 169–181.
- Rowe A., Macedo F.A.F., Visentainer J.V., Souza N.E., Matsushita M., (1999)** Muscle composition and fatty acid profile in lambs fattened in drylot or pasture, *Meat Sci.* 51, 283–288.
- Russel R.W., Gahr S.A. Glucose availability and associated metabolism. In: D'Mello J.P.F. (ED). (2000).** Farm animal metabolism and nutrition. CABI Publishing: Oxon, 121-147.
- Rymer C., Givens D.I. (2005).** N-3 fatty acid enrichment of edible tissue of poultry: a review. *Lipids*, 40, 121-130.
- Saad M., (2002).** Analyse des systèmes d'élevage et des caractéristiques phénotypiques des ovins exploités en milieu steppique. Mémoire Ingénieur Agronomie. CUZA. Djelfa. 78p.
- Saadoud M., (2010).** Marché, filière, opérateur échange de bétail et de viande rouge dans les régions semi arides algériennes. *Revue des régions arides de Tunis.* N° spécial.
- Santé V., Fernandez X., Monin G., & Renou J. P., (2001).** Nouvelles Méthodes de Mesures de la Qualité des Viandes de Volaille. *INRA Prod. Anim.* 14 : 247-254.
- Santé-Lhoutellier V., Astruc T., Marinova P., Grève E., & Gatellier P. (2008).** Effect of meat cooking on physicochemical state and in vitro digestibility of myofibrillar proteins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56, 1488–1494.
- Sañudo C., Nute G.R., Campo M.M., Maria G., Baker A., Sierra I., Enser M., Wood J.D., (1998)** Assessment of commercial lamb meat quality by British and Spanish taste panels, *Meat Sci.* 48, 91–99.
- SAS Institute (1989).** SAS/STAT® User's Guide for Personal Computers. Release 6.03. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Sato S.B., Sato S., Kawamoto J., Kurihara T. (2010).** Differential roles of internal and terminal double bonds in docosahexaenoic acid: comparative study of cytotoxicity of polyunsaturated fatty acids to HT-29 human colorectal tumor cell line. *Prostaglandins Leukot. Essent. Fatty Acids*, 84, 31-37.
- Sauvant D., Perez J.M., Tran G. (2002).** Tables de composition et de valeurs nutritives des matières premières destinées aux animaux d'élevage. Porc, volailles, bovins, ovins, caprins, lapins, chevaux, poissons. Institut National de la Recherche Agronomique: Paris, 301p

- Scislowski V., Durand D., Gruffat D., & Bauchart D. (2004a).** Dietary linoleic acid-hypercholesterolemia and accumulation of very light HDL in steers. *Lipids* 39: 125-133.
- Scislowski V., Durand D., Gruffat- Mouty D., Motta C., & Bauchart D. (2004b)** Linoleate supplementation in steers modifies lipid composition of plasma lipoproteins but does not alter their fluidity. *Brit. J. Nutr.* 91: 575-584.
- Scollan N.D., Fisher W.J., Davies D.W.R., Fisher A.V., Enser M., Wood J.D. (1997).** Manipulating the fatty acid composition of muscle in beef cattle. *Proceedings of the British Society of Animal Science*, 20p.
- Scollan N.D., Chio N.J., Kurt E., Fisher A.V., Enser M., Wood J.D. (2000).** Manipulating the fatty acid composition of muscle and adipose tissue in beef cattle. *British Journal of Nutrition* 85, 115-124.
- Scollan N., Gulati S., Wood J., Enser M. (2001).** The effects of including ruminally protected lipid in the diet of Charolais steers on animal performance, carcass quality and the fatty acid composition of longissimus dorsi muscle. *Proceedings 47th ICOMST*, 5P.
- Scollan N.D., Richardson I., De Smet S., Moloney A.P., Doreau M., Bauchart D., Nuernberg K. (2005).** In Hocquette J.F., Gigli S. (Editors). *Indicators of milk and beef quality*, Wageningen Pers, Wageningen, 151-162.
- Scollan N.D., Hallett K.G., Wood J.D., Richardson I.R. (2006).** The fatty acid composition of muscle fat in Charolais steers: influence of grass versus concentrate feeding. *Proc. Brit. Soc. Anim. Sci*, 14.
- Seideman S. C., Cross H. R., Smith G. C., Durland P. R., (1984).** Factors Affecting Fresh Meat Colour : A Review. *J. Food Qual.* 6 : 211-237.
- Shahidi F., John's St., (2002).** Lipid-derived flavors in meat products. *Meat processing*. 106-117.
- Simopoulos A. P., Sidossis L. S. (2000).** What is so special about the traditional diet of Greece – the scientific evidence. *World Review of Nutrition and Dietetics*, 87, 24–42.
- Simopoulos A.P., (2010).** The omega-6/omega-3 fatty acid ratio: health implications. *Oléagineux, Corps Gras, Lipides.*, 17 (5), 267-275.
- Smet S., Raes K., Demeyer D. (2004).** Meat fatty acid composition as affected by fatness and genetic factors: a review. *Anim. Res.*, 53, 81-98.
- Smeti S., Mhaouchi M., Ati N., (2014).** Effects of finishing lambs in rich aromatic plants, pasture or in feed lot on growth and meat quality. *Journal of Applied Animal Sci.* 42(3).
- Soucheyre V., (2008).** Teneur et biodisponibilité du fer héminique et non héminique dans la viande et les abats de bœuf. *Influence de la conservation et de la cuisson.*
- Talamucci P., Chaulot C., (1989).** Contraintes et évolutions des ressources fourragères dans le bassin méditerranéen. In: *Proceedings of the XVI international grass land congress. Nice – France*, pp 1731-1740.
- Thierry Julien., (2013).** Les bases d'une bonne conduite de pâturage. *Agriculture et territoires. Chambre d'agriculture d'ORN.*
- Tokumura A., Sumida T., Toujima M., Kogure K., Fukuzawa K. (2000).** Platelet-activating factor (PFA)-like oxidized phospholipids: relevance to atherosclerosis. *Biofactors* 13: 29-33.

- Tornberg E. (2005).** Effects of heat on meat proteins e implications on structure and quality of meat products. *Meat Science*, 70, 493-508.
- Toussaint G. (2001).** L'élevage des moutons. Edition de VECCH. P (159).
- Traore, A., Tamboura, H.H., Kabore, A., Yameogo, N., Bayala B. And Zare, I., (2006).** Caractérisation morphologique des petits ruminants (ovins et caprins) de race locale "Mossi" au Burkina Faso. *AGRI*, 39: 39-50.
- Trinder P., (1969).** Determination of glucose in blood using glucose oxidase with an enzyme that produces hydrogen peroxide. *Annals of clinical biochemistry* 6, 24-27.
- Troegeler-Meynadier A., M. C. Nicot C. Bayourthe, R. Moncoulon et F. Enjalbert. (2003).** Effects of pH and concentrations of linoleic and linolenic acids on extent and intermediates of ruminal biohydrogenation in vitro. *J. Dairy Sci.* 86 : 4054-4063.
- Turner, K.E., K.E. McClure W.P. Weiss, R.J. Borton et J.G. Foster. (2002).** Alpha-tocopherol concentration and case life of lamb muscle as influenced by concentrate or pasture finishing *J. Anim. Sci.* 80: 2513-2521
- Uhe AM, et al. (1992).** A comparison of the effect of beef, chicken and fish protein on satiety and amino acid profiles in lean male subjects. *J Nutr* 122: 467-472.
- Ulbricht T.L.V., Southgate D.A.T., (1991).** Coronary heart disease : Seven Dietary Factors. *The Lancet.* 338, 985-992.
- United States Departement of Agriculture (USDA). (2000).** Dietary Guidelines advisory Committe, Dietary Guidelines for Americans.
- Van De Vossenberg J.L.C.M., Joblin K.N. (2003).** Biohydrogenation of C₁₈ unsaturated fatty acids to stearic acid bu a strain of Buutyrivibrio hungatei from the bivine rumen. *Lett. Appl. Microbiol.* 37, 424-428.
- Van Mustapha W.A., Hill S.E., Blandhard J.M.V., Derbyshire W., (1998).** Maillard reactions: do the properties of liquid matrices matter? *Food Chem.* 62 (4), 441-449.
- Van Nevel C.J., Demeyer D.I. (1996).** Influence of pH on lipolysis and biohydrogenation of soybean oil by rumen contents in vitro. *Reprod. Nutri. Dev.* 36, 53-63.
- Van Soest P.J., Robertson J.B., Lewis B.A., (1991).** Methods for dietary fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy. Sci.* 74, 3025–3034.
- Vasta V., A. Priolo M. Scerra, K.G. Hallett J.D. Wood et O. Doran. (2009).** Delta 9 desaturase protein expression and fatty acid composition of longissimus dorsi muscle in lambs fed green herbage or concentrate with or without added tannins. *Meat. Sci.* 82: 357-364.
- Veiseth E., S.D. Shackelford T.L. Wheeler et M. Koohmaraie. (2004).** Factors regulating lamb longissimus tenderness are affected by age at slaughter. *Meat. Sci.* 68: 635-640.
- Velasco S., Cañeque V., Pérez C., Lauzurica S., Diaz M.T., Huidobro F., Manzanares C., González J., (2001).** Fatty acid composition of adipose depots of suckling lambs raised under different production systems. *Meat. Sci.*, 59(3), 325–333.
- Verhulst A., Semjen G., Meerts U., Janssen G., Parmentier G., Asselberghs S., Van Hespen H., Eyssen H. (1985)** Biohydrogenation of linoleic acid by *Clostridium sporogenes*, *Clostridium bifermentans*, *Clostridium sordellii* and *Bacteroides* sp. *FEMS Microbiol. Lett.*, 31, 255-259.
- Vernon R.G., (1980).** Lipid metabolism in the adipose tissue of ruminant animals. *Progress Lipid Research*, 19, 23-106.

- Vestergaard M., Oksbjerg N., Henckel P., (2000)** Influence of feeding intensity, grazing and finishing feeding on muscle fibre characteristics and meat colour of semitendinosus, longissimus dorsi and supraspinatus muscles in young bulls, *Meat Sci.* 54: 177–185.
- Wang Y., Botolin D., Christian B., Busik J., Xu J., Jump D.B., (2005).** Tissue-specific, nutritional, and developmental regulation of rat fatty acid elongases. *Journal of Lipid Research* 46, 706-715.
- Washira AM., Saint-Claire LA., Wilkinson RG., Enser M, Wood JD., Fisher AV., (2002).** Effect of dietary fat source and breed on the carcass composition n-3 polyunsaturated fatty acid and conjugated linoleic acid content of sheep meat and adipose tissue. *British J. Nutrition*, 88, 697-709.
- Wellington GH., Hogue DE., Foote RH., (2003).** Growth carcass characteristics and endrogen concentrations of gonad-altered ram lamb. *Small Rum Res.* 48(1).
- Wheeler T.L., Shackelford S.D., Koohmaraie M. (2004).** The accuracy and repeatability of untrained laboratory consumer panelists in detecting differences in beef longissimus tenderness. *American Society of Animal Science.* 82:557-562.
- Whittington F.M., Dunn R., Nute G.R., Richardson R.I., Wood J.D., (2006).** Effect of pasture type on lamb product quality. *New developments in Sheepmeat quality.* In: *New Developments in Sheepmeat quality, Proc. Br. Soc. Anim. Sci.*, 27-31.
- Winger R.J., Hagyard C.J. (1994).** Juiciness-its importance and some contributing factors. In *Quality Attributes and their measurement*, in: Pearson A.M., Duston T.R., (Eds). *Meat, Poultry and Fish Products*, pp. 94-124.
- Witcombe JR., (1984).** Collection and initial processing of food legume germplasm. In *genetic resources and their exploitation.* Ed Martinus Nijhoff, 24-32.
- Wong K.H., Sam S.W., Cheung P.C.K., Ang Jr P.O. (1999).** Changes in lipid profiles of rats fed with seaweed-based diets. *Nutr. Res.* 19, 1519-1527.
- Wood J.D., Enser M., Whittington F.M., Moncrief C.B., Kempster A.J., (1989).** Backfat composition in pigs: differences between fat thickness groups and sexes. *Livestock Production Science* 22, 351-362.
- Wood J.D., Enser M. (1997).** Factors influencing fatty acids in meat and the role of antioxidant in improving meat quality. *British journal of Nutrition* 78, S49-S60.
- Wood J.D., Enser M., Fisher A.V., Nute G.R., Richardson R.I., Sheard P.R. (1999).** Manipulating meat quality and composition, *Proc. Nutr. Soc.* 58, 363-370.
- Wood J. D., Richardson R. I., Nute G. R., Fisher A. V., Campo M. M., Kasapidou E., Sheard P. R. & Enser M., (2003).** Effects of fatty acids on meat quality: A review. *Meat Science*, 66, 21-32.
- 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, 343-358.
- Xiao Su Q., Joanne Babb R., (2007).** The effect of cooking process on the total lipids and n-3 LC-PUFA contents of Australian Bass Strait scallops *Pecten fumatus*. *Asia Pacific Journal Clinical Nutrition.* 16 supp L: 407- 411.
- Yang A., Lanari M.C., Brewster M. Tume R. (2002).** Lipid stability and meat color of beef from pasture and green fed cattle with or without vitamin E supplement. *Meat Science*, 60, 41-50.

- Yong - Soo K., (1995).** Carcass characteristics and meat quality in forage-finished and grain-finished beef: a mini review, *J. Agric. Sci.* 37, 573-582.
- Young O.A., Berdagué J.L., Viallon C., Rousset Akrim S., Thériez M. (1997).** Fat-borne volatiles and sheep meat odour, *Meat. Sci.* 45, 183-200.
- Young V.R., Borgonha S., (2000).** Nitrogen and amino acid. *J. Nutri.* 130, 184-1S-9S.
- Young O.A., Lane G.A., Priolo A., Fraser K., (2003).** Pastoral and species flavour in lambs raised on pasture, lucerne or maize. *J. Sci. Food Agric.* 83, 93–104.
- Yu Q., Rengel Z., (1999)** Drought and salinity differentially influence activities of superoxide dismutase in narrow-leafed lupins. *Plant Sci.*142:1-11.
- Zeraïa L., (1983).** Protection de la flore. Liste et localisation des espèces assez rares, rares et rarissimes. Station Centrale de Recherche en Ecologie Forestière, Alger, Algérie.

ANNEXES

Annexe 1

Tableau : Acides gras de la côte non parée Crue Février 2010 en % d'AG (n=12).

AG	A	SA	H	C
Lipides totaux	23,45 ± 3,74	20,67 ± 6,78	21,17 ± 5,71	22,73 ± 4,90
C10:0	0,41 ± 0,05	0,41 ± 0,12	0,28 ± 0,08	0,36 ± 0,11
C12:0	0,61 ± 0,09	0,71 ± 0,26	0,33 ± 0,21	0,60 ± 0,20
C14:0	7,41 ± 0,60	7,54 ± 1,93	4,31 ± 1,52	7,20 ± 1,58
C14:1	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,01	0,00 ± 0,01	0,00 ± 0,00
C15:0	0,89 ± 0,09	1,06 ± 0,11	0,82 ± 0,20	0,94 ± 0,14
C16:0	27,78 ± 0,70	28,22 ± 1,35	26,19 ± 0,76	26,18 ± 1,40
C16:1 n-9	0,54 ± 0,07	0,57 ± 0,06	0,48 ± 0,12	0,60 ± 0,09
C16:1 n-7	1,88 ± 0,20	1,74 ± 0,12	1,33 ± 0,30	1,66 ± 0,28
C18:0	19,60 ± 1,70	18,35 ± 1,21	24,97 ± 4,39	22,10 ± 3,77
C18:1 n-9t	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
C18:1 n-9c	32,37 ± 1,81	32,96 ± 4,79	33,83 ± 4,34	31,79 ± 1,54
C18:1 n-7	2,72 ± 0,36	2,70 ± 0,54	2,51 ± 0,77	2,83 ± 0,42
C18:2 n-6t	0,85 ± 0,10	0,89 ± 0,09	0,62 ± 0,18	0,81 ± 0,07
C18:2 n-6c	1,13 ± 0,25	1,59 ± 0,53	0,95 ± 0,39	1,28 ± 0,11
C18:3 n-6	0,27 ± 0,03	0,30 ± 0,04	0,23 ± 0,04	0,27 ± 0,02
C18:3 n-3	1,98 ± 0,29	1,57 ± 0,54	1,42 ± 0,44	1,82 ± 0,30
C18:4 n-3	0,04 ± 0,02	0,07 ± 0,04	0,06 ± 0,03	0,05 ± 0,02
C20:0	0,23 ± 0,05	0,16 ± 0,05	0,26 ± 0,10	0,25 ± 0,04
C20:1 n-9	0,17 ± 0,04	0,14 ± 0,03	0,16 ± 0,06	0,19 ± 0,07
C20:2	0,11 ± 0,19	0,06 ± 0,05	0,06 ± 0,08	0,04 ± 0,02
C20:3 n-6	0,15 ± 0,14	0,09 ± 0,06	0,19 ± 0,32	0,11 ± 0,03
C20:4 n-6	0,24 ± 0,11	0,20 ± 0,07	0,22 ± 0,08	0,19 ± 0,07
C20:3 n-3	0,24 ± 0,30	0,14 ± 0,13	0,26 ± 0,30	0,13 ± 0,03
C20:4 n-3	0,06 ± 0,09	0,12 ± 0,17	0,06 ± 0,12	0,07 ± 0,08
C20:5 n-3	0,02 ± 0,03	0,15 ± 0,11	0,17 ± 0,23	0,12 ± 0,10
C22:0	0,03 ± 0,02	0,01 ± 0,01	0,09 ± 0,19	0,04 ± 0,02
C22:1 n-11	0,03 ± 0,04	0,01 ± 0,02	0,00 ± 0,00	0,09 ± 0,07
C22:1 n-9	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
C22:4 n-6	0,00 ± 0,01	0,00 ± 0,02	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
C22:5 n-6	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,02	0,01 ± 0,02	0,00 ± 0,01
C22:5 n-3	0,22 ± 0,03	0,18 ± 0,06	0,16 ± 0,05	0,22 ± 0,04
C22:6 n-3	0,02 ± 0,03	0,03 ± 0,03	0,02 ± 0,03	0,04 ± 0,03
C24:0	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
C24:1	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
AGS	56,96 ± 1,50	56,47 ± 3,46	57,25 ± 4,12	57,67 ± 1,64
AGM	37,71 ± 1,77	38,13 ± 4,37	38,32 ± 4,38	37,16 ± 1,46
AGPI	5,33 ± 0,94	5,40 ± 1,22	4,43 ± 1,12	5,17 ± 0,52
n-6	2,65 ± 0,39	3,08 ± 0,53	2,22 ± 0,60	2,67 ± 0,18
n-3	2,58 ± 0,48	2,26 ± 0,72	2,15 ± 0,60	2,46 ± 0,40
n6/n3	1,04 ± 0,14	1,45 ± 0,35	1,07 ± 0,28	1,10 ± 0,15
LA/ALA	0,57 ±	1,01 ±	0,67 ±	0,72 ±

Tableau : Acides gras de la cote non parée Crue Février 2010 en MG/100 d'échantillon (n=12).

AG	A	SA	H	C
Lipides totaux	23,45 ± 3,74	20,67 ± 6,78	21,17 ± 5,71	22,73 ± 4,90
C10:0	63,99 ± 13,80	56,08 ± 30,75	39,16 ± 16,25	52,29 ± 19,65
C12:0	96,60 ± 23,75	96,57 ± 53,54	43,72 ± 29,39	86,10 ± 35,33
C14:0	1158,56 ± 213,81	1018,51 ± 472,27	580,01 ± 206,33	1039,16 ± 337,99
C14:1	0,00 ± 0,00	0,14 ± 0,48	0,17 ± 0,60	0,00 ± 0,00
C15:0	140,49 ± 32,17	138,65 ± 41,31	111,94 ± 30,40	135,28 ± 37,70
C16:0	4341,26 ± 717,78	3763,93 ± 1345,98	3659,53 ± 938,50	3779,69 ± 957,08
C16:1 n-9	84,50 ± 21,11	76,43 ± 29,83	65,31 ± 19,15	86,19 ± 26,42
C16:1 n-7	292,64 ± 48,32	233,01 ± 89,06	185,98 ± 65,91	239,18 ± 68,18
C18:0	3083,20 ± 674,01	2416,30 ± 745,22	3529,17 ± 1239,35	3197,16 ± 1049,54
C18:1 n-9t	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
C18:1 n-9c	5034,29 ± 713,40	4371,82 ± 1576,58	4735,93 ± 1412,61	4613,64 ± 1276,80
C18:1 n-7	426,54 ± 94,15	362,78 ± 162,42	358,69 ± 157,02	403,95 ± 102,57
C18:2 n-6t	132,68 ± 25,95	117,93 ± 38,31	88,85 ± 40,04	116,14 ± 27,04
C18:2 n-6c	177,54 ± 55,20	215,26 ± 108,35	135,90 ± 69,43	184,15 ± 47,43
C18:3 n-6	42,86 ± 9,57	39,05 ± 12,92	33,17 ± 11,24	38,65 ± 8,76
C18:3 n-3	313,66 ± 85,01	219,61 ± 139,82	205,76 ± 99,75	260,08 ± 68,93
C18:4 n-3	6,79 ± 3,37	9,03 ± 6,33	7,80 ± 5,13	6,75 ± 2,66
C20:0	35,97 ± 10,22	21,43 ± 9,25	36,66 ± 17,19	36,23 ± 11,22
C20:1 n-9	25,88 ± 8,20	18,62 ± 6,82	21,93 ± 9,01	27,29 ± 11,70
C20:2	17,37 ± 32,46	8,35 ± 11,57	7,59 ± 9,99	6,39 ± 4,02
C20:3 n-6	24,83 ± 24,16	12,54 ± 11,63	26,60 ± 50,94	16,39 ± 7,26
C20:4 n-6	37,26 ± 20,18	27,03 ± 14,40	29,71 ± 12,75	27,55 ± 9,46
C20:3 n-3	38,12 ± 52,68	19,79 ± 18,60	33,41 ± 37,91	19,38 ± 7,54
C20:4 n-3	8,68 ± 12,40	15,19 ± 20,37	9,59 ± 20,20	11,08 ± 12,51
C20:5 n-3	2,51 ± 5,47	22,70 ± 21,72	21,30 ± 26,45	17,33 ± 17,42
C22:0	4,49 ± 4,10	1,10 ± 1,70	13,53 ± 30,59	5,96 ± 3,04
C22:1 n-11	4,43 ± 6,31	1,03 ± 1,56	0,00 ± 0,00	13,21 ± 9,89
C22:1 n-9	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
C22:4 n-6	0,57 ± 1,33	0,45 ± 1,56	0,17 ± 0,58	0,00 ± 0,00
C22:5 n-6	0,00 ± 0,00	0,42 ± 1,44	1,32 ± 3,11	0,52 ± 1,79
C22:5 n-3	35,18 ± 9,43	25,94 ± 16,39	23,03 ± 9,73	31,73 ± 7,70
C22:6 n-3	3,06 ± 4,92	4,16 ± 4,81	2,89 ± 4,82	6,12 ± 4,23
C24:0	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
C24:1	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
AGS	8924,55 ± 1615,65	7512,57 ± 2632,77	8013,71 ± 2188,34	8331,87 ± 2155,35
AGM	5868,29 ± 846,51	5063,82 ± 1799,80	5368,01 ± 1571,34	5383,46 ± 1439,91
AGPI	841,10 ± 234,27	737,45 ± 364,32	627,09 ± 251,15	742,27 ± 182,79
n-6	415,74 ± 102,46	412,68 ± 168,32	315,71 ± 128,50	383,40 ± 91,80
n-3	407,99 ± 120,96	316,43 ± 190,39	303,79 ± 130,99	352,47 ± 97,50
n6/n3	1,04 ± 0,14	1,45 ± 0,35	1,07 ± 0,28	1,10 ± 0,15
LA/ALA	0,57 ±	1,01 ±	0,67 ±	0,72 ±

Tableau : Acides gras de la cote parée Crue Décembre 2010 (n=6) en % d'AG.

	A	SA	H	C
Lipides totaux	12,16 ± 2,36	6,87 ± 1,51	5,89 ± 2,50	16,44 ± 3,25
C10:0	0,46 ± 0,34	0,20 ± 0,05	0,26 ± 0,11	0,15 ± 0,01
C12:0	0,75 ± 0,53	0,26 ± 0,12	0,39 ± 0,27	0,11 ± 0,02
C14:0	6,93 ± 2,88	3,90 ± 1,01	4,63 ± 2,01	2,94 ± 0,21
C14:1	0,23 ± 0,05	0,18 ± 0,03	0,19 ± 0,17	0,28 ± 0,05
C15:0	0,81 ± 0,18	0,64 ± 0,11	0,89 ± 0,13	0,77 ± 0,22
C16:0	26,65 ± 1,96	25,76 ± 0,66	25,37 ± 2,33	24,67 ± 1,52
C16:1 n-9	0,56 ± 0,06	0,42 ± 0,06	0,51 ± 0,08	0,37 ± 0,05
C16:1 n-7	1,67 ± 0,17	1,76 ± 0,10	1,59 ± 0,43	1,61 ± 0,09
C18:0	18,67 ± 3,25	16,84 ± 0,32	21,49 ± 4,30	19,23 ± 0,90
C18:1 n-9t	0,04 ± 0,03	0,05 ± 0,00	0,04 ± 0,03	0,04 ± 0,03
C18:1 n-9c	35,98 ± 3,09	41,06 ± 2,71	34,68 ± 4,51	42,79 ± 1,09
C18:1 n-7	1,88 ± 0,34	1,70 ± 0,13	0,77 ± 1,19	1,70 ± 0,14
C18:2 n-6t	0,15 ± 0,04	0,16 ± 0,02	0,16 ± 0,04	0,66 ± 0,19
C18:2 n-6c	2,74 ± 0,70	3,40 ± 0,37	3,94 ± 1,48	3,40 ± 0,43
C18:3 n-6	0,12 ± 0,10	0,22 ± 0,04	0,12 ± 0,14	0,15 ± 0,04
C18:3 n-3	0,96 ± 0,27	1,16 ± 0,49	1,42 ± 0,53	0,27 ± 0,12
C18:4 n-3	0,01 ± 0,02	0,06 ± 0,04	0,04 ± 0,07	0,10 ± 0,03
C20:0	0,17 ± 0,02	0,11 ± 0,02	0,26 ± 0,06	0,12 ± 0,03
C20:1 n-9	0,12 ± 0,02	0,09 ± 0,02	0,11 ± 0,08	0,14 ± 0,03
C20:2	0,06 ± 0,05	0,12 ± 0,02	0,15 ± 0,12	0,00 ± 0,00
C20:3 n-6	0,05 ± 0,04	0,11 ± 0,02	0,13 ± 0,07	0,02 ± 0,03
C20:4 n-6	0,51 ± 0,26	0,83 ± 0,13	1,37 ± 0,89	0,31 ± 0,06
C20:3 n-3	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
C20:4 n-3	0,14 ± 0,10	0,34 ± 0,12	0,50 ± 0,34	0,00 ± 0,00
C20:5 n-3	0,04 ± 0,10	0,02 ± 0,05	0,05 ± 0,12	0,00 ± 0,00
C22:0	0,00 ± 0,00	0,02 ± 0,03	0,09 ± 0,05	0,01 ± 0,04
C22:1 n-11	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
C22:1 n-9	0,02 ± 0,04	0,00 ± 0,00	0,03 ± 0,04	0,02 ± 0,06
C22:4 n-6	0,01 ± 0,04	0,11 ± 0,04	0,17 ± 0,10	0,07 ± 0,04
C22:5 n-6	0,01 ± 0,02	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,02 ± 0,03
C22:5 n-3	0,21 ± 0,05	0,39 ± 0,15	0,56 ± 0,29	0,04 ± 0,04
C22:6 n-3	0,03 ± 0,04	0,09 ± 0,06	0,10 ± 0,08	0,00 ± 0,00
C24:0	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
C24:1	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
AGS	54,45 ± 2,73	47,74 ± 1,85	53,38 ± 4,86	48,00 ± 1,06
AGM	40,51 ± 2,84	45,26 ± 2,76	37,91 ± 4,91	46,95 ± 1,02
AGPI	5,05 ± 0,94	7,01 ± 0,93	8,71 ± 3,27	5,05 ± 0,61
n-6	3,59 ± 1,00	4,82 ± 0,51	5,89 ± 2,22	4,64 ± 0,54
n-3	1,39 ± 0,38	2,07 ± 0,78	2,67 ± 1,12	0,41 ± 0,14
n6/n3	2,79 ± 1,22	2,86 ± 1,92	2,25 ± 0,50	12,08 ± 3,01
LA/ALA	3,20 ±	4,01 ±	2,9 ±	14,31 ±

Tableau : Acides gras de la cote parée Crue Décembre 2010 (n=6) en MG/100g d'AG.

	A	SA	H	C
Lipides totaux	12,16 ± 2,36	6,87 ± 1,51	5,89 ± 2,50	16,44 ± 3,25
C10:0	32,86 ± 20,53	8,09 ± 1,83	10,32 ± 9,37	17,08 ± 4,04
C12:0	54,27 ± 33,00	10,87 ± 4,48	16,76 ± 18,55	13,15 ± 3,56
C14:0	513,13 ± 193,85	161,73 ± 37,31	186,15 ± 168,17	347,12 ± 88,86
C14:1	17,04 ± 2,91	7,62 ± 2,25	6,07 ± 4,08	33,40 ± 9,43
C15:0	60,54 ± 14,07	27,15 ± 7,68	31,12 ± 19,00	89,76 ± 28,60
C16:0	1999,62 ± 336,93	1078,70 ± 127,09	905,00 ± 590,89	2903,39 ± 691,14
C16:1 n-9	41,79 ± 6,92	17,48 ± 3,32	18,42 ± 12,24	42,92 ± 9,79
C16:1 n-7	124,91 ± 20,71	74,19 ± 14,51	54,04 ± 32,41	189,52 ± 44,51
C18:0	1409,26 ± 342,52	705,24 ± 82,96	720,39 ± 433,53	2240,47 ± 399,05
C18:1 n-9t	2,98 ± 2,34	2,06 ± 0,40	1,68 ± 1,64	4,47 ± 3,66
C18:1 n-9c	2717,65 ± 564,57	1725,65 ± 291,21	1168,28 ± 642,15	4998,30 ± 944,35
C18:1 n-7	140,87 ± 27,78	71,59 ± 13,28	39,55 ± 61,79	198,60 ± 42,43
C18:2 n-6t	11,48 ± 3,51	6,54 ± 0,99	5,99 ± 4,53	78,83 ± 30,79
C18:2 n-6c	201,38 ± 40,17	143,40 ± 31,47	114,69 ± 46,69	396,36 ± 80,91
C18:3 n-6	8,76 ± 7,14	9,33 ± 1,35	6,36 ± 6,99	16,98 ± 5,61
C18:3 n-3	72,19 ± 23,27	46,93 ± 18,31	46,47 ± 29,70	31,76 ± 17,12
C18:4 n-3	1,01 ± 1,57	2,71 ± 2,04	0,75 ± 1,23	12,23 ± 4,29
C20:0	12,98 ± 2,26	4,65 ± 0,52	8,79 ± 5,70	13,78 ± 3,58
C20:1 n-9	9,32 ± 3,21	3,80 ± 1,04	3,67 ± 2,56	15,96 ± 4,26
C20:2	4,13 ± 3,31	4,89 ± 1,18	3,83 ± 1,78	0,00 ± 0,00
C20:3 n-6	3,61 ± 2,92	4,60 ± 0,76	3,39 ± 0,65	2,81 ± 3,17
C20:4 n-6	36,03 ± 15,42	35,01 ± 9,67	32,71 ± 9,14	36,04 ± 6,49
C20:3 n-3	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
C20:4 n-3	10,09 ± 7,29	14,02 ± 4,18	13,24 ± 5,28	0,00 ± 0,00
C20:5 n-3	3,29 ± 8,07	0,87 ± 2,12	0,86 ± 2,11	0,00 ± 0,00
C22:0	0,00 ± 0,00	0,81 ± 1,38	2,90 ± 1,64	1,74 ± 4,26
C22:1 n-11	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
C22:1 n-9	2,22 ± 4,08	0,00 ± 0,00	1,44 ± 2,31	2,85 ± 6,99
C22:4 n-6	1,06 ± 2,60	4,64 ± 2,60	3,98 ± 0,61	8,39 ± 4,83
C22:5 n-6	0,78 ± 1,91	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	2,17 ± 3,69
C22:5 n-3	15,63 ± 2,77	15,98 ± 5,45	15,01 ± 5,43	5,04 ± 4,74
C22:6 n-3	2,09 ± 2,44	3,50 ± 2,33	2,91 ± 2,13	0,00 ± 0,00
C24:0	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
C24:1	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
AGS	4082,66 ± 630,46	1997,24 ± 223,77	1881,42 ± 1195,87	5626,48 ± 1176,79
AGM	3056,79 ± 603,38	1902,39 ± 321,63	1293,14 ± 734,89	5486,03 ± 1045,46
AGPI	371,52 ± 45,04	292,40 ± 42,59	250,21 ± 94,83	590,61 ± 131,60
n-6	263,09 ± 55,87	203,52 ± 44,49	167,13 ± 57,07	541,57 ± 114,88
n-3	104,30 ± 30,48	83,99 ± 28,11	79,25 ± 39,48	49,04 ± 21,57
n6/n3	2,79 ± 1,22	2,86 ± 1,92	2,25 ± 0,50	12,08 ± 3,01
LA/ALA	3,20 ±	4,01 ±	2,90 ±	14,31 ±

Tableau : Acides gras de la cote parée Cuite Décembre 2010 (n=6) en % d'AG.

	A	SA	H	C
Lipides totaux	15,04 ± 3,20	11,46 ± 3,02	9,59 ± 3,69	19,51 ± 4,61
C10:0	0,51 ± 0,29	0,19 ± 0,04	0,25 ± 0,09	0,14 ± 0,01
C12:0	0,82 ± 0,45	0,25 ± 0,12	0,38 ± 0,26	0,10 ± 0,01
C14:0	7,23 ± 2,52	3,80 ± 1,05	4,72 ± 1,97	2,76 ± 0,19
C14:1	0,25 ± 0,05	0,18 ± 0,03	0,21 ± 0,18	0,23 ± 0,12
C15:0	0,86 ± 0,17	0,64 ± 0,12	0,94 ± 0,15	0,75 ± 0,10
C16:0	26,78 ± 1,60	25,92 ± 0,84	26,11 ± 2,23	23,75 ± 0,88
C16:1 n-9	0,56 ± 0,06	0,42 ± 0,07	0,56 ± 0,04	0,38 ± 0,05
C16:1 n-7	1,73 ± 0,19	1,80 ± 0,08	1,65 ± 0,51	1,56 ± 0,07
C18:0	17,77 ± 2,44	16,94 ± 0,63	22,60 ± 5,52	19,56 ± 1,10
C18:1 n-9t	0,06 ± 0,01	0,05 ± 0,00	0,03 ± 0,03	0,03 ± 0,03
C18:1 n-9c	34,79 ± 2,84	41,96 ± 2,33	35,38 ± 5,50	42,92 ± 1,39
C18:1 n-7	2,08 ± 0,37	1,71 ± 0,14	0,24 ± 0,60	1,74 ± 0,14
C18:2 n-6t	0,16 ± 0,04	0,15 ± 0,03	0,17 ± 0,04	0,61 ± 0,06
C18:2 n-6c	3,24 ± 0,52	3,10 ± 0,46	3,12 ± 0,84	3,89 ± 0,47
C18:3 n-6	0,20 ± 0,03	0,14 ± 0,10	0,21 ± 0,12	0,13 ± 0,05
C18:3 n-3	1,06 ± 0,33	0,94 ± 0,32	1,20 ± 0,45	0,22 ± 0,02
C18:4 n-3	0,02 ± 0,03	0,06 ± 0,04	0,04 ± 0,07	0,10 ± 0,01
C20:0	0,18 ± 0,02	0,11 ± 0,01	0,27 ± 0,07	0,12 ± 0,02
C20:1 n-9	0,15 ± 0,03	0,12 ± 0,02	0,13 ± 0,08	0,16 ± 0,04
C20:2	0,09 ± 0,02	0,10 ± 0,03	0,09 ± 0,07	0,00 ± 0,00
C20:3 n-6	0,08 ± 0,02	0,09 ± 0,01	0,07 ± 0,06	0,05 ± 0,01
C20:4 n-6	0,70 ± 0,18	0,62 ± 0,26	0,65 ± 0,38	0,50 ± 0,04
C20:3 n-3	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
C20:4 n-3	0,20 ± 0,05	0,22 ± 0,10	0,26 ± 0,12	0,01 ± 0,01
C20:5 n-3	0,02 ± 0,05	0,12 ± 0,10	0,16 ± 0,09	0,01 ± 0,02
C22:0	0,05 ± 0,04	0,01 ± 0,02	0,09 ± 0,05	0,02 ± 0,03
C22:1 n-11	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
C22:1 n-9	0,07 ± 0,06	0,00 ± 0,00	0,03 ± 0,05	0,05 ± 0,06
C22:4 n-6	0,05 ± 0,06	0,07 ± 0,05	0,08 ± 0,04	0,10 ± 0,02
C22:5 n-6	0,01 ± 0,02	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,06 ± 0,04
C22:5 n-3	0,26 ± 0,07	0,25 ± 0,07	0,30 ± 0,13	0,05 ± 0,02
C22:6 n-3	0,04 ± 0,03	0,04 ± 0,04	0,03 ± 0,04	0,00 ± 0,00
C24:0	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
C24:1	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
AGS	54,19 ± 3,07	47,87 ± 2,26	55,36 ± 5,77	47,21 ± 1,33
AGM	39,70 ± 2,56	46,24 ± 2,31	38,24 ± 6,46	47,07 ± 1,43
AGPI	6,11 ± 0,87	5,89 ± 0,52	6,40 ± 1,77	5,73 ± 0,56
n-6	4,42 ± 0,73	4,17 ± 0,69	4,31 ± 1,14	5,34 ± 0,55
n-3	1,59 ± 0,42	1,63 ± 0,48	2,00 ± 0,68	0,38 ± 0,04
n6/n3	2,92 ± 0,84	2,90 ± 1,58	2,20 ± 0,38	14,06 ± 1,75
LA/ALA	3,36 ±	3,9 ±	2,76 ±	17,93 ±

Tableau : Acides gras de la cote parée Cuite Décembre 2010 (n=6) en MG/100g d'AG.

	A	SA	H	C
Lipides totaux	15,04 ± 3,20	11,46 ± 3,02	9,59 ± 3,69	19,51 ± 4,61
C10:0	45,42 ± 28,47	11,84 ± 2,76	15,22 ± 11,12	17,96 ± 4,39
C12:0	73,90 ± 46,27	15,39 ± 6,11	25,00 ± 25,68	13,47 ± 2,94
C14:0	646,93 ± 301,00	240,51 ± 66,15	292,14 ± 228,95	363,38 ± 82,45
C14:1	21,65 ± 5,77	11,97 ± 4,12	11,20 ± 7,60	31,04 ± 20,11
C15:0	75,71 ± 26,93	41,97 ± 15,17	52,67 ± 23,43	99,81 ± 29,40
C16:0	2344,41 ± 578,88	1660,75 ± 411,27	1493,75 ± 763,16	3121,66 ± 684,11
C16:1 n-9	49,34 ± 14,26	27,32 ± 8,23	31,10 ± 13,64	49,50 ± 13,14
C16:1 n-7	150,10 ± 32,56	116,25 ± 34,16	90,59 ± 41,40	205,53 ± 48,66
C18:0	1547,08 ± 372,62	1090,61 ± 293,03	1229,46 ± 543,35	2550,89 ± 449,46
C18:1 n-9t	5,50 ± 1,52	3,25 ± 1,05	1,72 ± 2,27	3,95 ± 4,42
C18:1 n-9c	3012,99 ± 580,25	2701,11 ± 754,33	1950,25 ± 818,21	5645,31 ± 1284,46
C18:1 n-7	182,19 ± 55,30	110,51 ± 34,46	9,95 ± 24,36	227,87 ± 47,79
C18:2 n-6t	13,96 ± 4,69	9,50 ± 2,27	9,55 ± 5,20	80,56 ± 20,88
C18:2 n-6c	275,26 ± 30,88	201,97 ± 73,87	163,48 ± 51,28	509,87 ± 119,21
C18:3 n-6	17,33 ± 4,13	9,46 ± 6,54	13,05 ± 10,08	16,23 ± 5,11
C18:3 n-3	91,57 ± 33,03	57,21 ± 14,97	65,21 ± 31,35	28,72 ± 6,96
C18:4 n-3	1,20 ± 1,85	4,37 ± 3,63	1,62 ± 2,74	13,36 ± 3,54
C20:0	16,17 ± 5,09	7,06 ± 1,76	14,72 ± 7,05	14,90 ± 2,33
C20:1 n-9	13,22 ± 4,08	7,83 ± 1,87	6,55 ± 3,38	20,32 ± 4,59
C20:2	7,83 ± 1,76	6,58 ± 2,78	4,14 ± 2,73	0,00 ± 0,00
C20:3 n-6	6,72 ± 0,89	5,39 ± 1,23	2,74 ± 2,34	6,99 ± 1,59
C20:4 n-6	58,02 ± 9,03	41,18 ± 25,20	31,12 ± 12,22	64,80 ± 10,43
C20:3 n-3	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
C20:4 n-3	17,87 ± 6,97	12,66 ± 3,17	13,20 ± 3,94	0,78 ± 1,25
C20:5 n-3	1,48 ± 3,63	6,89 ± 4,92	7,64 ± 4,71	1,35 ± 2,10
C22:0	4,18 ± 3,93	0,46 ± 1,03	4,48 ± 2,99	2,09 ± 3,46
C22:1 n-11	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
C22:1 n-9	6,37 ± 6,29	0,00 ± 0,00	1,64 ± 2,77	6,97 ± 7,92
C22:4 n-6	3,41 ± 3,95	5,12 ± 4,55	4,38 ± 2,79	12,81 ± 1,92
C22:5 n-6	0,51 ± 1,26	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	8,84 ± 5,47
C22:5 n-3	21,77 ± 5,32	15,64 ± 3,85	14,88 ± 5,66	6,36 ± 3,70
C22:6 n-3	3,46 ± 2,90	2,20 ± 2,50	1,54 ± 1,96	0,00 ± 0,00
C24:0	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
C24:1	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
AGS	4753,80 ± 1205,89	3068,60 ± 761,13	3127,46 ± 1505,20	6184,17 ± 1235,35
AGM	3441,36 ± 669,79	2978,24 ± 833,98	2102,99 ± 871,33	6190,49 ± 1405,73
AGPI	520,40 ± 52,99	378,16 ± 102,13	332,55 ± 97,90	750,67 ± 166,73
n-6	375,21 ± 31,23	272,62 ± 104,85	224,32 ± 65,74	700,11 ± 155,24
n-3	137,36 ± 40,55	98,96 ± 17,72	104,09 ± 35,37	50,56 ± 13,11
n6/n3	2,92 ± 0,84	2,90 ± 1,58	2,20 ± 0,38	14,06 ± 1,75
LA/ALA	3,36 ±	3,9 ±	2,76 ±	17,93 ±

Tableau : Acides gras de Gras Décembre 2010 (n=6) en % d'AG.

	A	SA	H	C
Lipides totaux	74,39 ± 8,65	77,45 ± 6,09	63,20 ± 10,87	78,87 ± 7,06
C10:0	0,65 ± 0,32	0,21 ± 0,12	0,28 ± 0,07	0,13 ± 0,01
C12:0	1,04 ± 0,37	0,26 ± 0,24	0,46 ± 0,21	0,08 ± 0,01
C14:0	9,11 ± 1,75	4,29 ± 2,29	5,86 ± 1,52	2,37 ± 0,41
C14:1	0,24 ± 0,08	0,23 ± 0,09	0,09 ± 0,02	0,30 ± 0,10
C15:0	1,04 ± 0,12	0,90 ± 0,17	1,11 ± 0,15	0,84 ± 0,29
C16:0	28,29 ± 1,12	24,81 ± 2,13	26,60 ± 1,94	22,05 ± 1,15
C16:1 n-9	0,63 ± 0,05	0,40 ± 0,11	0,55 ± 0,11	0,33 ± 0,06
C16:1 n-7	1,66 ± 0,29	1,16 ± 0,19	1,50 ± 0,38	0,94 ± 0,16
C18:0	19,27 ± 3,78	24,89 ± 1,48	22,63 ± 4,00	25,99 ± 5,62
C18:1 n-9t	0,04 ± 0,04	0,00 ± 0,00	0,02 ± 0,04	0,00 ± 0,00
C18:1 n-9c	31,19 ± 2,22	37,88 ± 5,95	33,79 ± 4,45	40,57 ± 6,88
C18:1 n-7	1,45 ± 1,23	0,62 ± 0,96	1,72 ± 1,01	1,49 ± 0,19
C18:2 n-6t	0,17 ± 0,04	0,12 ± 0,07	1,45 ± 0,77	0,64 ± 0,11
C18:2 n-6c	2,69 ± 1,38	2,15 ± 0,51	1,73 ± 0,41	3,05 ± 0,43
C18:3 n-6	0,25 ± 0,07	0,26 ± 0,05	0,10 ± 0,10	0,20 ± 0,06
C18:3 n-3	1,30 ± 0,51	1,07 ± 0,73	1,07 ± 0,25	0,25 ± 0,13
C18:4 n-3	0,01 ± 0,02	0,04 ± 0,06	0,04 ± 0,07	0,10 ± 0,03
C20:0	0,24 ± 0,05	0,20 ± 0,06	0,30 ± 0,06	0,17 ± 0,10
C20:1 n-9	0,19 ± 0,06	0,10 ± 0,04	0,17 ± 0,11	0,17 ± 0,07
C20:2	0,01 ± 0,02	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
C20:3 n-6	0,01 ± 0,02	0,01 ± 0,01	0,02 ± 0,03	0,01 ± 0,02
C20:4 n-6	0,10 ± 0,06	0,05 ± 0,04	0,10 ± 0,08	0,14 ± 0,03
C20:3 n-3	0,02 ± 0,05	0,03 ± 0,06	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
C20:4 n-3	0,03 ± 0,05	0,04 ± 0,07	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
C20:5 n-3	0,02 ± 0,04	0,00 ± 0,00	0,05 ± 0,03	0,00 ± 0,00
C22:0	0,05 ± 0,05	0,04 ± 0,05	0,09 ± 0,03	0,06 ± 0,10
C22:1 n-11	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
C22:1 n-9	0,14 ± 0,11	0,00 ± 0,00	0,05 ± 0,06	0,07 ± 0,11
C22:4 n-6	0,01 ± 0,03	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,03 ± 0,03
C22:5 n-6	0,00 ± 0,00	0,06 ± 0,05	0,04 ± 0,04	0,02 ± 0,03
C22:5 n-3	0,15 ± 0,01	0,15 ± 0,12	0,17 ± 0,05	0,00 ± 0,01
C22:6 n-3	0,01 ± 0,02	0,02 ± 0,04	0,01 ± 0,03	0,00 ± 0,00
C24:0	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
C24:1	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
AGS	59,69 ± 3,93	55,60 ± 5,25	57,33 ± 4,62	51,68 ± 6,36
AGM	35,53 ± 3,05	40,39 ± 5,64	37,89 ± 4,66	43,87 ± 6,70
AGPI	4,77 ± 1,85	4,00 ± 0,66	4,78 ± 1,47	4,45 ± 0,51
n-6	3,24 ± 1,41	2,65 ± 0,44	3,44 ± 1,22	4,09 ± 0,40
n-3	1,52 ± 0,62	1,35 ± 0,86	1,34 ± 0,32	0,36 ± 0,12
n6/n3	2,35 ± 1,02	4,55 ± 5,09	2,54 ± 0,72	12,02 ± 2,38
LA/ALA	2,33 ±	6,33 ±	1,63 ±	13,47 ±

Tableau : Acides gras de Gras Décembre 2010 (n=6) en MG/100g d'AG.

	A	SA	H	C
Lipides totaux	74,39 ± 8,65	77,45 ± 6,09	63,20 ± 10,87	78,87 ± 7,06
C10:0	341,24 ± 242,62	103,05 ± 60,56	123,92 ± 43,50	58,72 ± 3,75
C12:0	525,54 ± 297,68	131,50 ± 118,74	202,20 ± 106,87	35,22 ± 7,64
C14:0	4471,35 ± 1695,87	2130,67 ± 1166,34	2580,93 ± 843,30	1106,74 ± 225,50
C14:1	123,06 ± 73,35	114,88 ± 51,47	40,73 ± 11,29	137,63 ± 40,99
C15:0	500,39 ± 122,42	446,69 ± 101,50	489,01 ± 98,05	390,26 ± 127,84
C16:0	13715,77 ± 3693,74	12282,20 ± 1334,80	11805,30 ± 2543,62	10278,81 ± 729,79
C16:1 n-9	301,22 ± 74,38	200,12 ± 65,10	246,13 ± 80,55	155,67 ± 38,98
C16:1 n-7	838,94 ± 379,44	578,52 ± 119,09	651,78 ± 146,77	440,45 ± 80,77
C18:0	8968,91 ± 985,79	12305,68 ± 806,03	10152,04 ± 3342,09	12174,11 ± 2904,94
C18:1 n-9t	20,80 ± 23,71	0,00 ± 0,00	8,17 ± 18,28	0,00 ± 0,00
C18:1 n-9c	15288,70 ± 4770,57	18822,39 ± 3749,10	14671,87 ± 1076,83	18910,44 ± 3263,94
C18:1 n-7	787,45 ± 653,13	333,71 ± 517,45	796,74 ± 535,54	700,91 ± 135,13
C18:2 n-6t	81,38 ± 16,40	58,71 ± 32,08	676,33 ± 433,31	297,36 ± 54,91
C18:2 n-6c	1426,47 ± 1166,91	1081,87 ± 344,62	791,58 ± 332,83	1433,62 ± 295,06
C18:3 n-6	116,79 ± 16,34	128,68 ± 15,75	39,98 ± 34,82	92,58 ± 27,29
C18:3 n-3	616,09 ± 313,21	512,01 ± 339,62	488,14 ± 197,41	120,97 ± 74,93
C18:4 n-3	4,40 ± 10,79	20,02 ± 31,35	17,18 ± 29,01	46,75 ± 14,15
C20:0	112,64 ± 16,85	99,34 ± 24,90	133,60 ± 47,30	82,00 ± 48,31
C20:1 n-9	95,01 ± 50,18	50,14 ± 25,60	75,72 ± 54,70	79,03 ± 38,23
C20:2	5,88 ± 14,41	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
C20:3 n-6	5,01 ± 12,27	2,98 ± 7,30	7,58 ± 13,68	5,05 ± 7,83
C20:4 n-6	54,87 ± 40,24	22,77 ± 18,87	46,38 ± 41,77	64,50 ± 11,79
C20:3 n-3	12,61 ± 30,88	13,24 ± 32,43	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
C20:4 n-3	13,59 ± 21,14	21,87 ± 35,32	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
C20:5 n-3	12,03 ± 29,46	0,00 ± 0,00	21,04 ± 13,95	0,00 ± 0,00
C22:0	24,98 ± 21,25	19,53 ± 22,88	38,40 ± 14,02	27,05 ± 46,65
C22:1 n-11	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
C22:1 n-9	58,20 ± 43,40	0,00 ± 0,00	25,92 ± 27,94	31,71 ± 52,46
C22:4 n-6	8,18 ± 20,04	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	15,39 ± 13,42
C22:5 n-6	0,00 ± 0,00	30,02 ± 24,78	16,23 ± 14,93	8,84 ± 14,01
C22:5 n-3	71,99 ± 16,60	70,27 ± 56,97	74,90 ± 28,95	2,19 ± 5,38
C22:6 n-3	4,68 ± 11,47	12,53 ± 19,41	6,47 ± 14,47	0,00 ± 0,00
C24:0	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
C24:1	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
AGS	28660,81 ± 6429,89	27518,65 ± 3063,98	25525,39 ± 6088,40	24152,92 ± 3604,61
AGM	17513,38 ± 5835,75	20099,75 ± 3907,87	16517,07 ± 1810,26	20455,85 ± 3237,40
AGPI	2433,98 ± 1645,43	1974,98 ± 306,22	2185,81 ± 998,99	2087,26 ± 371,43
n-6	1692,71 ± 1249,45	1325,04 ± 316,87	1578,08 ± 785,32	1917,34 ± 305,91
n-3	735,39 ± 418,50	649,94 ± 412,69	607,73 ± 234,71	169,92 ± 69,25
n6/n3	2,35 ± 1,02	4,55 ± 5,09	2,54 ± 0,72	12,02 ± 2,38
LA/ALA	2,33 ±	6,33 ±	1,63 ±	13,47 ±

Tableau : Acides gras des régimes en % d'AG.

	A	SA	H	C
Lipides totaux	3,28 ± 0,22	3,11 ± 0,37	3,32 ± 0,10	4,73 ± 0,32
C10:0	0,20 ± 0,01	0,27 ± 0,02	0,07 ± 0,00	0,00 ± 0,00
C12:0	0,64 ± 0,02	0,34 ± 0,02	0,19 ± 0,01	0,03 ± 0,00
C14:0	1,86 ± 0,16	2,05 ± 0,01	0,83 ± 0,01	0,20 ± 0,04
C14:1	0,12 ± 0,12	0,14 ± 0,12	0,10 ± 0,09	0,14 ± 0,12
C15:0	0,26 ± 0,02	0,26 ± 0,05	0,19 ± 0,01	0,06 ± 0,00
C16:0	20,21 ± 1,07	16,47 ± 0,27	19,11 ± 0,10	13,16 ± 0,06
C16:1 n-9	0,05 ± 0,08	0,10 ± 0,08	0,03 ± 0,05	0,07 ± 0,00
C16:1 n-7	0,48 ± 0,17	0,59 ± 0,03	0,34 ± 0,02	0,20 ± 0,05
C18:0	4,69 ± 1,06	3,79 ± 0,25	3,62 ± 0,07	2,50 ± 0,10
C18:1 n-9t	0,06 ± 0,10	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
C18:1 n-9c	8,86 ± 2,82	19,81 ± 0,81	14,63 ± 0,13	26,34 ± 0,55
C18:1 n-7	0,72 ± 0,08	0,68 ± 0,03	1,03 ± 0,02	0,83 ± 0,01
C18:2 n-6t	0,19 ± 0,02	0,07 ± 0,06	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
C18:2 n-6c	18,42 ± 0,29	13,28 ± 0,40	37,11 ± 0,29	50,99 ± 0,34
C18:3 n-6	0,19 ± 0,00	0,64 ± 0,04	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
C18:3 n-3	35,17 ± 2,41	30,25 ± 0,73	15,67 ± 0,16	2,19 ± 0,02
C18:4 n-3	0,22 ± 0,03	1,15 ± 0,05	0,05 ± 0,05	0,00 ± 0,00
C20:0	1,94 ± 0,23	1,94 ± 0,15	1,53 ± 0,02	0,44 ± 0,01
C20:1 n-9	0,65 ± 0,38	1,97 ± 0,11	0,92 ± 0,37	0,57 ± 0,05
C20:2	0,00 ± 0,00	0,06 ± 0,10	0,21 ± 0,03	0,03 ± 0,03
C20:3 n-6	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
C20:4 n-6	0,78 ± 0,71	0,00 ± 0,00	0,42 ± 0,39	0,20 ± 0,35
C20:3 n-3	0,14 ± 0,04	0,04 ± 0,04	0,23 ± 0,15	0,37 ± 0,49
C20:4 n-3	0,19 ± 0,03	0,10 ± 0,01	0,18 ± 0,02	0,29 ± 0,26
C20:5 n-3	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,08 ± 0,08	0,19 ± 0,17
C22:0	1,71 ± 0,03	1,42 ± 0,16	1,15 ± 0,06	0,30 ± 0,04
C22:1 n-11	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
C22:1 n-9	0,22 ± 0,37	2,16 ± 0,08	1,29 ± 0,14	0,09 ± 0,01
C22:4 n-6	0,34 ± 0,03	0,23 ± 0,02	0,17 ± 0,01	0,01 ± 0,01
C22:5 n-6	0,29 ± 0,50	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,24 ± 0,23
C22:5 n-3	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
C22:6 n-3	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,25 ± 0,10
C24:0	1,39 ± 0,04	1,22 ± 0,08	0,83 ± 0,04	0,30 ± 0,02
C24:1	0,00 ± 0,00	0,97 ± 0,07	0,02 ± 0,03	0,00 ± 0,00
AGS	32,91 ± 0,43	27,76 ± 0,31	27,52 ± 0,08	17,00 ± 0,02
AGM	11,16 ± 3,06	26,42 ± 0,85	18,37 ± 0,49	28,25 ± 0,51
AGPI	55,93 ± 3,46	45,82 ± 0,56	54,12 ± 0,53	54,75 ± 0,52
n-6	20,21 ± 1,22	14,21 ± 0,35	37,71 ± 0,34	51,44 ± 0,52
n-3	35,72 ± 2,49	31,55 ± 0,67	16,21 ± 0,35	3,29 ± 0,77
n6/n3	0,57 ± 0,03	0,45 ± 0,02	2,33 ± 0,05	16,23 ± 3,69

Tableau : Acides Gras des régimes en MG/100g.

	A	SA	H	C
Lipides totaux	3,28 ± 0,22	3,11 ± 0,37	3,32 ± 0,10	4,73 ± 0,32
C10:0	1,36 ± 0,08	2,92 ± 0,52	0,99 ± 0,03	0,00 ± 0,00
C12:0	4,31 ± 0,45	3,63 ± 0,57	2,54 ± 0,04	0,86 ± 0,15
C14:0	12,50 ± 2,30	21,84 ± 2,18	11,34 ± 0,24	6,13 ± 1,59
C14:1	0,88 ± 0,86	1,59 ± 1,39	1,37 ± 1,13	4,16 ± 3,66
C15:0	1,77 ± 0,27	2,75 ± 0,58	2,64 ± 0,11	1,89 ± 0,37
C16:0	134,91 ± 8,64	175,37 ± 17,97	260,37 ± 6,87	399,99 ± 51,61
C16:1 n-9	0,34 ± 0,58	0,98 ± 0,85	0,39 ± 0,67	2,22 ± 0,34
C16:1 n-7	3,13 ± 0,94	6,23 ± 0,72	4,66 ± 0,32	6,22 ± 1,70
C18:0	31,80 ± 10,33	40,28 ± 3,10	49,30 ± 0,79	76,21 ± 12,45
C18:1 n-9t	0,44 ± 0,77	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
C18:1 n-9c	60,45 ± 25,28	210,30 ± 11,82	199,43 ± 5,85	802,29 ± 123,21
C18:1 n-7	4,85 ± 1,01	7,21 ± 0,42	14,01 ± 0,61	25,36 ± 3,51
C18:2 n-6t	1,27 ± 0,05	0,70 ± 0,60	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
C18:2 n-6c	123,30 ± 11,80	141,45 ± 16,33	505,74 ± 13,18	1551,01 ± 216,59
C18:3 n-6	1,26 ± 0,14	6,75 ± 0,30	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
C18:3 n-3	234,82 ± 18,42	322,33 ± 36,76	213,57 ± 6,33	66,64 ± 9,04
C18:4 n-3	1,47 ± 0,13	12,20 ± 0,95	0,69 ± 0,64	0,00 ± 0,00
C20:0	13,08 ± 2,88	20,69 ± 3,13	20,85 ± 0,29	13,52 ± 2,05
C20:1 n-9	4,38 ± 2,59	20,99 ± 2,08	12,55 ± 4,93	17,28 ± 0,79
C20:2	0,00 ± 0,00	0,56 ± 0,97	2,81 ± 0,42	0,89 ± 0,77
C20:3 n-6	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
C20:4 n-6	4,92 ± 4,40	0,00 ± 0,00	5,69 ± 5,24	6,11 ± 10,58
C20:3 n-3	0,94 ± 0,17	0,46 ± 0,41	3,12 ± 2,08	10,24 ± 12,59
C20:4 n-3	1,28 ± 0,11	1,10 ± 0,12	2,44 ± 0,20	8,09 ± 6,33
C20:5 n-3	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	1,07 ± 1,09	5,42 ± 4,94
C22:0	11,47 ± 1,33	15,18 ± 3,04	15,71 ± 0,55	9,02 ± 0,13
C22:1 n-11	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
C22:1 n-9	1,31 ± 2,26	22,94 ± 2,16	17,61 ± 1,93	2,63 ± 0,47
C22:4 n-6	2,29 ± 0,37	2,46 ± 0,41	2,36 ± 0,15	0,23 ± 0,40
C22:5 n-6	1,74 ± 3,02	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	7,19 ± 6,81
C22:5 n-3	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
C22:6 n-3	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	7,48 ± 2,98
C24:0	9,33 ± 0,91	13,01 ± 1,88	11,25 ± 0,36	9,06 ± 1,57
C24:1	0,00 ± 0,00	10,37 ± 1,41	0,27 ± 0,46	0,00 ± 0,00
AGS	220,53 ± 24,94	295,66 ± 30,84	374,98 ± 7,01	516,68 ± 68,93
AGM	75,78 ± 27,92	280,60 ± 18,55	250,29 ± 9,16	860,16 ± 129,64
AGPI	373,29 ± 23,06	488,00 ± 52,31	737,49 ± 17,01	1663,30 ± 206,66
n-6	134,78 ± 5,44	151,35 ± 16,43	513,78 ± 8,23	1564,54 ± 215,94
n-3	238,50 ± 18,33	336,09 ± 37,41	220,90 ± 8,41	97,87 ± 10,05
n6/n3	0,57 ± 0,03	0,45 ± 0,02	2,33 ± 0,05	16,23 ± 3,69

Annexe 2

Tableau : Viande Crue (n=6)

	A	SA	H	C
T0 MDA	9,92 ± 1,12	9,48 ± 2,32	4,99 ± 1,36	8,60 ± 1,56
T 60 MDA	26,08 ± 11,22	37,10 ± 6,56	13,80 ± 7,64	30,18 ± 4,45
T 120 MDA	44,09 ± 17,24	41,94 ± 5,19	15,83 ± 6,13	32,10 ± 4,99
T 200 MDA	50,20 ± 15,63	46,46 ± 6,04	17,78 ± 6,35	34,10 ± 7,11
T 300 MDA	39,88 ± 10,73	48,23 ± 2,97	19,16 ± 6,06	29,55 ± 4,26

Tableau : Viande Cuite (n=6)

	A	SA	H	C
T0 MDA	19,53 ± 2,80	13,67 ± 3,00	10,96 ± 3,52	25,71 ± 6,44
T 60 MDA	50,28 ± 13,68	39,74 ± 12,03	19,88 ± 11,89	57,07 ± 20,19
T 120 MDA	63,48 ± 11,35	51,84 ± 15,12	26,70 ± 14,86	68,18 ± 17,91
T 200 MDA	64,30 ± 20,58	62,23 ± 14,89	76,40 ± 16,05	34,17 ± 14,41
T 300 MDA	72,87 ± 11,38	68,22 ± 15,74	39,45 ± 14,60	74,81 ± 10,69

Tableau : Le Gras (n=6).

	A	SA	H	C
T0 MDA	4,77 ± 2,58	3,09 ± 0,60	6,86 ± 5,21	3,65 ± 2,24
T 60 MDA	9,70 ± 6,47	16,08 ± 1,60	9,06 ± 10,80	7,00 ± 2,94
T 120 MDA	27,09 ± 11,10	16,64 ± 1,82	15,53 ± 21,98	8,69 ± 2,40
T 200 MDA	25,92 ± 8,37	17,28 ± 1,98	11,36 ± 6,84	7,04 ± 2,59
T 300 MDA	22,20 ± 17,11	18,63 ± 3,07	7,92 ± 4,96	7,91 ± 1,31

Annexe 3

Préparation de la gamme étalon et des échantillons pour le dosage du cholestérol

1- Gamme étalon

La gamme étalon se fait en double à partir d'une solution de 1 mg/ ml de cholestérol. Une quantité de 15 mg de cholestérol est nécessaire pour réaliser une gamme (15 mg de cholestérol qsp 15 ml de chloroforme).

Concentration (mg/ml)	0	0,1	0,15	0,2	0,25	0,5
Solution mère de cholestérol à 1 mg/ml (ml)	0	0,5	0,75	1	1,25	2,5
Chloroforme (ml)	5	4,5	4,25	4	3,75	2,5

Bien homogénéiser rapidement, puis ajouter dans chaque tube :

Anhydride acétique (ml)	4	4	4	4	4	4
Acide sulfurique (µl)	80	80	80	80	80	80

-Fermer les tubes, vortexer puis les couvrir de papier aluminium et laisser ainsi à l'obscurité pendant 30 minutes.

2- Préparation des échantillons

Une masse précise (mg) d'extraits lipidiques est pesée. Cette quantité est déterminée selon la concentration théorique de l'échantillon en cholestérol. La pesée se fait également en double : muscle : 50 mg ; foie : 30 mg. La masse est calculée de façon à ce que les résultats rentrent dans la gamme étalon. Ensuite, ajouter dans chaque tube :

Numéro du tube essai	1	2	3	Etc...
Chloroforme (ml)	5	5	5	5
Anhydride acétique (ml)	4	4	4	4
Acide sulfurique (µl)	80	80	80	80

Les tubes ensuite subissent le même traitement que la gamme étalon.

La lecture se fait donc à 680 nm après les 30 minutes passées dans l'obscurité pour laisser la coloration se développer.

Tableau : Densité optique (DO).

Valeur (mg/ml)	DO	DO Réelle	Moy DO Réelle	ET	CV
0	0,006	0	0	0,03252691	
0	0,052	0			
0,01	0,082	0,053	0,088	0,0495	56,25
0,01	0,152	0,123			
0,05	0,206	0,177	0,1765	0,0007	0,40
0,05	0,205	0,176			
0,1	0,359	0,33	0,333	0,0042	1,27
0,1	0,365	0,336			
0,15	0,548	0,519	0,51	0,0127	2,50
0,15	0,53	0,501			
0,2	0,589	0,56	0,614	0,0764	12,44
0,2	0,697	0,668			
0,25	0,85	0,821	0,809	0,0170	2,10
0,25	0,826	0,797			
0,5	1,586	1,557	1,582	0,0354	2,23
0,5	1,636	1,607			

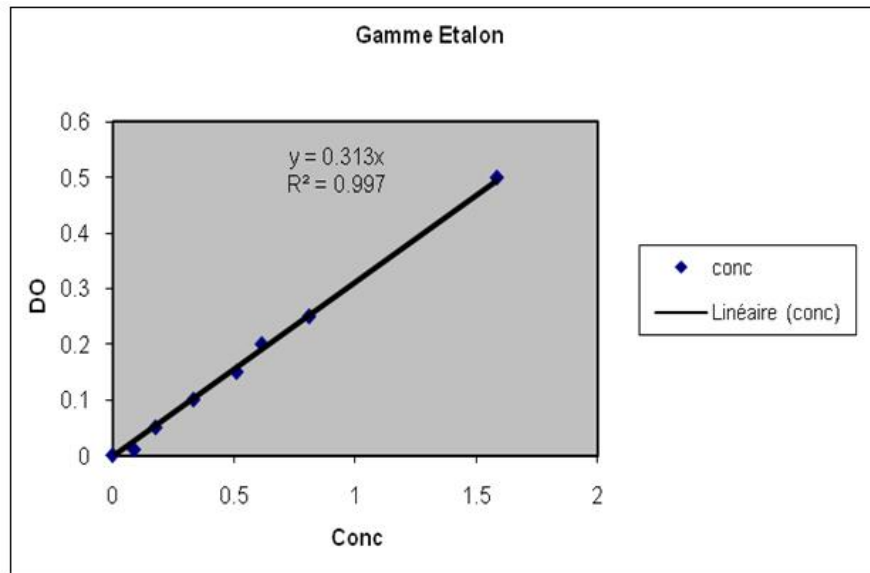


Figure : Courbe étalon du cholestérol,

Annexe 4

Longissimus dorsi cru non paré :

	A	SA	H	C	P
II	1,20	1,17	1,16	1,16	P<0,05
IA	3,27	3,28	2,85	3,11	NS
P/S	0,09	0,09	0,07	0,08	NS

II : indice d'insaturation , **IA** :indice athérogène ,**P/S** :AGPI/AGS

$II = \sum \% \text{ de chaque AG insaturé} * \text{nombre de double liaison} / \sum \% (\text{AGMI} + \text{AGPI})$ Selon Girard et al (1988), $IA = 4(\%C_{14+} \%C_{16}) / \sum \% (\text{AGMI} + \text{AGPI})$ selon Ulbricht et Southgate 1991

$P/S = \sum \% \text{ AGPI} / \sum \% \text{ AGS}$.

Longissimus dorsi cru paré :

	A	SA	H	C	P
II	1,15	1,22	1,35	1,09	P<0,05
IA	2,91	2,26	2,57	2,12	NS
P/S	0,09	0,15	0,16	0,10	P<0,05

II : indice d'insaturation, **IA** : indice athérogène , **P/S** :AGPI/AGS

$II = \sum \% \text{ de chaque AG insaturé} * \text{nombre de double liaison} / \sum \% (\text{AGMI} + \text{AGPI})$ Selon Girard et al (1988), $IA = 4(\%C_{14+} \%C_{16}) / \sum \% (\text{AGMI} + \text{AGPI})$ selon Ulbricht et Southgate 1991.

$P/S = \sum \% \text{ AGPI} / \sum \% \text{ AGS}$.

Longissimus dorsi cuit :

	A	SA	H	C	P
II	1,21	1,19	1,24	1,12	P<0,05
IA	2,96	2,28	2,76	2	NS
P/S	0,11	0,12	0,11	0,12	NS

II : indice d'insaturation , **IA** :indice athérogène ,**P/S** :AGPI/AGS

$II = \sum \% \text{ de chaque AG insaturé} * \text{nombre de double liaison} / \sum \% (\text{AGMI} + \text{AGPI})$ Selon Girard et al (1988), $IA = 4(\%C_{14+} \%C_{16}) / \sum \% (\text{AGMI} + \text{AGPI})$ selon Ulbricht et Southgate 1991.

$P/S = \sum \% \text{ AGPI} / \sum \% \text{ AGS}$.

Tissu adipeux sous cutané (gras) :

	A	SA	H	C	P
II	1,16	1,13	1,09	1,08	P<0,05
IA	3,71	2,62	3,04	2,02	NS
P/S	0,07	0,09	0,08	0,08	NS

II : indice d'insaturation , **IA** :indice athérogène ,**P/S** :AGPI/AGS

$II = \sum \% \text{ de chaque AG insaturé} * \text{nombre de double liaison} / \sum \% (\text{AGMI} + \text{AGPI})$ Selon Girard et al (1988) , $IA = 4(\%C_{14+} \%C_{16}) / \sum \% (\text{AGMI} + \text{AGPI})$ selon Ulbricht et Southgate 1991.

$P/S = \sum \% \text{ AGPI} / \sum \% \text{ AGS}$.

Annexe 5

Tableau : Composition des régimes.

N°	Description	MS	MM	MO	MAT	CBW	ADF	ADL	SMS	SMO
1	Aride	82,01	5,03	94,97	10,02	39,97	25,34	8,84	/	/
2	Semi aride	80,44	4,00	96,00	13,33	41,16	25,51	5,27	/	/
3	Humide	74,13	7,33	92,67	15,95	38,11	23,77	7,84	/	/
4	Concentré	82,22	2,00	98,00	11,03	16,10	4,75	1,05	/	/

Tableau : Valeurs azotées.

N°	Description	PDIA	MOF	PDIMN	PDIME	PDIN	PDIE	MAD
1	Aride	31	472	32	44	63	75	55
2	Semi aride	41	533	43	50	84	91	85
3	Humide	50	595	51	55	101	105	110
4	Concentré	34	599	35	56	70	90	63

Tableau : Valeurs énergétiques.

N°	Description	EB(MS)	dMO	MOD g/kg	dE	ED kcal/kgMF	EM/ED	EM kcal/kgMF	q=EM/EB	kl	kmf	UFL	UFV
1	Aride	4520,25	55,54	527,44	51,76	2339,63	0,81	1885,44	0,42	0,56	0,50	0,62	0,52
2	Semi aride	4621,97	62,64	601,33	59,25	2738,53	0,80	2186,87	0,47	0,58	0,54	0,74	0,65
3	Humide	4512,38	72,75	674,17	69,92	3154,94	0,79	2504,30	0,55	0,60	0,59	0,88	0,81
4	Concentré	4675,83	67,17	658,29	64,03	2994,13	0,83	2484,82	0,53	0,59	0,58	0,86	0,79

Source : Jarrige et al., (1988) ; Guérin et al., (1989).

Annexe 6

Tableau : Valeurs des densités optiques d'acide gallique phénols totaux SM=0,01%.

concen %	R1	R2	R3	Moyenne	Ecartypes
0	0	0	0	0	0
0,003	0,326	0,221	0,183	0,24333333	0,06625003
0,004	0,283	0,3	0,307	0,29666667	0,01103932
0,005	0,422	0,393	0,401	0,40533333	0,01339652
0,006	0,475	0,525	0,301	0,43366667	0,1051678

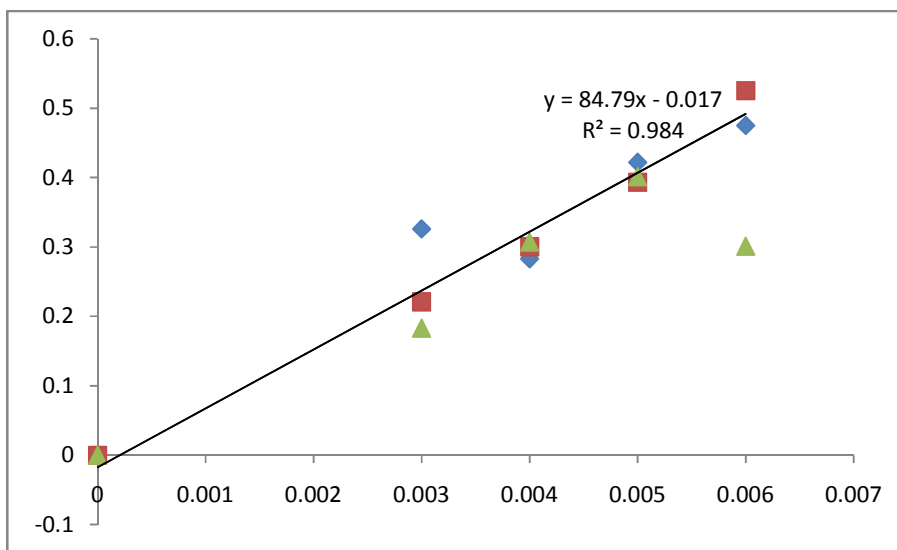


Figure : Courbe étalon d'acide gallique.

Annexe 7

Tableau : Valeurs des densités optiques de quercitine flavonoïdes.

conc %	R1	R2	R3	Moyenne	Ecartypes
0	0	0	0	0	0
0,0002	0,132	0,124	0,128	0,128	0,00357771
0,0004	0,214	0,218	0,202	0,21133333	0,00744759
0,0006	0,352	0,342	0,349	0,34766667	0,00458984
0,0008	0,413	0,41	0,411	0,41133333	0,00136626

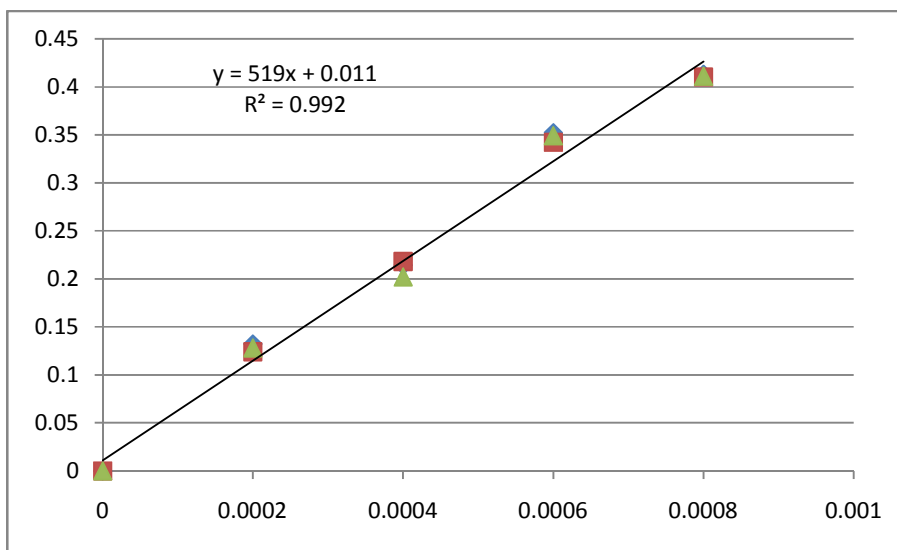


Figure : Courbe d'étalon de quercitine flavonoïdes.

Annexe 8

Tableau : Valeurs des fibres Vansoest (1991).

Echantillon	N° sac	poids sac	pds Ech (g)	NDF 103°C	ADF 103°C	ADL 103°C	n° creusé	pds 550°C	poids creusé	% NDF	% ADF	% ADL
Concentré	1,00	0,51	0,82	0,64	0,55	0,52	86,00	29,70	29,70	15,98	4,64	1,06
Concentré	2,00	0,51	0,78	0,64	0,55	0,52	9,00	24,08	24,07	16,00	4,66	0,99
Concentré	3,00	0,51	0,76	0,63	0,54	0,51	33,00	37,22	37,22	16,34	4,84	1,11
Humide	4,00	0,51	0,79	0,83	0,71	0,58	41,00	33,46	33,45	38,95	24,07	7,76
Humide	5,00	0,52	0,82	0,84	0,71	0,59	75,00	32,30	32,29	38,78	23,60	8,59
Humide	6,00	0,52	0,81	0,82	0,71	0,58	4,00	34,32	34,32	37,28	23,64	7,17
Semi Aride	7,00	0,51	0,80	0,85	0,72	0,56	30,00	25,19	25,18	41,39	25,63	5,23
Semi Aride	8,00	0,53	0,81	0,87	0,74	0,57	79,00	30,74	30,73	40,92	24,79	5,16
Semi Aride	9,00	0,52	0,81	0,86	0,74	0,57	5,00	27,49	27,48	41,15	26,12	5,44
Aride	10,00	0,51	0,79	0,84	0,73	0,59	60,00	32,12	32,11	40,03	25,65	8,89
Aride	11,00	0,52	0,80	0,85	0,73	0,57	8,00	30,16	30,15	39,67	25,41	5,66
Aride	12,00	0,51	0,80	0,84	0,72	0,59	73,00	27,14	27,12	40,21	24,97	8,78

Contents lists available at [Sjournals](http://Sjournals.com)



Journal homepage: www.Sjournals.com



Original article

Effects of grass and concentrate feed on growth performances of rumbi lamb and meat fat composition

M. Elaffifi^{a,*}, K. Boudroua^b, J. Mourot^c

^aLaboratory of food technology and nutrition Mostaganem University, Algeria.

^bLaboratory of food technology and nutrition Mostaganem University, Algeria.

^cINRA, UMR 1348 PEGASE 35590 Saint-Gilles, France.

*Corresponding author; Laboratory of food technology and nutrition Mostaganem University, Algeria.

ARTICLE INFO

Article history,

Received 16 July 2014

Accepted 28 August 2014

Available online 26 September 2014

Keywords,

Lamb meat

Performance

Fatty acids

Grazing

Diets

ABSTRACT

This study aims to evaluate and compare the effect of grass and standard feed on lamb zoo technical parameters and meat fatty acid (FA) composition. 36 lambs of Rumbi breed were used in this trial, of which 24 lambs were organized in 2 groups (n=12) grazing on pasture at Semi-Arid (SA) and Wet (W) areas in west of Algeria during 100days. The third group was bred indoors by Concentrate feed (C). At the end of the experiment, lambs from group C were heavier (48.04 vs 28.13 and 24.23kg pre-slaughter). After slaughter, carcasses from SA and W groups were leaner (14.38 and 11.63 vs 23.93kg after cooling). Samples of longissimus dorsi (LD) were removed and analyzed. The results showed much fat in meat from group C (16.44 vs 6.87 and 5.89%)(P<0.001). The percentages of polyunsaturated fatty acids (PUFA) in meat from grazing lamb were higher (7.01 and 8.71 vs 5.05%)(P<0.05). All PUFA n-3 in meat from pasture have promoted significant amounts (2.07 and 2.67 vs 0.41%)(P<0.001), most importantly in terms of C18:3n-3 (ALA) (1.16 and 1.42 vs 0.2%)(P<0.001) while there was no significance for C18:2 n-6 (LA) (3.40 and 3.94 vs 3.40%). However the LA/ALA and n-6/n-3 ratios were much desirable for health in grazing lamb meat respectively (4.01 and 2.90 vs 14.31)(P<0.001), (2.86 and 2.25 vs 12.08)(P<0.001). Based on these results and from a fattening perspective, grazing is declared to be a husbandry system economically sustainable. It

needs a promotion to seek new opportunities for the production of the main organic food such as light lamb.

© 2014 Sjournals. All rights reserved.

1. Introduction

Red meat especially ovine products hold an important part in the Mediterranean diet. In Algeria, lamb meat is a main product 172000t (MADR, 2010). The quality of Rumbi lamb meat from pastures is poorly documented and the results are partial. The energy provided by grass between 1092-1456kcal/kg of DM makes the spontaneous forage and perennial weeds such as *Atriplex halimus*, *Lygeum spartum* and *Herba* a good alternative of the standard feed (Nefzaoui and Chermiti, 1991). Good adaptation to difficult conditions based primarily on its rusticity makes Rumbi breed able to take advantage of poor vegetations particularly in wetlands, semi-arid and arid areas. Among the large range of lamb types locally produced, previous studies declare that the Rumbi breed grazing outdoors yields light lambs and gives some specific characteristics to meat, whereas the intensive system provides fatty lambs (Saad, 2002).

It should be highlighted that red meat from small ruminants is rich in saturated fatty acids (SFA) because of the biohydrogenation process, however, diet and production system can change that fact. Wood et al. (2008) and Prache et al. (2011) reported that the nutritional quality of meat is influenced by its lipid component, of which healthcare FA concentrations increase by the copious consumption of herb as explained by (Bauchart et al. 2012). Furthermore, Nürnberg et al. (1998) have noted that the C18:3 n-3 amount from grass was 2.4 times higher than conventional feed, thus increasing the amount of PUFAs and their counterparts (EPA eicosapentaenoic acid, DHA docosahexaenoic acid, DPA docosapentaenoic acid) in meat especially during spring months (Maene et al. 2002). Moreover, the grass content of C18:3n-3 varies according to its vegetative stage; it increases in young shoots of spring but it would be greatly reduced during the wilting of the grass feed used as hay (Morand-Fehr and Tran, 2001).

Considering the consumers' interest in organic food products, a durable management system for rural space and animal resources is strongly recommended. This strategy can enhance livestock products (Collomb et al. 2004, Rymer et al. 2005 and Chilliard et al. 2007). To emphasize this idea, we carried a quantitative and qualitative experiment on animal performances, carcasses and meat fat profile from the two diets.

2. Materials and methods

2.1. Animals and diets

Animals of the study were from Rumbi (*Ovis aries*), which is an important local breed, resulting from crossing the muffled rams of "Djebel Amour" and "Ouled Djellal" sheep. Its apportionment is from Chott Chergui west Algeria to Wadi Taouil east. Thirty six male lambs aged of three months, with an average weight of (12.25 ± 2kg) were divided into three groups (n=12). Two groups were put out to pasture from the end of February to June 2011 in semi-arid SA and wet W areas respectively Oued Sefioune (latitude 35° 11' 38"N and longitude 0° 38' 29"W (650m) and Borgia coast line (latitude: 35° 50'N and longitude 0° 5'.3 E). These lambs were allowed to graze freely both young and leafy spring grass until haymaking season. The grazing system is the rotational warm bold, where the animals have frequently a young grass. The sampling plan for diets consists of taking 1 to 2kg of crude grass randomly through all the territories grazed by several handles. The third group (n=12) was housed indoors near Mostaganem city (latitude 35°56'0" N and Longitude 0° 5' 0" E), and was given a standard concentrate feed composed of(60% corn, 22% soybean meal, 17% brain and 1% minerals) without access to pasture. The concentrate diet was distributed ad libitum with forage after an adaptation period. At the test beginning, animals were not allotted. These animals belonging to herds in extensive and intensive areas of experimentation accompanied their mothers before and after weaning. The water was always available for all animals raised in intensive mainly.

2.2. Slaughter and sampling

At the end of the experiment which lasted 100 days, The grazing lambs (SA, W) and lambs fed on concentrate were slaughtered at the age of 180 days (\pm 10 days) with weight of 28.13kg, 24.23kg and 48.04kg respectively. They were processed and eviscerated in a local commercial slaughterhouse. The samples were removed from each carcass and were transported in icebox to laboratory of Food Technology and Nutrition of Mostaganem University. The dissected muscles of Longissimus dorsi were trimmed, minced in a meat grinder, packed in aluminum and stored at (-20°C) for further analysis of total lipid (TL) and FA (FA) composition.

2.3. Measurement and analysis

The lambs were weighed every week during the trial. The body weight gains were calculated weekly. The animals were slaughtered when their fatness was considered satisfactory. After chilling for 24h at 4°C, cold carcass weight was evaluated. The measurements were operated also for the appreciation of fat percentage of fresh weight and thickness of cover fat using a caliper. The diets samples were analyzed for energy value, nitrogen value (Jarrige, 1988 and Guerin et al. 1989) and chemical composition including dry mater (DM) and crude ash (CA) using respectively the drying oven at 103°C for 24h and aching at 550°C for 4h (AOAC, 1990). The crude protein (CP) was determined according to the Dumas method (2002). The neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) and acid detergent lignin (ADL) were measured using the Van Soest method (1991). TL of each sample (diet or meat) were extracted by chloroform-methanol (2:1) according the Folch et al. (1957) method. Lipid FA were freed by saponification (NaOH), and then methylated by methanol-BF₃ (Morrison and Smith, 1964). The methyl esters of FA were separated and quantified by gas chromatograph (Perkin -Elmer Auto System XL) equipped with flame ionization detector and a capillary column (30m x 0.25 mm internal diameter). The operating conditions of the gas chromatograph were as follows: temperature injector and detector of 220 and 280°C respectively. The oven temperature was programmed 45 - 240°C, with 20 - 35°C.min⁻¹. Aliquots of 1 μ l were injected with bicyanopropyl phenyl silicone as a stationary phase. Hydrogen was used as a conductor gas. FA peaks were identified by comparison with retention times of FA methyl standards. Quantification was made by an internal standard (C17:0). Finally, to assess the nutritional properties, the n-6/n-3 and LA/ALA were calculated.

2.4. Statistical analysis

Data was analyzed using statistical analysis system (SAS) software (GLM) procedure, (SAS Institute, 1989) and expressed as means and standard deviations (SD). Parametric values were compared with one way analysis of variance (ANOVA) and Bonferroni's tests. The level (P<0.05) was considered as the cut-off for significance.

3. Results

3.1. Diets composition

The diets vary chemical composition and have different nitrogen and energy values which are presented in (Table 1) and (Table 2). In average, there was a slight difference in CP. The NDF, ADF and ADL were greatly higher for SA and W than C diet. Furthermore, the TL content in group C was higher than (SA, W) groups. Concerning FA, grass contained much SFA but less monounsaturated FA (MUFA) than standard feed especially in W diet. The dietary FA contents of palmitic, stearic and alpha linolenic acids in grass were larger compared to concentrate feed respectively. The oleic and linoleic acids were clearly higher in concentrate than grass SA and W respectively.

3.2. Growth performances and carcass parameters

Growth performances and carcass parameters are assembled in (Table 3). The pre-slaughter bodyweights of animals from concentrate diet were widely higher than animals from pasture. The calculated daily weight gain showed significant differences in growth performances between the two types of production. After cooling, the carcasses from pastures have presented weights approximately twice lower compared to those of animals fed the concentrate. The thickness measurements of subcutaneous adipose tissue and fat quantities expressed in percentages of carcass fresh weight showed differences of fattening states between the three groups in favor of the concentrate.

Table 1

Chemical composition and dietary fatty acid (in % of identified FA).

	SA	W	C
Dry mater (% of fresh tissue)	80.44	74.13	82.22
Crude ash (% of fresh tissue)	4.00	7.33	2.00
Crude fat (%)	3.23	3.32	4.73
Crude protein (%)	12.33	15.22	11.05
NDF(%)	41.16	38.11	16.10
ADF(%)	25.51	23.77	4.75
ADL(%)	5.27	7.84	1.05
C14:0	2.05	0.83	0.20
C16:0	16.47	19.11	13.16
C18:0	3.79	3.62	2.50
C18:1 n-9c	19.81	14.63	26.34
C18:2 n-6c	13.28	37.11	50.99
C18:3 n-3	30.25	15.67	2.19
C18:3 n-6	0.64	0.00	0.00
SFA	27.76	27.52	17.00
MUFA	26.42	18.37	28.25
PUFA	45.82	54.12	54.75

Table 2

Energy and nitrogen values of diets.

	SA	W	C
GE (kcal/kg of DM)a	4622	4512	4676
OMD (kg of FM)b	63	73	67
DE (kcal/kg of FM)c	2739	3155	2994
ME (kcal/kg of FM)d	2187	2504	2485
UFV (per Kg of FM)e	0.65	0.81	0.79
UFL (per kg of FM)f	0.74	0.88	0.86
DN (g/kg of FM) g	85	110	63

aGE(gross energy), bOMD (organic matter digestibility), cDE(digestible energy), dME(metabolizable energy), eUFV(fodder unit meat), fUFL(fodder unit milk), gDN(digestible nitrogen), FM(fresh matter).

Table 3

Growth performances and carcass parameters.

	SA	W	C
Body weight at start (kg)	12.05±1.39	11.40±1.28	12.53±1.24
Weight at slaughter (kg)	28.13±2.18	24.23±2.74	48.04±2.98
Weight gain (kg.day ⁻¹)	0.16±0.02	0.13±0.02	0.36±0.02
Cold carcass weight (kg)	14.38±0.96	11.63±1.57	23.93±1.91
Cover fat thickness (mm)	2.12±0.5	1.02±0.1	9.85±1.12
Fat (% of fresch weight)	14.27±0.45	4.53±0.66	29.79±1.95
Carcass yield (%)	51.23±2.83	47.92±2.13	49.79±1.96

3.3. Meat fatty acids

The TL contents of meat from different pastures (SA, W) were lower than those from concentrate diet (Table 4). In comparison with concentrate group, meat from pasture displayed more SFA ($P<0.01$) and low contents of MUFA were observed ($P<0.001$) especially in W. However, the PUFA promoted much more substantial quantities in

meat from both SA and W groups at ($P<0.05$). The total n-3 FA was significantly higher ($P<0.001$) namely for ALA. No significance of total n-6 FA was seen mainly for LA.

Table 4

Total lipids and fatty acid composition of meat (in % of identified FA).

	SA	W	C	SD	Effect
TL	6.87b	5.89b	16.44a	5.83	***
C10:0	0.20	0.26	0.15	0.06	NS
C12:0	0.26ab	0.39a	0.11b	0.14	*
C14:0	3.90	4.63	2.94	0.85	NS
C16:0	25.76	25.37	24.67	0.56	NS
C16:1 n-9	0.42ab	0.51a	0.37b	0.07	**
C18:0	16.84b	21.49a	19.23ab	2.33	*
C18:1 n-9t	0.05	0.04	0.04	0.01	NS
C18:1 n-9c	41.06a	34.68b	42.79a	4.27	***
C18:1 n-7	1.70	0.77	1.70	0.54	NS
C18:2 n-6t	0.16b	0.16b	0.66a	0.29	***
C18:2 n-6c	3.40	3.94	3.40	0.31	NS
C18:3 n-3	1.16a	1.42a	0.26b	0.61	***
C20:0	0.11b	0.26a	0.12b	0.08	***
C20:2	0.12a	0.15a	0.00b	0.08	**
C20:3 n-6	0.11a	0.13a	0.02b	0.06	***
C20:4 n-6	0.83ab	1.37a	0.31b	0.53	**
C20:4 n-3	0.34a	0.50a	0.00b	0.26	**
C20:5 n-3(EPA)	0.02	0.05	0.01	0.02	NS
C22:4 n-6	0.11	0.17	0.07	0.05	NS
C22:5 n-3(DPA)	0.39a	0.56a	0.04b	0.27	***
C22:6 n-3(DHA)	0.09a	0.10a	0.01b	0.05	*
SFA	47.74b	53.38a	48.00b	3.18	**
MUFA	45.26a	37.91b	46.95a	4.81	***
PUFA	7.01ab	8.71a	5.05b	1.83	*
n-6	4.82	5.89	4.64	0.68	NS
n-3	2.07a	2.67a	0.41b	1.17	***
LA/ALA	4.01b	2.90b	14.31a	6.29	***
n-6/n-3	2.86b	2.25b	12.08a	5.51	***

^{a,b} Means in the same line with different superscripts are significantly different.

NS = non-significant; * $P<0.05$, ** $P<0.01$, *** $P<0.001$.

4. Discussion

4.1. Diets composition

The different grass diets showed variations in TL and FA composition due to maturity and variety of botanical species and soil of origin (Gilliland et al. 2002) taking into account that under grazing conditions, animals might select differently even within individual roughage species. These dietary proportions varied in agreement with the findings of Diaz et al. (2002) and Luciano et al. (2009) contrary to Petron et al. (2006). The C18:3n-6 was present only in grass particularly in SA area as a biomarker. In addition, the C18:3n-3 (ALA) displayed obvious higher amounts in grass than concentrate alike with Aurousseau et al. (2004) (59.9 vs 3.6%).

4.2. Growth performances and carcass parameters

The evaluation of body weight at slaughter and carcass weight after cooling showed that lambs fed the concentrate diet were heavy compared to grazing lambs SA and W respectively, and their daily growth rate was twice higher. These parameters agree with previous studies, due to the abundance of energy in concentrate diet,

and low loss of thermogenesis and limited movement, according to Petron et al. (2006). The positive effect could appear with old grass (Eugene et al. 2010).

4.3. Meat fatty acids

The significantly low amounts of fat in meats from grass were due to the low energy values related to the poor vegetation (Harper and Pethick, 2004; Popova et al. 2006) (Table 2). Majdoub et al. (2001) describes much deposition in meat from concentrate feed following an availability of net higher energy from carbohydrates which simulates the *novo* lipogenesis (Scollan et al. 2005). The SFA results were similar to Velasco et al. (2001) and Aurousseau et al. (2004). The medium-chain FA were predominant in lamb meat from pasture because of their presence in maternal milk (Oreani et al. 2005). The palmitic acid (C16:0) presented no significance and was a subject to contradictory observations between Aurousseau et al. (2004) and Banskalieva et al. (2005). The stearic acid (C18:0) had a significant difference between the groups with a predominance in W area as found by Rowe et al. (1999). The oleic acid results were in agreement with Popova et al. (2006) and Chilliard et al. (2007), but in contrast with Gatellier et al. (2005) who did not detect differences between intensive and extensive reared animals. The quantities of PUFA were higher in meat from grazing lamb especially in W and SA areas respectively, similar to Ådnøy et al. (2005), even in different pastures like lowland mountains. The total n-3 FA was significantly higher ($P<0.001$), due to n-3 grass lipid as reported by different authors like McAfee et al. (2010). The ALA increased significantly ($P<0.001$) and so did its long chain PUFA counterparts C20:4 n-3 ($P<0.01$), C22:5 n-3 ($P<0.001$), C22:6 n-3 ($P<0.05$), because of escaping the hydrogenating rumen process (Wood et al. 2003). The observed differences between levels of these PUFA series approve with results from the literature concerning the effect of feeding grass or grain diets to ruminants on meat FA composition (Sanudo et al. 2000 and Piasentier, 2003). In the other hand, there was no significance of total n-6 FA mainly for LA even though the C20:3n-6 and C20:4n-6 have presented higher significant proportions in grazing lamb meat at ($P<0.001$) and ($P<0.01$) respectively. Also the increase of LA in meat from concentrate feed was due to the complete inhibition of C18:1 to C18:0 hydrogenation as reported by Jenkins (1992). Other authors showed that available carbohydrates reduce the stay of food in the rumen decreasing biohydrogenation of polyenic FA (Petrova et al. 1994; Sauvant and Bas, 2001). Further, increasing crude fiber in SA and W diets respectively was associated with the decrease of C18:2n-6 in meat from pasture (Bas and Mohrand-Fehr, 2000). The trans oleic acid (C18:1n-9t) did not display any significant differences but Moloney et al. (2001) found a high accumulation in rumen biohydrogenation binding to the patterns of CLA by the way of $\Delta 9$ desaturase (Raes et al. 2004). These contradictory findings were probably related to the FA metabolism, season or rearing system steers (Priolo et al. 2002). In conclusion, Dufey and Colomb (2008) said that the concentrations of FA are linear in terms of the amount of total fat, but their slope is different depending on diet. As a consequence, the significant decrease of LA/ALA and n-6/n-3 ratios in grass fed lambs was observed ($P<0.001$), meeting the nutritional recommendations of world health organization (2003).

5. Conclusion

These results provide a net and clear comparison between lamb growth performances of the two different breeding systems in favor of the intensive. It should be noticed that the herbage in both areas yielded less fat proportions in carcasses, however the meat fatty acid profile from pasture seemed better from a health perspective, probably due to some nutritional properties naming LA/ALA and n-6/n-3 indexes that might be used in promotion of local lamb breed and develop certain food resources previously unused or underused.

Acknowledgments

For good cooperation and helpful discussions, the laboratory PEGAS St Gilles France, is gratefully acknowledged. I am thankful for technical help of Gwennola Robin and Cecile Perrier.

References

- Ådnøy, T., Haug, A., Sørheim, O., Thomassen, M.S., Varszegi, Z., Eik, L.O., 2005. Grazing on mountain pastures – Does it affect meat quality in lambs?. *Livest. Prod. Sci.*, 94, 25–31.
- AOAC., 1990. Official methods of analysis association of official analytical chemists (15th ed). Virginia, Arlington.

- 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 phospholipids and their fatty acids in the *M. longissimus thoracis* of lambs. *Meat. Sci.*, 66(3), 531-541.
- Banskalieva, V., Marinova, P., Monen, G., Popova, T., Ignatova, M., 2005. Manipulating of the carcass and meat quality in lamb meat producing for the European market II. Fatty Acid Composition of Fat Depots of Lambs grown under two different production systems. *BULG J. AGRIC SCI.*, 11, 603-610.
- Bas, P., Morand-Fehr, P., 2000. Effect of nutritional factors on fatty acid composition of lamb fat deposits. *Livest. Prod. Sci.*, 64, 61-79.
- Bauchart, D., Oueslati, K., Thomas, A., Ballet, J., Prache, S., 2012. Un mode de conduite biologique et un niveau élève d'herbe améliorent la qualité nutritionnelle des acides gras de la viande chez l'agneau engraisé au pâturage. 14èmes JSMTV. 23-24.
- 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. *Eur. J. Lipid. Sci. Tech.*, 109, 828-855.
- Collomb, M., Sieber, R., Butikofer, U., 2004. CLA isomers in milk fat from cows fed diets with high levels of unsaturated fatty acids. *Lipids.*, 39, 355-364.
- Diaz, M.T., Velasco, S., Caneque, V., Lauzurica, S., Ruiz de Huidobro, F., Pérez, C., Gonzalez, J., Manzanares, C., 2002. Use of concentrate or pasture for fattening lambs and its effect on carcass and meat quality. *Small Rum. Res.*, 43, 257-268.
- Dufey, P.A., Colomb, M., 2008. Production de viande en montagne et composition en acides gras du muscle *longissimus dorsi* chez le bovin de la race d'Hérens. Perspectives de traçabilité. 12eme Journée Science du Muscle et Technologie des Viandes., 169-170.
- Dumas method, N.F., 2002. V 18-120.
- Eugene, M., Sauvart, D., Weisbecker, J.L., Archimede, H., 2010. Effects of defaunation on digestion of fresh *Digitaria decumbens* grass and growth of lambs. *Anim.*, 4(3),439-445.
- Folch, J., Lees, M., Stanley, G.H.S., 1957. A simple method for the isolation and purification of lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.*, 226, 497-509.
- Gatellier, P., Mercier, Y., Juin, H., Renerre, M., 2005. Effect of finishing mode (pasture- or mixed-diet) on lipid composition, colour stability and lipid oxidation in meat from Charolais cattle. *Meat. Sci.*, 79, 175-186.
- Gilliland, T.J., Barrett, P.D., Mann, R.L., Agnew, R.E, Fearon, A.M., 2002. Canopy morphology and nutritional quality traits as potential value indicators for *Lolium perenne* varieties. *J. Agric. Sci.*, 139, 257-273.
- Guerin, H., Richard, D., Lefevre, P., Friot, D., Mbaye, N., 1989. Prévision de la valeur nutritive des fourrages ingérés sur parcours naturels par les ruminants domestiques sahéliens et soudaniens. Actes du XVIème Congrès International des Herbages, Nice., France Vol 2 pp, 879-880.
- Harper, G.S., Pethick, D.W., 2004. How might marbling begin?. *Aust. J. Exp. Agr.*, 44, 653-662.
- Jarrige, R., 1988. Alimentation des bovins, ovins et caprins. Ed. INRA 471 pages.
- Jenkins, T.C., 1992. Lipid Metabolism in the rumen. *J. Dairy. Sci.*, 76, 3851-3863.
- Luciano, G., Monahan, F.J., Vasta, V., Pennisi, P., Bella, M., Priolo, A., 2009. Lipid and color stability of meat from lambs fed fresh herbage or concentrate. *Meat Sci.*, 82,193-199.
- Maene, D., Dehareng, F., Huneau, C., Davin., Deswysen, G., 2002. Influence du régime alimentaire sur le profil en acide lonoléique conjugué de la viande d'agneau. *Rencontres Recherches Rum.*, 9, 322.
- Majdoub, L., Vermorel, M., Ortigues-Marty, I., 2001. Net nutrient metabolism in hindlimb of growing lambs supplemented with propionate. In: Proceeding of the French-Polish symposium held in Paris France on the 25 and 26th of September. *Animal and Human Growth and development: Regulatory mechanisms; session 3, Regulation of muscle growth and lipid metabolism. C24*, p 51.
- McAfee, A.J., McSorley, E.M., Cuskelly, G.J., Moss, B.W., Wallace, J.M.W., Bonham, M.P., 2010. Red meat consumption: An overview of the risks and benefits. *Meat. Sci.*, 84,1-13.
- Ministry of agriculture and rural development., 2010. LIVEST PROD SCI. Retrieved from <http://www.minagri.dz/conférencedescadres>.
- Moloney, A.P., Mooney, M.T., Kerry, J.P., Troy, D.J., 2001. Producing tender and flavor some beef with enhanced nutritional characteristics. *P. NUTR. SOC.*, 60, 221-229.
- Morand-Fehr, P., Tran, G., 2001. La fraction lipidique des aliments et les corps gras utilisés en alimentation animale. *INRA Prod. Anim.*, 14(5), 285-302.

- Morrison, W.R., Smith, M., 1964. Preparation of fatty acid methyl esters and dimethyl acetals from lipids with boron fluoride-methanol. *J. Lipid. Res.*, 5, 600-608.
- Nefzaoui, A., Chermiti, A., 1991. Place et rôle des arbustes fourragers dans les parcours des zones arides de la Tunisie. *Cah Options Mediterr, CIHEAM, Paris* (16), 179.
- Nürnberg, K., Wenger, J., Ender, K., 1998. Factors influencing fat composition in muscle and adipose tissue of farm animals. *LIVEST. PROD. SCI.*, 56, 145-156.
- Oreani, G., Maiorano, G., Filetti, F., Di Cesare, C., Manchisi, A., Salvatori, G., 2005. Effect of age on fatty acid composition of Italian Merino suckling lambs. *Meat. Sci.*, 71, 557-562.
- Petron, M.J., Raes, K., Claeys, E., Lourenço, M., Fremaut, D., De Smet, S., 2006. Effect of grazing pastures of different botanical composition on antioxidant enzyme activities and oxidative stability of lamb meat. *Meat. Sci.*, 75, 737-745.
- Petrova, Y., Banskalieva, V., Dimov, V., 1994. Effect of feeding on distribution of fatty acids at second position in triacylglycerols of different adipose tissues in lambs. *Small Rum. Res.*, 13, 263-267.
- Piasentier, E., 2003. The effect of grazing on the quality of lamb meat. *International Fachtagung Für Schafhaltung.*, 30-31.
- Popova, T., 2006. Effect of rearing system on the fatty acid composition and oxidative stability of *M. longissimus lumborum* and *M. semi membranous* in lambs. *Small Rum. Res.*, 71, 150-157.
- Prache, S., Gatellier, P., Thomas, A., Picard, B., Bauchart, D., 2011. Comparison of meat and carcass quality in organically reared and conventionally reared pasture-fed lambs. *Animal.*, 5(12), 2001-2009.
- Priolo, A., Micol, D., Agabriel, J., Prache, S., Dransfield, E., 2002. Effect of grass or concentrate feeding systems on lamb carcass and meat quality. *Meat. Sci.*, 62, 179-185.
- Raes, K., Haak, L., Balcaen, A., Claeys, E., Demeyer, D., De Smet, S., 2004. Effect of linseed feeding at similar linoleic acid levels on the fatty acid composition of double-muscled Belgian blue young bulls. *Meat. Sci.*, 66, 307-315.
- Rowe, A., Macedo, F.A.F., Visentainer, J.V., Souza, N.E., Matsushita, M., 1999. Muscle composition and fatty acids profile in lambs fattened in drylot or pasture. *Meat. Sci.*, 51, 283-288.
- Saad, M., 2002. Analyse des systèmes d'élevage et des caractéristiques phénotypiques des ovins exploités en milieu steppique. *Mémoire Ingénieur Agronomie. CUZA. Djelfa.* 78p.
- Sanudo, C., Enser, M.E., Campo, M.M., Nute, G.R., Maria, G., Sierra, I., Wood, J.D., 2000. Fatty acid composition and sensory characteristics of lamb carcasses from Britain and Spain. *Meat. Sci.*, 54, 339-346.
- Sauvant, D., Bas, P., 2001. La digestion des lipides chez le ruminant. *INRA Prod. Anim.*, 14(5), 303-310.
- Scollan, N., Richardson, I., De Smet, S., Moloney, A.P., Doreau, M., Bauchart, D., Nuernberg, K., 2005. In « Indicators of milk and beet quality », *EAAP Publ. n°112*, (editors JF Hocquette and S Gili), Wageningen Academi Publishers., pp 151-162.
- Statistical Analysis Systems Institute., 1989. *Institute Inc, SAS/STAT User's Guide, Version6.* Cary, North Carolina, U.S.A.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B., Lewis, B.A., 1991. Methods for dietary fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy. Sci.*, 74, 3025-3034.
- Velasco, S., Cañeque, V., Pérez, C., Lauzurica, S., Diaz, M.T., Huidobro, F., Manzanares, C., González, J., 2001. Fatty acid composition of adipose depots of suckling lambs raised under different production systems. *Meat. Sci.*, 59(3), 325-333.
- 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. Sci.*, 78, 343-358.
- Wood, J.D., Richardson, R.I., Nute, G.R., Fisher, A.V., Campo, M.M., Kasapidou, E., 2003. Effects of fatty acids on meat quality: A review. *Meat. Sci.*, 66, 21-32.
- World health organization., 2003. *Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases report of joint WHO/FAO expert consultations. WHO technical report series 916, Geneva.*