



THESE

EN VUE DE L'OBTENTION DU TITRE DE DOCTEUR EN SCIENCES AGRONOMIQUES

OPTION : NUTRITION ANIMALE

Présentée par :

KEDDAM Ramdane

Composition biochimique et propriétés organoleptiques de la viande d'agneaux nourris aux glands de chêne vert (*Quercus ilex*)

Soutenu le :

Devant le jury :

M. SELSELET -ATTOU Ghalem	Professeur	Président	Univ. Mostaganem
M. YAKHLEF Hacène	Professeur	Examineur	ENSA Alger
M. BELLAL Mohand Mouloud	Professeur	Examineur	ENSA Alger
M. HALBOUCHE Miloud	Professeur	Examineur	Univ. Mostaganem
M. SLIMANI Miloud	Professeur	Examineur	Univ. Oran
M. BOUDEROUA Kaddour	Professeur	Directeur de thèse	Univ. Mostaganem

Remerciements

J'exprime mes Sincères remerciements à Monsieur **Selselet Attou Ghalem**, Professeur à L'université de Mostaganem, pour m'avoir fait profiter de ses connaissances, son expérience, ses valeurs humaines. Je tiens aussi à lui exprimer toute ma reconnaissance pour son soutien moral pendant les périodes difficiles que j'ai enduré durant une période de deux années. Je tiens aussi à lui formuler ma profonde reconnaissance pour avoir accepté d'assurer la présidence de mon jury.

Un très grand merci à Monsieur **Bouderoua Kaddour** Professeur à L'université de Mostaganem pour avoir accepté de diriger les travaux de cette thèse, pour m'avoir fait profiter de ses connaissances, de sa disponibilité, de ses encouragements dans les moments délicats, de son aide et ses conseils oh combien précieux durant toute la phase d'élaboration de ce travail à laquelle il a porté un grand intérêt. Qu'il soit rassuré de ma profonde gratitude.

J'adresse ma profonde reconnaissance au **Professeur Yakhlef Hassane** de l'ENSA d'Alger, pour être d'abord été mon enseignant et des connaissances qu'il m'a prodigué dans le cadre du module « Développement des productions animales ». Votre présence au sein de cet honorable jury me permettra à travers vos expériences dans le domaine des systèmes d'élevage de m'ouvrir certainement d'autres perspectives de recherche. Je vous adresse mes très sincères remerciements pour l'honneur que vous me faites en acceptant d'examiner ce travail.

Je remercie profondément Monsieur **Bellal Mohand Mouloud**, Professeur à l'ENSA Alger, de l'honneur qu'il me fait en acceptant d'être examinateur malgré un long trajet qu'il va faire d'Alger à Mostaganem et d'avoir pris de son temps pour évaluer mon travail. Je ne peux oublier vos pertinentes remarques que vous m'aviez faites lors de mon jury de magister. Soyez rassuré, plusieurs d'entre elles m'ont été d'un grand intérêt pour mener à bien mes différents travaux de recherches. Trouvez ici mes reconnaissances les plus dévouées.

Je remercie du fond du cœur **Halbouche Miloud**, Professeur à l'université de Mostaganem, et président du conseil scientifique de la faculté SNV, pour tous les efforts qu'il a consenti en vue de me permettre de soutenir la présente thèse. Qu'il soit rassuré de ma profonde reconnaissance. Je voudrais aussi le remercier pour m'avoir fait l'honneur d'accepter d'évaluer ce travail.

Je remercie du fond du cœur, le **Professeur Slimani Miloud** de l'Université d'Oran, pour avoir pris de son temps et d'avoir accepté de faire parti du jury d'examination de cette thèse. Votre présence au sein de ce jury sera une occasion pour moi de profiter de vos compétences avérées dans le domaine de la biochimie. Trouvez ici ma profonde reconnaissance.

J'exprime ma gratitude et ma profonde reconnaissance pour Monsieur **Mourot Jacques**, directeur de recherche à L'INRA de Rennes (France) pour nous avoir accueilli dans son laboratoire, et pour nous avoir permis de réaliser les analyses d'acides gras des viandes, je le remercie infiniment pour son inestimable aide, sa disponibilité et son soutien indéfectible.

Je voudrais également remercier Monsieur **Benmehdi Tarek**, Directeur de l'institut régional de médecine vétérinaire, d'avoir mis à ma disposition la chambre froide pour la conservation de la viande et des échantillons. Qu'il trouve ici toute ma reconnaissance et mes vifs remerciements.

Je suis très heureux, d'exprimer ma profonde reconnaissance au **Docteur Ait Saada Djamel**, maitre de conférences à l'Université de Mostaganem, pour son aide précieuse lors des analyses biochimiques et les traitements statistiques. Merci Djamel pour votre soutien réconfortant.

Je suis reconnaissant envers Monsieur le professeur **Belhakem Mustapha** ex doyen de la faculté des sciences pour m'avoir facilité la tache en finançant tous les moyens (animaux et végétaux) mis à ma disposition pour la réalisation du travail expérimental. Merci de votre gentillesse, de votre soutien et votre écoute.

Un grand merci à **Mr Laala Boukhalfa** ex : PDG du GAO et **Mr Khoussa Mohamed** Directeur du laboratoire ORAVIO, pour m'avoir accueilli et permis de réaliser plusieurs dosages biochimiques au sein de leur laboratoire. Je profite de l'occasion de remercier, la technicienne du laboratoire GAO Hassi Mamèche, pour son aide, sa gentillesse et sa disponibilité lors des opérations de dosages.

Mes forts remerciements s'adressent aussi à **Monsieur El -Affifi Mohamed**, maitre assistant à L'université de Tlemcen pour m'avoir prêté main forte lors de l'expérimentation. Merci pour votre enthousiasme inaltérable. Travailler avec vous fut un réel plaisir.

Mes remerciements vont à toute ma famille et proche sans oublier personne, pour leurs soutiens morales qu'ils m'ont exprimé durant toute la période de mes travaux.

Ce travail est dédié à mes défunts parents qui n'ont pas eu la chance de survivre pour savourer ces agréables moments de plaisirs. Que dieu ai leurs âmes.

Enfin, j'exprime ma sympathie à ceux et celles qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation du présent travail.

Liste des abréviations

AGPI :	Acides gras polyinsaturés
AGS :	Acides gras saturés
AGMI :	Acides gras polyinsaturés
GCV :	Gland de chêne vert.
MA :	Ministère de l'agriculture
P1àP5 :	Numéro du poids
CIV :	Centre d'information des viandes
C2-C4 :	Carbone
INMV :	Institut national de médecine vétérinaire
AGPILC :	Acides gras polyinsaturés longues chaînes
Kg :	Kilogramme.
Mg :	Milligramme.
µg :	Microgramme
% :	Pour cent
g :	Gramme
n-3 :	Omega 3
n-6 :	Oméga 6
K :	Potassium
Na :	Sodium
Ca :	Calcium
P :	Phosphore
Fe :	Fer
TG:	Triglycérides
P.l:	Phospholipides
Cm:	Centimètre
Ns:	Non significatif
SEM :	Standard error of means
∑:	Somme
ANC:	Apports nutritionnels conseillé
OMF :	Omasum mesentérique fat
AG :	Acides gras
AGV :	Acides gras volatils
AGI :	Acides gras insaturés
AFSSA :	Agence française de sécurité sanitaire des aliments
DHA :	Docosahexaénoïque
DPA :	Docosapentaénoïque
EPA :	eicosapentaénoïque

Liste des tableaux

Tableau	intitulé	Page
Tableau 01	Répartition du cheptel ovin par zone bioclimatique	21
Tableau 02	Productions de viandes dans le monde.	21
Tableau 03	Répartition géographique des productions de viandes dans le monde.	22
Tableau 04	Consommation de la viande au niveau mondiale en kg et par habitant.	23
Tableau 05	Consommation des viandes rouges, du poulet et du poisson en kg/habitant par an.	24
Tableau 06	Découpe de la carcasse en %.	26
Tableau 07	Importance des différents morceaux de viande dans la carcasse d'agneau	26
Tableau 08	Pourcentage probable du gigot par rapport au poids de la carcasse	28
Tableau 09	Poids des viscères de certaines espèces animales	28
Tableau 10	Poids de l'appareil digestif par rapport au poids vif	28
Tableau 11	Composition des morceaux(%)	31
Tableau 12	Poids de la peau (% du poids vifs)	32
Tableau 13	Teneur de la viande de bœuf et d'agneaux en myoglobine	35
Tableau 14	Composition chimique du muscle de l'agneau et du poulet de chair	37
Tableau 15	Composition nutritionnelle comparée de la viande d'agneau, poulet, bœuf, chèvre.	37
Tableau 16	Teneur en protéines dans divers morceaux de viandes d'agneau cuites.	37
Tableau 17	Contenu en graisses pour 100g de viande cuite d'agneau, de volaille, d'agneau et de bœuf	38
Tableau 18	Teneur de la viande crue en différents sels minéraux	38
Tableau 19	Teneur en fer et en zinc des viandes de bœuf et d'agneau, cuites.	39
Tableau 20	Teneur de la viande cuite de gigot rotie et des cotes pre en vitamine mières grillées.	40
Tableau 21	Teneur en vitamines de la viande d'agneau crue et les apports nutritionnels	40
Tableau 22	Teneur en acides gras de la viande cuite	42
Tableau 23	Composition comparée en nutriments des viandes de gigot et de cotes d'agneau de Nouvelle Zélande	43
Tableau 24	Teneur en lipides de la viande cuite de bœuf et d'agneau.	57

Tableau 25	Composés d'oxydation des AG linoléique et linoléique	65
Tableau 26	Teneur en cholestérol des viandes de bœuf et d'agneau cuites	69
Tableau 27	Composition moyenne des principaux acides gras dans le tissu adipeux d'agneau	71
Tableau 28	Isomères trans de l'acide oléique dans le muscle de bouvillon par l'acide trans- vaccénique	72
Tableau 29	Composition en acides gras de deux types de viandes cuites d'agneau.	73
Tableau 30	Effet des principales matières grasses de la ration sur la composition en acides gras du tissu musculaire et du tissu adipeux	77
Tableau 31	Superficies des différentes espèces de chêne en Algérie	78
Tableau 32	Teneur du GCV en principaux constituants	79
Tableau 33	Teneur en acides gras de trois espèces de gland chêne	81
Tableau 34	Concentration en tocophérols mg/Kg dans certains fruits	84
Tableau 35	Valeur nutritionnelle du gland de chêne vert.	85
Tableau 36	Détermination des principaux constituants du gland de chêne vert	85
Tableau 37	Détermination de la valeur alimentaire du gland de chêne vert calculée sur cinq périodes	85
Tableau 38	Poids vifs initiaux dans le dispositif expérimental	91
Tableau 39	Formulation des régimes alimentaires (en Kg/100kg d'aliments)	92
Tableau 40	Composition chimique des régimes (eng/100g de MB)	103
Tableau 41	Composition en acides gras des régimes (en % d'acides gras identifiés)	106
Tableau 42	Ingestion alimentaire des animaux du lot témoin et du lot expérimental.	108
Tableau 43	Évolution des poids vifs moyens hebdomadaires	108
Tableau 44	Évolution des gains de poids hebdomadaires	110
Tableau 45	Évolution des poids et rendements des carcasses	112
Tableau 46	Taux du gras abdominal par rapport à la carcasse ressuée	113
Tableau 47	Importance du gigot par rapport à la carcasse ressuée	114
Tableau 48	Représentation des viscères dans la carcasse ressuée	115
Tableau 49	Teneur en matière sèche de la viande (en g/100g)	116
Tableau 50	Teneur en matières minérales (en g/100g)	116

Tableau 51	Teneur en protéines brutes des cotes et du gigot	117
Tableau 52	Teneur en lipides totaux	120
Tableau 53	Composition en acides gras du muscle du gigot (%d'acides gras identifiés).	122
Tableau 54	Composition en acides gras du muscle du gigot (mg/100g).	123
Tableau 55	Teneurs en acides gras de la viande de cotes crues (%d'acides gras identifiés).	133
Tableau 56	Teneurs en acides gras des cotes crues (en mg/100g).	134
Tableau 57	Teneur en acides gras du muscle du gigot et des cotes (% d'AG identifiés).	140
Tableau 58	Teneur en acides gras du muscle du gigot et du muscle de cotes d'agneaux (en mg/100g)	142
Tableau 59	Effet de la cuisson sur le teneur en acides gras des cotes d'agneau (en mg/100g)	144
Tableau 60	Effet de la cuisson sur le teneur en acides gras des cotes d'agneau(en % d'acides gras identifiés)	145
Tableau 61	Évaluation de la jutosité	150
Tableau 62	Évaluation de la tendreté	151
Tableau 63	Évaluation de la flaveur	152

Liste des figures

Figure	Intitulé	Page
Figure 01	Forme de gigot d'agneau	27
Figure 02	Découpe de la cote	29
Figure 03	Étapes de la maturation de la viande	34
Figure 04	Schéma du phénomène de la biohydrogénation	67
Figure 05	Conversion des A G P I en A G P I longue chaîne	71
Figure 06	Agneau du lot expérimental	91
Figure 07	Agneau du lot témoin	91
Figure 08	Dépouillement	94
Figure 09	Eviscération	95
Figure 10	Ressuyage	95
Figure 06	Composition chimique des régimes	103
Figure 11	Teneurs en acides gras des régimes	107
Figure 12	Évolution des poids moyens hebdomadaires du lot témoin et du lot expérimental	109
Figure 13	Évolution des gains de poids hebdomadaires du lot témoin et du lot expérimental	109
Figure 14	Paramètres des carcasses	113
Figure 15	Représentation des viscères et de l'épaisseur du gras sous-cutané	115
Figure 16	Lipides totaux des différents morceaux de viande (en % du poids vifs).	120
Figure 17	Teneur en acides gras saturés (en %).	124
Figure 18	Teneur en acides gras mono- insaturés	124
Figure 19	Teneur en AGPI (en % des acides gras identifiés)	125
Figure 20	Teneur en acides gras saturés (en mg/100g d'échantillon)	125
Figure 21	Teneur en acides gras mono- insaturés (en mg/100g d'échantillon)	126
Figure 22	Teneur en AGPI (en mg/100g d'échantillon)	126
Figure 23	Teneur en A.G. totaux et leurs rapports	127

Sommaire	Page
Remerciements	
Abréviations	03
Liste des tableaux	04
Liste des figures	07
Résumé	13
Introduction	16
Partie 1 : Synthèse bibliographique	
Chapitre I : Présentation de l'élevage ovin, qualité des carcasses et composition de la viande.	20
1. Présentation de l'élevage ovin dans le monde et en Algérie	20
1.1. Aperçu sur l'élevage ovin en Algérie	20
1.2. Production de viande au niveau mondial	21
1.3. Production de viande en Algérie.	22
1.4. Consommation de la viande au niveau mondial.	22
1.5. Consommation de la viande en Algérie et du pourtour Méditerranéen	23
2. Qualité des carcasses ovines	24
2-1. Généralités	24
2.2. Classement des carcasses	24
2.2.1 Selon l'état d'engraissement	24
2.2.2. État de conformation	25
3. Composition de la carcasse	26
3.1 Forme du gigot.	27
3.2 Représentation du gigot avec l'évolution du poids.	27
3.3 Appréciation par le consommateur	28
3.4 Relation entre régimes et fonctions hépatiques	28
3.5. Rondicité de la côte	29
3.6 Importance des tissus adipeux	29
3.7 Forme de la carcasse	30
3.8. Mensurations	30
3.9. Ossatures	30
3.10. Décomposition de chaque quartier de viande	31
3.11. Importance du muscle	31
4. Physiologie de transformation du muscle en viande	32
4.1 Caractéristiques du muscle.	32
4.2 Maturation musculaire	32
4.3 Aspect de la viande	35
4.3.1 Influence de l'alimentation sur la couleur de la viande	35
4.3.1.1. Nature de la ration	35
4.3.1.2. Niveau alimentaire	36
5. Composition nutritionnelle de la viande	36
5. 1 Composition chimique	36
5.1.1. Énergie	37
5.1.2. Teneurs en protéines	37
5.1.3. Lipides	38
5.1.4. Minéraux	38
5.1.5. Vitamines	39
Chapitre II. Valeur nutritionnelle et Diététique des acides gras des viandes de mouton	41
1. Biosynthèse des lipides	41
2. Importance en acides gras	43
2.1. Effets d'une alimentation riche en AGS sur les maladies cardiovasculaires	43
2.2. Effet de l'alimentation riche en AGS sur le rythme biologique.	44

2.3. Effet d'un régime riche en graisses sur l'obésité	44
2.4. Effet des acides gras insaturés (AGI)	45
2.4.1. Effet d'un déficit en oméga 3	45
2.4.2. Effet des omégas 6 sur la santé	46
2.5. Effet des acides gras mono insaturés (AGMI)	46
2.6. Effets des AGPI	47
2.7. Effets des CLA (conjugated linoléic-acid) sur la santé humaine	47
2.8. Effet des acides gras trans	48
2.9. Incidence des acides gras totaux sur le cancer colorectal	48
Chapitre III : Influence des paramètres zootechniques et physico-chimiques sur les propriétés sensorielles et la composition de la viande après cuisson	50
1-Influence des paramètres zootechniques sur le transfert de la matière	51
2. Influence des propriétés physico-chimiques de la viande à cuire	51
2.1. Modification du pH	51
2.2. Traitements technologiques	52
2.3. Variantes des techniques de cuisson	53
2.4. Transfert de chaleur dans la viande	53
2.5. Transferts de matières	54
2.5.1. Température et durée de cuisson	54
2.5.2. Conditions de cuisson	54
2.5.3. Écoulement du jus	55
3 - Modification des constituants	55
3.1. Modifications des protéines	55
3.1.1. Évolution du collagène	55
3.1.2. Protéine myofibrillaires et sarcoplasmiques	56
3.1.3. Effet de la cuisson sur la myoglobine	56
3.2. Pertes en lipides	56
3.2.1. Oxydation des lipides lors de la cuisson	58
3.3. Pertes en substances azotées	58
3.4. Pertes en minéraux	59*
3.5. Pertes en vitamines	59
3. Effets de la cuisson sur les propriétés sensorielles	59
4.1. Sur la tendreté	60
4.2. Sur la flaveur	60
4.3. Sur la jutosité	61
4.4. Sur les acides gras	61
5. Facteurs de variation des propriétés sensorielles	62
5.1. Influence du niveau alimentaire	62
5.2. Influence de la composition de la ration	63
5.3. Effet du jeun avant abattage	63
5.4. Flaveur	63
5.5. Jutosité	64
5.6. Auto oxydation des lipides	64
Chapitre IV : Métabolisme lipidique ruminal et incidence des lipides alimentaires sur le profil des acides gras	66
1. Lipolyse et biohydrogénation	66
2. Absorption des acides gras à travers la membrane lipidique des entérocytes	66
2.1. Acide linoléique conjugué	67
2.2. Acide oléique	68
2.3. Acides gras polyinsaturés	68
2.4. Teneur en cholestérol des viandes	69
2.5. Phospholipides	69
2.6. Acides gras trans	72
3. Modification des acides gras au niveau ruminal	72

3.1. Acides gras saturés	72
3.2. Acides gras mono-insaturés	73
4. Incidences des lipides alimentaires sur le profil des acides gras du tissu musculaire de l'agneau	74
4.1. Influence de la nature des lipides alimentaires sur les tissus musculaires	74
4.2. Effet de l'état d'engraissement sur la composition en acides gras du muscle	76
Chapitre V : Glands de chêne vert dans l'alimentation animale	78
1. Importance et situation des chênaies dans le bassin méditerranéen	78
2. Importance du chêne vert en Afrique du Nord	78
3. Utilisation du gland de chêne en alimentation animale	79
4. Composition biochimique du Gland de chêne vert	79
5. Effets des tannins	82
6. Tolérance aux tannins	82
6.1. Utilisation par les monogastriques	82
6.2. Utilisation par les ruminants	82
7. Effet de l'incorporation du gland dans le régime sur le profil des acides gras de la viande	83
8. Valeur alimentaire du gland de chêne vert	84
Conclusion bibliographique	86
Partie 2 : Expérimentation	
Chapitre I : Méthodologie	87
Objectifs	88
1. Matériels	89
1.1. Lieu et durée d'élevage	89
1.2. Animaux	89
1.3. Bâtiment	91
1.4. Matériel d'alimentation	91
1.5. Matériel de pesée	91
2. Méthodes et conditions expérimentales	91
2.1. Formulation des régimes	91
2.2. Dispositif expérimental	92
2.3. Mesure des performances zootechniques	92
2.4. Prélèvements d'échantillons des aliments distribués	92
2.5. Abattage des animaux	92
2.5.1. Moyens d'abattage	92
2.5.2. Préparation de la salle	93
2.5.3. Procédure d'abattage	93
2.5.3.1. Saignée	93
2.5.3.2. Dépouillement	93
2.5.3.3. Éviscération	94
2.5.3.4. Ressuage	94
2.5.2. Épaisseur des tissus adipeux sous cutanés	95
2.5.3. Poids du gras abdominal (OMF)	95
2.5.4 Découpe de la carcasse	95
2.6. Prélèvements d'échantillons	95
2.6.1. Au niveau du gigot	95
2.6.2. Au niveau des côtes	95
2.7. Procédure de cuisson	95
2.8. Organisation du test de dégustation	96
2.8.1. Évaluation des propriétés sensorielles	96
2.8.2. Mode de distribution	96
2.9. Techniques analytiques	97
2.9.1. Analyses des régimes alimentaires	97
2.9.1.1. Matière sèche	97
2.9.1.2. Matière minérale	97
2.9.1.3. Cellulose brute	97

2.9.1.4. Matière grasse	98
2.9.1.5. Protéines brutes	98
2.9.2. Analyses de la viande	99
2.9.2.1. Matière sèche	99
2.9.2.2. Matière minérale	100
2.9.2.3. Protéines brutes	100
2.9.2.4. Lipides	101
2.9.2.5. Analyse des acides gras	101
2.10. Calculs statistiques	102
Chapitre 2 : Résultats et discussion	102
1. Composition des régimes	102
1.1. Résultats	102
1.1.1. Matière sèche	103
1.1.2. Matières minérales	103
1.1.3. Protéines brutes	103
1.1.4. Matières grasses	103
1.1.5. Cellulose brute	103
1.1.6. Acides gras des régimes	104
2. Performances de croissance	106
2.1. Résultats	106
2.1.1. Ingestion des aliments	106
2.1.2. Poids vifs	107
2.1.3. Gains de poids	108
2.2. Discussion	109
2.2.1. Ingestion des aliments	109
2.2.2. Poids vifs et gains de poids	110
3. Paramètres des carcasses et composition chimique de la viande	111
3.1. Résultats	111
3.1.1. Paramètres pondéraux des carcasses	111
3.1.1.1. Poids et rendement des carcasses	111
3.1.1.2. Effets des régimes sur les paramètres pondéraux	112
3.1.1.2. Composition biochimique de la viande	115
3.2.2.1. Matière sèche et matière minérale	115
3.2.6. Protéines brutes	115
3.2. Discussion	116
3.2.1 Poids et rendement des carcasses	116
3.2.2 Poids du gras abdominal	116
3.2.3 Importance des viscères dans la carcasse	117
3.2.4. Poids du gigot par rapport à la carcasse.	117
3.2.5. Matière sèche et matière minérale	117
3.2.6 Protéines brutes	118
3.3. Lipides et composition en acides gras	118
3.3.1. Résultats	118
3.3.1.1. Lipides totaux	118
3.3.1. 2. Profil des acides gras du gigot	119
3.3.2. Discussion	126
3.3.2.2 Profil des acides gras des côtes	133
3.4. Comparaison de la composition en acides gras selon le muscle	137
3.5. Effet de la cuisson sur la composition en lipides et en acides gras de la viande de côtes	141
3.6. Discussion	145
4. Propriétés sensorielles de la viande	147
4.1. Résultats	147
4.1.1. Jutosité	147
4.1.2. Tendreté	148
4.1.3. Flaveur	149
4.2. Discussion	149

4.2.1. Jutosité	149
4.2.2. Tendreté	150
4.2.3. Flaveur	151
Conclusion générale	153
Références bibliographiques	157

Résumé

L'objectif de ce travail est de comparer les effets de régimes à base de glands de chêne vert (GCV) et d'orge (O) sur les performances de croissance, paramètres de carcasse et la composition en acides gras de la viande d'agneaux en croissance. Deux groupes de 05 animaux ont été nourris respectivement, durant 105 jours avec des régimes, contenant 50% de glands de chêne et 50% d'orge. A la fin de l'essai, les animaux des deux groupes ont exprimé des poids et gains de poids comparables. Une différence significative ($p < 0.05$) a été notée pour l'épaisseur du gras sous cutané, 3mm vs 1.6 mm, en faveur du lot gland de chêne vert. Les lipides intramusculaires sont significativement élevés ($p < 0.05$) pour le lot gland de chêne vert, comparativement au lot témoin à base d'orge (3.88 vs 2.83 g/100 de lipides). Parmi les acides gras saturés (AGS), l'acide stéarique apparaît dans des proportions significativement élevées dans la viande des agneaux issues du régime gland (20.8 vs 18.1%). Par contre, l'acide palmitique est prédominant au niveau du lot témoin (25 vs 30%). Pour la somme des acides gras polyinsaturés (AGPI), aucune différence significative n'a été observée entre les deux lots. Toutefois, l'acide linoléique est prédominant parmi les AGPI des deux lots (5.5 % en moyenne). Le rapport n-6/n-3 est élevé pour le groupe orge (8.9 vs 7.3).

Par ailleurs, aucun effet significatif n'a été observé entre les deux groupes pour les protéines musculaires (18.98 Vs 18.31%).

La cuisson de la viande a eu pour effet de réduire considérablement la teneur en AGS au niveau du lot orge (55.8 à 43.96%) en comparaison avec le lot GCV (51.56 à 50.28%). Toutefois, l'expression des AG en g /100g de lipides, laissent apparaître une élévation significative au regard de l'augmentation des lipides totaux après cuisson.

Pour les propriétés sensorielles, 85% des dégustateurs trouvent que la tendreté, jutosité et flaveur de la viande du lot GCV sont acceptables.

Mots clés : Viande – Agneau –Lipides –Acides gras – Gland de chêne- Orge

Abstract

Growth performances, carcasses parameters and meat fatty acid composition of lamb fed green oak acorns (*Quercus ilex*) based diet.

The aim of this experiment is to compare the effects of diets containing green oak acorns (GO) and barley (BL) on the growth performances, carcasses parameters and the composition in fatty acids of lambs. Two groups of five lambs each were fed, respectively, during 105 days with diets containing 50% of oaks acorns and 50% of barley. At the end of the test, the animals of the two diets expressed comparable body weights and weight gain. A significant difference ($P < 0.05$) was observed for the thickness of fat cover which is 3 mm for the BL group against 1.6 mm for GO group even if no significant difference was revealed concerning the output with slaughtering. The intramuscular lipids were significantly higher ($P < 0.05$) in the group of animals fed with GO diet compared to the BL diet (3.88 vs 2.83 g.100-1 g of muscle). Among the saturated fatty acids (SFA), the stearic acid significantly appeared in higher proportion ($P < 0.05$) in GO diet (20.8 vs. 18.1%) whereas the palmitic acid is prevalent in the group of animals fed with the BL diet (25 vs 30%). For the polyunsaturated fatty acid (PUFA), no significant difference was observed between the two groups. The linoleic acid is prevalent among the PUFA of two groups without significant difference. The linolenic acid is higher in the animal fed BL. The n-6: n-3 ratio is higher in the BL group (8.9 vs 7.3). At the end, the low level of incorporation of PUFA in muscle of the lamb because of biohydrogenation, suggests us supplementing the diet by green grass.

Not effect was not observed on Muscle proteins between the two group (18.98 % vs18.31 %)

Cooking meat has reduced to a considerable extent (20.50 %), the contents of AGS meat lot barley (55.28 % to 43.96 %), in contrast to the batch or GCV relative stability is noticed. An insignificant change (2.24 %) was observed (51.56 % to 50.28 %).

On the sensory properties, 85% of tasters found that the meat of the control leg is tender, against 58 % for the batch GOA. However, over 70 % believe that meat from the GOA batch and barley are tender (75% vs.73percentage), respectively.

The lamb meat is considered soft by more than 70 % of the panel for barley batch and only 48.50 % for GOA batch. For ribs meat, opinions are divided (81.68 % vs68.34 %). For flavor, 82% vs 62 % of tasters felt that the taste of the meat lot barley intense than the experimental group. In this setting, the opinions are also shared for ribs meat of two batches (80% vs.73).

Ultimately, the sensory characteristics of the meat roast lot GOA were acceptable for tenderness (58.35 %), flavor (61.67 %) and juiciness (48.35 %). For ribs meat, it was better appreciated for each of the parameters already mentioned. 73% of tasters found that the meat is tender, juicy 68% and 73 % soft.

Keywords: Meat - Lamb- Fatty Acids - Acorn Oak- Barley.

معلومات الذبيحة وتكوين الأحماض الدهنية عند لحوم الضأن

. تم تغذية مجموعتين من 05 حيوانات على التوالي، خلال 105 يوما مع الوجبات الغذائية التي تحتوي على 50 ٪ من البلوط و 50 ٪ الشعير . في نهاية التجربة ، أعرب حيوانات من كلا المجموعتين مكاسب مماثلة في الوزن . ولوحظ وجود فروق معنوية لسماك الدهون تحت الجلد، (3 ملم مقابل 1.6 مم)، بأقل عند مجموعة البلوط. الدهون العضلية كانت أعلى بكثير ($P > 0.05$) لمجموعة البلوط مقارنة بالمجموعة الشعير --3.88 مقابل 2.83 g/). من بين الأحماض الدهنية المشبعة (SFA) ، يظهر حامض دهني stéarique أعلى بكثير في اللحم الشعير من النظام الغذائية البلوط (20.8 مقابل 18.1 ٪ حامض البالمتيك هو الغالب في السيطرة على المجموعة (25 مقابل 30 ٪) . وفي مجموعة الأحماض الدهنية المتعددة غير المشبعة (PUFAs) لم يلاحظ أي اختلاف كبير بين المجموعتين . ومع ذلك ، حمض اللينوليك هو السائد بين PUFAs من كلا المجموعتين (5.5 ٪ في المتوسط) . نسبة n-6/n-3 مرتفعة بالنسبة للمجموعة الشعير (8.9 مقابل 7.3) .

وعلاوة على ذلك ، لم يلاحظ أي تأثير بين المجموعتين في بروتينات العضلات (18.98 مقابل 18.31 ٪)

. طهي اللحم كان لها تأثير بشكل كبير من مستوى قسم الشعير (55،8 حتي 43،96 ٪) بالمقارنة مع الكثير من البلوط (51،56 حتي 50،28 ٪) . عن AG في g/ 100g الدهون دعونا تظهر زيادة كبيرة من حيث الزيادة في إجمالي الدهون بعد الطبخ . للخصائص الحسية والذوقية، وجدت 85 ٪ من المتذوقون أن الليونة الحصرية ونكهة من اللحم مقبول البلوط الكثير

كلمات البحث : لحوم - الدهون - أحماض دهنية - البلوط - الشعير

Introduction

Représentant une superficie de plus de 634000 hectares, le chêne vert (*Quercus ilex*) est l'un des arbres forestiers à vertus multiples de la forêt algérienne. Cependant, l'exploitation du fruit de cet arbre à des fins d'alimentation animale reste à l'état embryonnaire.

La valorisation du gland de chêne en alimentation animale au regard de sa richesse en énergie et en acides gras insaturés constitue une perspective résultant d'une nécessité économique et nutritionnelle qui devrait aboutir à une large utilisation de ce produit forestier par les volailles et les petits ruminants. .

Les données physico-chimiques disponibles sur cette denrée montrent une richesse en amidon de l'ordre de 44 à 59% (Kekos et Kaukios, 1985) en AGI notamment l'acide oléique et l'acide linoléique (Ofcarick et Burns, 1971 ; Lopez et Bernard, 2005 ; Boudroua et al, 2004 et 2009) et une teneur en tanins variable selon les régions (Rakie et al, 2007) qui a permis son utilisation en alimentation du poulet de chair et du porc. (Boudroua et Selselet, 2003 ; Rey et al, 2009). Et du mouton. (Prolin et al, 2005).

Depuis longtemps, les consommateurs s'intéressent de plus en plus à la qualité nutritionnelle des aliments qu'ils consomment. Face à de nombreuses maladies liées à la consommation des graisses animales, les consommateurs algériens sont devenus très réticents vis à vis des matières grasses notamment d'origine animale.

D'un point de vue nutritionnel, la viande d'agneau est réputée être une denrée alimentaire riche en acide gras saturés. Ainsi, les nutritionnistes recommandent des apports en lipides insaturés, plus particulièrement en AGPI n-3, pour tendre vers un rapport C18 :2 n-6/ C18 :3 proche de 5. La qualité est donc devenue progressivement un enjeu socio-économique important, d'autant plus que l'augmentation des maladies cardiovasculaires, l'obésité, les tumeurs, se font sentir de plus en plus dans le Monde et vraisemblablement en Algérie. C'est pourquoi, des études sont menées à travers le Monde et par l'INRA de France pour tenter de maîtriser au mieux les caractéristiques biologiques du muscle et des tissus adipeux inters et intramusculaires. Ainsi, des chercheurs ont montré qu'il est tout à fait possible de modifier par la voie nutritionnelle, la composition en acides gras des viandes en augmentant les proportions en acides gras polyinsaturés et en réduisant la concentration en acides gras saturés tel que recherché par le consommateur .

Chez les monogastriques, il est bien établi que la nature des acides gras ingérés influence largement sur celle de la composition des tissus adipeux. Ainsi, les lipides saturés comme les huiles de palme et de coprah accroissent les proportions des acides gras à chaînes courtes. Par contre, les graisses animales (suif, saindoux) enrichissent les dépôts lipidiques. A l'inverse, les huiles végétales riches en

acides gras insaturés (Colza, Soja, Lin) accroissent les catégories des acides gras polyinsaturés (Scarf et al., 1994 ; Mossab et al, 2001; Normand et al., 2006)

Toutefois, chez le mouton la situation est très différente en raison du phénomène de trans- isomérisation des acides gras polyinsaturés dans le rumen au cours du processus de la bio- hydrogénation. La plus grande majorité des acides gras alimentaires sont hydrogénés et sont donc faiblement incorporés. Boles et al. (2005); Van de Vossemberg et Goblin, (2003); Normand et al.,(2005) rapportent que les bactéries du rumen sont capables de transformer directement l'acide alpha linoléique en acide stéarique et palmitique. Face à cette spécificité, les apports alimentaires riches en acides gras polyinsaturés influent largement sur les proportions en C18:3 n-3 dans la viande de ruminants (Wachira 2002; Meane et al, 2002; Normand et al, 2006).

En effet, l'introduction des graines de lin dans le régime du bovin et de l'agneau en croissance a augmenté d'une manière significative le C18:3 n-3 dans le muscle (Normand et al, 2006). De même, Nurnberg et al,(1998) ont trouvé que l'alimentation en herbe réputée être très riche en AGPI, augmente la qualité de C18:3 et leurs homologues de longues chaînes chez l'agneau avec des proportions multipliées par 2,4 pour le C18:3 n-3 ; 3,5 pour le C20:5 et 1,8 pour le C22:5. Geay et al.(2000), rapportent que les carcasses d'agneaux élevés au pâturage présentent un pourcentage plus élevé en C18:3 dans les muscles, comparativement à celles issues d'agneaux élevés avec les régimes à base de concentré. Dans une autre expérience menée sur des chevreaux élevés en arganier, Bas et al, (2005) ont constaté une augmentation des teneurs en AGPI n-3, cmparativement au régime standard. Par ailleurs, les observations de French (2000); Bauchart et al, (2001); Geay (2002) ; Givens (2005), montrent que malgré le phénomène de biohydrogénation, des quantités appréciables d'AGPI traversent la paroi intestinale et sont retrouvées dans la viande de ruminants.

En Algérie où il est coûteux d'utiliser les ressources alimentaires, utilisées en Europe et partout à travers le monde, il conviendrait donc de trouver une autre source alimentaire locale naturellement riche en AGPI, comme une alternative qui permettrait d'améliorer les qualités lipidiques de la viande de mouton, pour tendre vers un rapport C18 :2 n-6/C18 :3 n-3 égal à 5, et un rapport AGPI/AGS égal à 0,45 ou tout au moins égaler la valeur de 0,15. La recherche d'une meilleure qualité de la viande d'agneau est donc devenue une nécessité socio-économique, d'autant qu'en Algérie les maladies cardiovasculaires et le cancer sont en nette progression. Selon le Ministère de la santé (2010), ces mortalités liées vraisemblablement à ces maladies représentent chaque année un taux de 46%.

Le présent travail vise donc à tester les possibilités qu'offre un régime à base de gland de chêne vert (*Quercus ilex*), en comparaison avec un témoin à base d'orge, sur les performances de croissance, les qualités des carcasses, et la composition de la viande d'agneau en acides gras insaturés. Le choix

pour cette denrée n'est pas pris au hasard à partir du moment, où des études déjà réalisées au laboratoire de technologie alimentaire et nutrition de l'université de Mostaganem sur le poulet ont prouvé qu'il est tout à fait possible d'utiliser le gland de chêne vert en remplacement du maïs. Des résultats sont déjà publiés (Bouderoua et al, 2009). De ce fait, l'intérêt de l'équipe de recherche est porté sur la continuité de l'utilisation de cette denrée sur des jeunes agneaux.

Présentement, le présent travail comporte deux parties :

- Une partie bibliographique qui relate principalement :
- l'aperçu du cheptel ovin en Algérie et dans le Monde,
- la qualité des carcasses ovines, et la composition chimique de la viande.
- Le métabolisme lipidique ruminal et l'incidence des lipides alimentaires sur le profil des acides gras.
- La valeur nutritionnelle et diététique de la viande de mouton.
- L'influence des paramètres zootechniques et physico-chimiques sur les propriétés organoleptiques de la viande de mouton et sa composition après cuisson.
- l'utilisation du gland de chêne vert en alimentation animale.
- Une deuxième partie qui traite de l'aspect matériels et méthodes, les analyses chimiques des régimes et des viandes, la mesure de l'impact du gland de chêne vert sur la composition chimique de la viande d'agneau, les performances zootechniques, la qualité des carcasses, l'appréciation des teneurs en acides gras des viandes de gigots de côtes crues et cuites et les qualités sensorielles de ces viandes.

Partie 1 : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre 1 : Présentation de l'élevage ovin, qualité des carcasses et composition de la viande

1- Présentation de l'élevage ovin dans le monde et en Algérie

Le mouton (*Ovis ariés*) est élevé pour sa laine, son lait et sa viande. Il est élevé dans le monde entier. Il représente une population de 1.120 milliards de têtes (Christian, 2003).

A l'heure actuelle, l'Australie, la Chine, la Nouvelle Zélande, la Patagonie et le Royaume uni sont les principales régions consacrées à l'élevage du mouton.

Au niveau du maghreb, l'élevage ovin reste fortement ancré dans les traditions algériennes, marocaines et tunisiennes. L'ovin joue un rôle économique et social important dans ces pays. Les effectifs se chiffrent à environ 19,5 millions de têtes en Algérie ; 17 millions au Maroc, et seulement 4 millions en Tunisie (Ministère de l'agriculture, 2008).

En effet, la viande ovine est traditionnellement la plus appréciée par la population Nord-Africaine, et le mouton reste par excellence l'animal le plus élevé. Les systèmes de productions ovines sont un élément fondamental de l'économie, notamment par leur adaptation à plusieurs milieux naturels et aux ressources fourragères spontanées et variables qui font de la viande produite, une denrée biologique d'excellente qualité.

1-1 Aperçu sur l'élevage ovin en Algérie

Parmi toutes les espèces animales, le cheptel ovin occupe la plus grande proportion estimée à 79%. Il représente une population de près de 20 millions de têtes.

La répartition géographique du cheptel ovin en Algérie est très inégale. En effet, la majeure partie de l'élevage ovin est concentrée dans la zone steppique, le reste de l'effectif se trouve au niveau de la zone Tellienne et une minorité est localisée dans la zone saharienne (Tableau 01).

Tableau 01 : Répartition du cheptel ovin par zone bioclimatique (M.A., 2008)

Zone	%
Humide	02.30
Sub-humide	23.90
Semi-aride	43.70
Aride	26.00
Désertique	04.10

Dans la zone humide, le cheptel ovin ne correspond pas aux possibilités d'exploitation des ressources fourragères existantes. Au vu de l'importance du cheptel dans cette zone et des potentialités alimentaires qu'elle recèle, celle-ci peut offrir d'importantes ressources en viande. Quant à la zone semi-aride, elle constitue un endroit à dominance ovine. Elle dispose à elle seule, la majorité des disponibilités fourragères, mais ne répond pas aux besoins des troupeaux en raison de la surexploitation de ses ressources par des pacages irrationnels, anarchiques et des irrégularités climatiques.

La zone aride dispose d'un quart du cheptel ovin national, ses faibles potentialités en ressources fourragères ne répondent pas aux besoins des animaux.

Enfin, la zone désertique qui ne dispose que de 4% des effectifs ovins vivants dans les Oasis, et dont l'alimentation n'est qu'à base de sous produits de l'exploitation, des rebus de dattes et de maigres pâturage.

1-2 Production de viandes au niveau mondial

La production mondiale de viandes est estimée par la F.A.O., (2012) à 294 millions de tonnes toutes espèces confondues.

En nombre de tonnes de viandes produites mondialement par toutes les espèces animales, la viande de mouton ne représente que 3,87%. C'est le porc, la volaille et le bœuf qui représentent la plus grande part (tableau 02).

Tableau 02 : Productions de viandes dans le monde (millions de tonnes)

Espèce	Millions de tonnes	%
Bœuf	63	24.42
Porc	100	38.75
Volailles	75	29.06
Mouton	10	03.87
Autres	10	04.90
Total	258	100,00

Source : FAO. (2005)

Les productions mondiales de viandes, par zone géographique (Tableau 03), montrent que c'est en Asie, en Europe et en Amérique du nord que les productions sont plus importantes (tableau 03).

Tableau 03 : Répartition géographique des productions de viandes dans le monde. (Millions de tonnes)

Zones	Production (millions de tonnes)	Production %
Afrique	12	4.65
Amérique du nord	53	20.54
Amérique du sud	27	10.46
Asie	102	39.54
Europe	58	22.48
Océanie	06	02.33
monde	258	100,00

Source FAO (2005)

En Afrique du nord, Rondia,(2006), rapporte que la production de viande ovine représente 40% de la production de viande rouge.

1.3. Production de viande en Algérie

Selon les statistiques du ministère de l'agriculture. (2008), la production totale de viandes en Algérie représente 601.10³ tonnes dont 215.10³ tonnes de viande ovine.

Les filières de viandes rouges en Algérie reposent globalement sur des élevages bovins et ovins. Les élevages camelins et caprins ne sont que marginalement représentés. Leurs niveaux de productions restent modestes.

1.4. Consommation de la viande au niveau mondial

Selon la FAO (2006), la forte consommation de la viande par habitant est détenue par l'Amérique du nord. Elle est estimée à 115 kg par habitant/an. En Afrique, celle ci ne dépasse guère les 15kg/habitant/an (Tableau 04).

Tableau 04 : Consommation de viande (en kg par habitant et par an).

Zones	Viande bovine	Viande ovine	Viande de porc	Viande volaille	Total
Afrique	06.00	3.00	01.90	04.10	15.00
Amérique du nord	40.00	0.70	30.00	44.30	115.00
Amérique du sud	30.40	0.90	08.40	24.50	64.20
Asie	04.10	1.70	13.60	06.80	26.20
Europe	16.10	2.30	34.10	16.00	68.50
Océanie	30.40	16.40	16.50	25.70	89.00
Monde	09.70	1.80	11.80	11.10	34.40

FAO. (2005)

Au niveau mondial, la consommation de la viande ovine reste insignifiante, comparativement à celle des autres espèces animales.

Actuellement, les pays ayant la plus forte consommation en viande ovine sont les pays du Golf persique, la Nouvelle Zélande, la Grèce, le Royaume uni et l'Irlande. Ces pays consomment en moyenne entre 3 et 18kg par habitant et par an.

Aux USA et en Europe, les consommations de la viande ovine par habitant et par an restent insignifiantes comparativement aux viandes de porc, de bœuf et de volaille (Tableau 04)

1.5. Consommation de la viande en Algérie et dans le pourtour Méditerranéen

Le niveau actuel de la consommation de la viande rouge par habitant et par an en Algérie est le plus faible que celui des pays du pourtour méditerranéen (FAO, 2009).

En effet, en 2005 la consommation en Algérie des viandes rouges, blanches et poisson, est de l'ordre de 29.67 Kg par habitant/an. Cette quantité reste faible comparativement à celle du Maroc (38,45Kg), de la Tunisie (45,20kg) et de l'Égypte (42,57kg), (Tableau 05). Au niveau européen, la consommation de viande est actuellement estimée à 82kg par an et par habitant (FAO, 2009).

Tableau 05 : Consommation des viandes rouges, du poulet et du poisson (en kg/habitant/an en 2005)(F.A.O., 2009)

Pays \ Année	Algérie	Maroc	Tunisie	Égypte
1990	29.54	31,94	34,05	30,14
2005	29.67	38,45	45,20	42,57
Croissance (%)	0.40%	20,40%	32,75%	41,20%

2. Qualité des carcasses ovines

2.1. Généralités

La carcasse est le produit issu de ce qu'il est convenu d'appeler la première transformation de l'animal.

Pour le consommateur, les meilleures carcasses ovines sont celles qui pèsent entre 16 et 20kg. Les limites de poids sont en relation avec le désir de fournir au consommateur des côtelettes de tailles suffisantes (fig 01), et des gigots de grosses tailles (fig 02) (Debrot et Constantin, 1968).

La qualité de la viande est fondée sur d'autres aspects, que sont la couleur du muscle, la finesse de la fibre, la nature du gras, la couleur, la consistance et enfin la succulence et la flaveur des morceaux après les transformations au cours de la cuisson (Debrot et Constantin, 1968).

Dans le cas du mouton, la qualité de la carcasse et de la viande sont intimement associés par le fait que les morceaux proposés aux consommateurs soient des parties comprenant, muscle, os, gras et conservant leurs formes anatomiques ; ce qui n'est pas le cas pour les viandes bovines vendues sans os, parées et souvent en tranches (Bauchart et al, 1987).

2.2. Classement des carcasses

2.2.1 Selon l'état d'engraissement

L'état d'engraissement est un caractère diversement apprécié selon les pays, car il joue un rôle important dans la détermination de la qualité et par conséquent de la valeur marchande de la carcasse. La viande de mouton ne doit être ni trop maigre ni trop grasse, dans un premier cas elle manque de saveur ; dans le second elle présente un goût désagréable.

L'état d'engraissement est noté de 1 à 5, avec une note de 1 pour une carcasse maigre et 5 pour une carcasse grasse. La note optimale recherchée par le consommateur est de 3, soit une carcasse

recouverte d'une légère pellicule de gras. Cette mention est apposée sur la carcasse à l'aide d'une encre alimentaire.

Afin de permettre aux opérateurs de la filière de prendre connaissance des caractéristiques du gras de couverture, Normand, (2002), a établi un guide de caractérisation classé comme suit :

Maigre : aucune trace de graisse, ni à l'intérieur ni à l'extérieur de la carcasse. Les muscles sont parfaitement visibles.

Cires : une mince pellicule de graisse recouvre en partie la carcasse, laissant apercevoir les muscles des épaules et des gigots sur la face interne de la cage thoracique. Les muscles entre les côtes sont nettement visibles.

Couvert : une couche de graisse recouvre uniformément et sans excès, la presque totalité de la carcasse. Elle peut représenter des plaques légèrement épaisses à la base de la queue, sur les reins, sur la face interne de la cage thoracique. Les muscles entre les côtes sont visibles.

Gras : un manteau de graisse assez épais recouvre entièrement la carcasse, sur les membres. La couche est importante sur la face interne de la cage thoracique.

Très gras : un manteau de graisse épais recouvre la carcasse marquée à différents niveaux par des amas graisseux (Bauchardes et al., 1987). Selon ces auteurs, l'état d'engraissement ne doit pas être excessif pour un agneau de 16kg. La graisse de rognons doit peser 300 g au maximum. On tolère jusqu'à 5% du poids de la carcasse. La couche de graisse de couverture ne doit pas dépasser 0,5cm (Debrot et Constantin, 1968 ; Normand et al, 2002). La face externe de la cuisse ne doit pas être recouverte d'une forte couche de graisse. La meilleure viande est marbrée et persillée. Elle ne peut provenir que d'un animal, engraisé pendant la croissance (Debrot et Constantin., 1968).

2.2.2. État de conformation

La conformation est notée par l'une des lettres EUROP. (Gaillardon et Melani, 1984 ; Paquay et Bister, 1987)

E Excellente carcasse : plus de 60% de muscle. Profil convexe à super convexe.

U Très bonne carcasse : plus de 55% de muscle. Profil convexe dans l'ensemble.

R Bonnes carcasses : entre 50 et 55% de muscles. Profil rectiligne dans l'ensemble.

O Assez bonne carcasse : entre 45 et 50% de muscle. Profil rectiligne à convexe.

P Carcasse médiocre : moins de 40% de muscle. Profil concave.

3. Composition de la carcasse

La composition de la carcasse peut être exprimée en poids des morceaux tels qu'ils sont obtenus et vendus dans les boucheries Kelling et al, 1990).

Le boucher recherche des carcasses fournissant un pourcentage élevé en morceaux de première catégorie, cuisse, aloyau, train de côtes qui doivent présenter un développement maximum (Tableau 06).

Tableau 06 : Découpe de la carcasse en % (Debrot et Constantin ; 1968).

Morceaux	%
Cuisse	30
Aloyau	17
Train de côtes	10
Flanc	05
Poitrine	07
Côtes	09
Epaule	15
Cou	07
Total	100

Tableau 07 : Importance des différents morceaux de viande dans la carcasse d'agneau (INRA, 2002).

Type de morceau	%
Gigot	26,90
Épaule	19,20
Poitrine	10,80
Carré couvert	10,40
Filet	08,80
Selle	08,70
Carré découvert	07,40
Collier	07,20
Perte à la coupe	0,60
Total	100,00

Dans les carcasses d'agneaux, quelles que soient leurs races, aux mêmes poids et aux mêmes états d'engraissements, une certaine harmonie anatomique rend constante la proportion relative des différentes régions corporelles (INRA, 2002).

Au niveau des populations et des races, les variations restent faibles pour les carcasses de 16 à 18kg et sensiblement au même état d'engraissement.

3.1. Forme du gigot



Figure 01. Forme du gigot d'agneau

C'est un critère commercial très important. Les variations sont très sensibles par l'importance volumétrique que par le modèle de muscles et de gras qui couvre cette région. Le gigot doit présenter une forme de cône aussi large que haut ; le muscle de la face interne rebondi et présentant une convexité régulière à la face dorsale (fig 01). Le gigot est alors dit plein de viande (Kelling et al, 1986).

La variation de la longueur de gigot est assez large, cette dimension peu atteindre 32 à 33cm pour les agneaux de races rustiques comme le Mérinos d'Arles. Pour les meilleurs agneaux de race southdown ou de la chamoise, elle peut s'abaisser à 18-19cm. Les valeurs moyennes de 24-26cm sont relevées dans le cas de la race Iles de France, Berrichonne etle Mérinos précoce.

3.2. Représentation du gigot avec l'évolution du poids.

Au fur et à mesure que le poids de la carcasse augmente, le pourcentage probable du gigot diminue (Tableau 08).

Tableau 08 : Pourcentage probable du gigot par rapport au poids de la carcasse.(Legras, 1971)

Numéro du poids	P1	P2	P3	P4	P5
Poids de la carcasse (en Kg)	6.50	10.00	14.00	17.00	19.50
% probable de gigot	31.0	29.50	28.00	27.00	26.00

3.3. Appréciation par le consommateur

Le consommateur désire des carcasses ou des morceaux qui aient la proportion la plus élevée possible de muscle pour un minimum d'os et de gras.

Tableau 09 : Poids des viscères de certaines espèces animales (kg/animal).

Espèce	Poids des poumons	Poids du foie
Mouton	0,50	0,60
Bœuf	5,00	7,50
Veau	1,50	2,00
Cheval	-	5,50

Le tableau 09 montre que les poids des poumons et de foies sont proportionnels au poids de chaque espèce animale.

Tableau 10 : Représentation du Poids de l'appareil digestif par rapport au poids vif (en %) (Debrot et Constantin, 1968).

Espèce	Poids du ventre (estomac+intestin)	Sans contenu
Mouton	16 à 20	
Bœuf	20 à 25	4 à 6
Veau	13	

Le tableau 10 montre que par rapport au poids vifs, la représentation en % des viscères varie selon l'espèce et l'âge. Selon Debrot et Constantin (1968), le foie est la plus grosse glande du corps; il représente de 1 à 1,5% du poids de l'animal selon l'espèce.

3.4. Relation entre régimes et fonctions hépatiques

Selon Debrot et Constantin(1968), Samson et al, (1980), de nombreuses et importantes observations montrent que les régimes alimentaires riches en maïs et en lipides jouent un rôle dans le développement du foie.

3.5. Rondicité de la côte

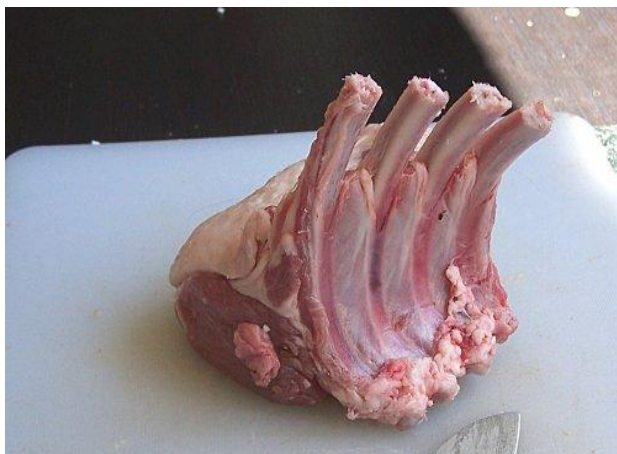


Figure 02: Découpe des cotes d'agneau

Les carcasses trop larges au niveau des côtes laissent généralement une mauvaise impression. Les acheteurs pensent qu'elles n'ont que du « coffre ».

La rondicité de la côte est recherchée car elle permet d'obtenir des côtelettes à manches courtes, à noix ronde de belle apparence.(figure 02).

3.6. Importance des tissus adipeux

Les différents dépôts adipeux de l'animal (gras abdominal, de rognons, sous cutané ou de couverture, gras interne) se forment à des vitesses plus au moins rapides au cours de la croissance et de l'engraissement de l'animal. Leur développement est d'autant plus fort, que la vitesse de croissance est elle-même élevée et que l'animal est plus âgé, (Kelling et al, 1986).

Suivant l'importance du gras de la carcasse, un poids de 250 à 300 g doit être considéré comme l'optimum pour une carcasse de 16 à 17kg.

Avec des poids de gras de rognons inférieurs à 200g, la graisse de couverture qui peut être mesurée au dessus de la noix de côtelette risque d'être insuffisante. Craplet et Thibier, (1984) rapportent que l'optimum pour une carcasse de 15 à 16 Kg se traduit par des gras de rognons de 200 à 300g.

Bien que le poids du gras de rognons donne une estimation de l'importance totale du gras, le jugement peut être affiné en y associant la mesure de l'épaisseur du gras de couverture au dessus de la noix de côtelette au niveau de la 13^{ème} côte par incision en croix des couches adipeuses.

On peut facilement examiner et mesurer à ce niveau l'épaisseur des dépôts adipeux. Des épaisseurs de 1 à 3 mm sont considérées comme optimum pour des carcasses de 16 à 20kg (Henri Dupin et al. 1992).Au fur et à mesure que l'état d'engraissement s'affirme, on voit disparaître les

muscles dorsaux et lombaires, puis ceux de la fesse (selle) et du dessus de l'épaule ; enfin le gras couvre l'ensemble du gigot. L'excès du gras devra être évité ; d'une part, il augmente le prix de revient et diminue le prix de vente de la carcasse, et d'autre part il engendre des conséquences graves sur la santé du consommateur.

3.7. Forme de la carcasse

La conformation de la carcasse est un facteur important qui renseigne sur une bonne qualité bouchère et une bonne valeur commerciale de la viande, Elle peut être jugée subjectivement. La carcasse devra être agréable à la vue, présentant des gigots globuleux, des reins larges, des épaules épaisses mais bien soudées sur des cotés bien arrondies et un cou épais.

Les caractères de conformation de la partie postérieure (gigot, reins) sont considérés comme primordiaux en raison de la qualité de cette région.

3.8. Mensurations

Les jugements subjectifs de la conformation méritent dans certaines circonstances d'être appuyés par des mesures. Ces mensurations peuvent être nécessaires pour l'établissement des normes raciales et permettre de retracer à posteriori l'allure générale de la carcasse. Dans ce but, les mesures sont prises sur la longueur, la largeur, l'épaisseur et le tour de poitrine de la carcasse. Les mensurations constituent une première approche de la conformation bouchère.

3.9. Ossatures

Les os doivent être fins et supporter beaucoup de muscles. Les variations de l'importance de l'os, sont nettes entre les races. Pour des carcasses de 15 à 18kg, le pourcentage du squelette varie entre 12 à 14%. Pour cet aspect, il subsiste une influence raciale et génétique indiscutable. Dans le cas de la race chamoise et southdown un taux de 17 à 19% est atteint (Debrot et Constantin., 1968).

3.10. Décomposition de chaque quartier de viande.

Il n'existe pas de méthodes de mesure sûre et rapide du poids ou de la proportion des muscles dans la carcasse.

Tableau 11 : Composition des morceaux (%) (Geay et al, 2002)

Morceaux	Os	Muscle	Gras total	dont gras externe
Gigot	17,00	67,00	16,00	10,00
Selle	15,00	58,00	27,00	15,00
Filet	11,50	60,50	28,00	15,50
Carré couvert	19,00	53,00	28,00	13,50
Carré découvert	18,00	68,00	19,00	2,00
Épaule	17,50	61,50	21,00	8,50
Poitrine	18,00	46,50	35,50	14,00
Collier	20,50	56,00	23,50	5,50
Carcasse entière	17,00	58,50	24,50	11,00

La faveur du marché va vers des carcasses pleines avec un léger gras de couverture, un gras intramusculaire développé, qui donne à la viande de bonnes qualités organoleptiques. Le gigot, le carré découvert et l'épaule constituent des parties très riches en muscles et pauvres en gras total.

En Algérie, la classification des morceaux en catégories n'existe pas, tous les morceaux sont vendus aux mêmes prix. La seule remarque qu'il convient de signaler, c'est que le collier et la poitrine sont deux morceaux qui ont une valeur dépréciée par rapport aux autres morceaux..

3.11. Importance du muscle

C'est le tissu le plus recherché par le consommateur, mais c'est un caractère difficile à apprécier subjectivement, il faut prendre en considération le poids de l'animal, son aspect et sa conformation. L'évaluation de l'importance de la musculature est le point fondamental de l'estimation des animaux de boucherie. Cette estimation sur le marché est estimée à l'œil nu par un jugement de la carcasse en tenant compte de son aspect, son poids et de sa conformation.

D'après Debrot et Constantin,(1968), l'importance de la musculature varie selon les morceaux de 46% à 68%(Tableau 11).

Tableau 12 : Poids de la peau (% du poids vif)

Espèce	%
Génisse	6
Veau	7
Mouton	15 à 20

Le poids relatif à la peau dépend de l'espèce, de la race, de l'âge, le sexe, l'état d'embonpoint de l'animal (Debrot et Constantin., 1968)

4. Physiologie de transformation du muscle en viande

4.1. Caractéristiques du muscle

Les protéines structurales (actine, myosine, tropomyosine et actomyosine) constituent 70 à 80% de la teneur totale en protéines chez les êtres vivants, comparé au taux de 40% chez les mammifères. Les protéines sarcoplasmiques (myoalbumine, globuline et enzymes) représentent 25 à 30% des protéines. Celles du tissu conjonctif représentent 17% chez les mammifères.

Les fibres qui sont des éléments constitutifs possèdent des protéines contractiles, des enzymes pour le stockage de l'énergie (glucides et lipides) et des enzymes protéolytiques responsables du catabolisme des protéines au cours de la maturation des viandes.

Les propriétés contractiles des fibres dépendent des isoformes de myosine. Leur activité métabolique dépend des enzymes et des voies empruntées par les nutriments énergétiques du muscle (glucose, acides gras, lactate). La voie glycolytique anaérobie, produit du lactate à partir du glycogène. La voie oxydative aérobie donne lieu à une oxydation du glucose ou des lipides dans les mitochondries ainsi qu'au stockage des triglycérides dans les fibres musculaires ou dans les adipocytes intramusculaires. (Hocquette et al., 1998)

Selon l'activité contractile et métabolique des fibres rouges oxydatives (type ISO : Slow oxydative) ; Il existe des fibres rouges oxydoglycolytiques à contraction rapide (type HA.FOG : Fast-oxydo-glycolytique) et des fibres blanches glycolytiques à contraction rapide (HBFG) (GEAY., 2000).

4.2. Maturation musculaire

Après abattage de l'animal, le muscle continue de vivre après la mort de l'animal, la viande est au stade de la contractibilité, pantelante, chaude, vaporeuse, neutre chimiquement et résistance à la dent après cuisson.

Après maturation, elle se ramollit, devient froide juteuse et acide. Elle devient tendre et savoureuse, succulente, après cuisson. Le point optimum de la valeur alimentaire est atteint 20 heures après abattage. Son potentiel hydrogène (pH) normal se situe à 6 (Debrot et Constantin., 1968).

La transformation du muscle en viande est un processus complexe, faisant intervenir des facteurs enzymatiques (protéases) et des facteurs physico-chimiques (pH, pression osmotique).

Après la saignée, la viande se vide de son sang, le muscle se trouvant en situation d'anoxie, s'acidifie progressivement, suite à la conversion du glycogène en lactate. Selon Touraille, (1994), le

potentiel hydrogène chute de 7,1 à 5,6, entraînant un pouvoir de rétention d'eau faible par rapprochement du point isoélectrique des protéines.

La réserve de glycogène utilisée pour l'effort physique de l'animal, dépend de l'alimentation et des états de stress avant abattage. Dès la mort de l'animal, le métabolisme musculaire est altéré affectant la structure et la composition biochimique du muscle. L'hydrolyse des protéines myofibrillaires par les calpaïnes, protéosomes et cathepsines ; la libération de calcium dans le cytosol ; la chute de pH et l'augmentation de la pression osmotique influencent la sensibilité de la viande. D'autres altérations provoquent l'oxydation des lipides intramusculaires et l'oxydation de la myoglobine de la viande (humidité, chaleur, manque d'air).

Immédiatement après abattage et pour maintenir une homéostasie, la cellule musculaire empreinte un métabolisme anaérobie épuisant le glycogène de réserve et la créatine phosphate. L'état ultime du niveau énergétique est caractérisé par une chute d'ATP qui provoque la libération du Ca^{++} qui constitue un facteur favorisant la contraction musculaire. (Jijang et al, 1998).

Le complexe actomyosine est l'élément clé de la contraction musculaire, il résulte du groupement des molécules de myosine et d'actine lorsque le muscle est au repos. Sous l'effet d'un stimulus nerveux, la libération du calcium du réticulum sarcoplasmique entraîne la formation du complexe actomyosine qui entraîne un durcissement de la viande (stade rigor-mortis) (Lawry, 1992). Contrairement à l'abaissement du pH, la pression osmotique s'élève jusqu'à l'achèvement de la rigidité cadavérique, provoquant l'altération de l'intégrité des myofibrilles et la dissociation des protéines contractiles. En plus, d'autres mécanismes d'attendrissement s'installent provoquant une protéolyse myofibrillaire par les cathepsines qui fragilise le complexe actomyosine préalablement formé et qui conduit à un attendrissement de la viande (Jijang, 1998).

Le phénomène de protéolyse peut être estimé par l'indice de fragmentation myofibrillaire qui augmente significativement, produisant une viande tendre, juteuse et intéressante sur le plan technologique, (Veiseth, 2001). Le facteur inhibiteur de la vitesse de maturation musculaire est relatif au rapport calpaïnes/calpastatine qui est de l'ordre de 1 / 2,25 chez l'agneau ; il s'accroît quand l'activité ATP augmente. D'autres auteurs pensent que la cinétique de l'évolution post-mortem de la viande dépend de la teneur en Ca^{++} (Takahashi, 1996).

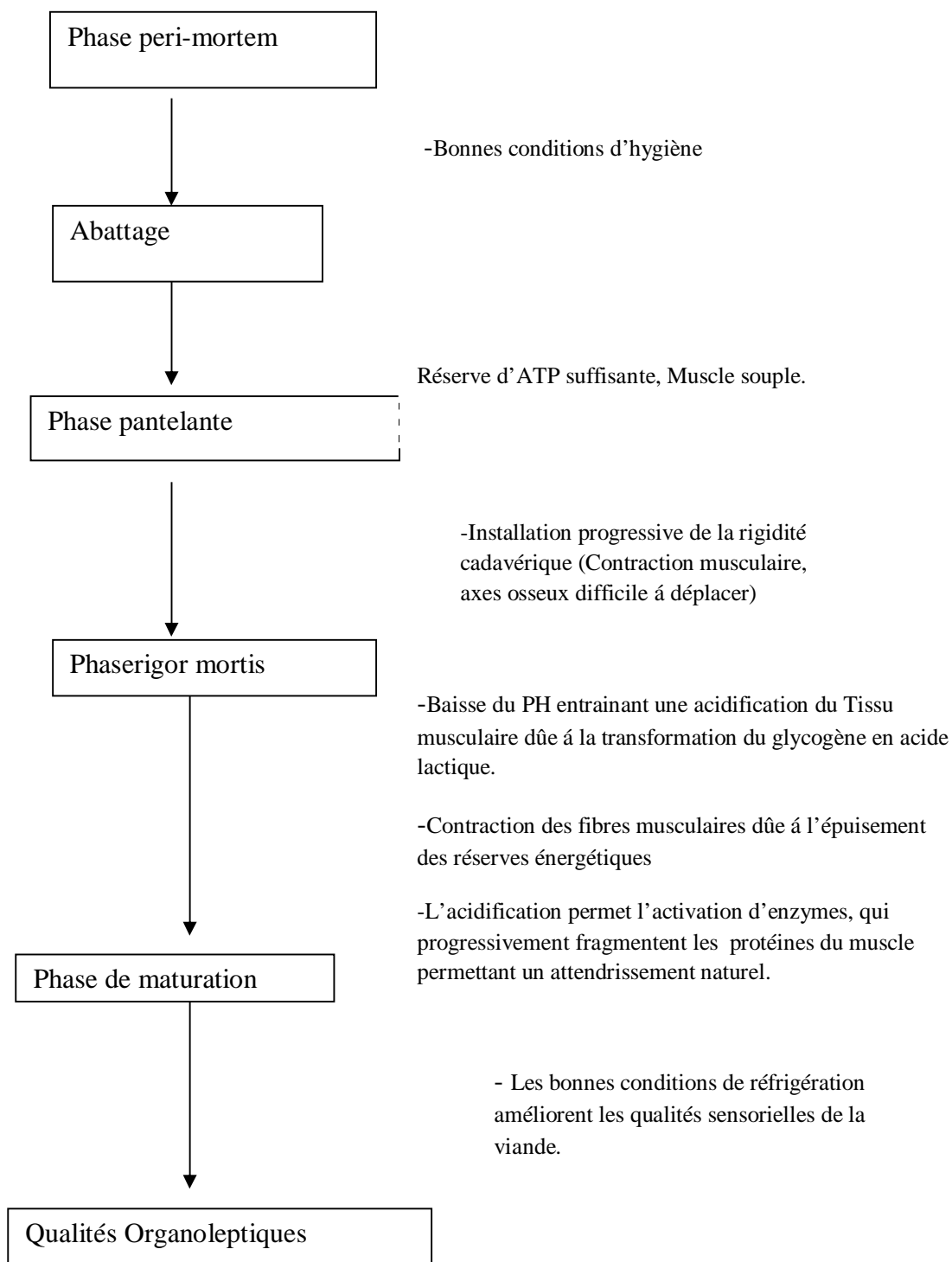


Figure 03 : Etapes de la maturation de la viande

4.3. Aspect de la viande

La couleur du muscle est essentiellement conditionnée par sa teneur en myoglobine. La myoglobine, protéine transporteur d'oxygène se présente sous différentes formes, en fonction du degré d'oxydation du fer dans le noyau héminique une forme réduite à l'intérieur du muscle pourpre, et une forme oxygénée à la surface du muscle de couleur rouge vif (Geay., 2002).

A l'air libre la myoglobine s'oxyde en métmyoglobine de couleur brune sous l'action des radicaux libres (OH-) qui sont capables de dégrader la couleur, et de provoquer l'oxydation des lipides. Ce type d'oxydation est à éviter car elle confère aux viandes rouges, une couleur brune, principal motif du rejet de la part du consommateur (Zachariah et Satter, 1973). La noix de côtelette d'agneau renferme 10µg vers l'âge de six mois, puis 15µg au-delà d'un an.

La majorité des consommateurs recherchent une viande ayant des caractères relativement peu prononcés; c'est sans doute pourquoi l'agneau peu engraisé est le plus recherché (Miller., 1994).

Selon Miller,(1994), la teneur en myoglobine augmente avec l'âge de l'animal et son alimentation, ce qui donne au sang des couleurs variables (Tableau 13).

Tableau 13 : Teneur de la viande de bœuf et d'agneau en myoglobine (µg) et coloration de la viande (Miller, 1994).

Espèce	Age	Myoglobine	Couleur
Bœuf	12 jours	0,70	Rose brin
	3 ans	4,60	Cerise lumineux
	+ de 10 ans	16-20	Rouge sombre
Agneau	6 mois	2,50	Rouge vif

4.3.1. Influence de l'alimentation sur la couleur de la viande

4.3.1.1. Nature de la ration

La teneur en pigments responsables de la couleur de la viande semble être influencée par la nature de la ration, d'une part, et le niveau alimentaire d'autre part (Vestergaard et al, 2000).

La couleur augmente avec l'âge, chez les jeunes animaux la viande est très pâle (alimentation lactée) ce qui est dû à une activité enzymatique réduite du métabolisme oxydatif en rapport avec le taux de Fer.

Les animaux âgés présentent une pigmentation plus ou moins intense en relation avec le type de prise alimentaire (Hopkins, 1999). Ceci est dû à l'activité physique et au faible niveau alimentaire (Muir et al,

1998 ; Vestergaard, 2000). Lynch et al., (2002), trouvent que la protection des phospholipides et du cholestérol des membranes par les antioxydants (vitamines E de 0,1mg/kg de poids vif), ont une action préventive et significative contre l'oxydation de la viande (Mc. Dowell et al., 1996)

4.3.1.2. Niveau alimentaire

Dans certains cas, l'alimentation exerce un effet direct sur la qualité du muscle. Ainsi, la couleur de la viande est liée à la composition de l'aliment.

Un niveau alimentaire réduit est à l'origine d'une couleur sombre, conséquence d'une augmentation de fibres oxydatives, contrairement à un niveau alimentaire riche en finition qui donne une couleur rouge vive recherchée par le consommateur (McCaughey et al. 1996), ce qui est dû vraisemblablement à une amélioration de la conduite aboutissant à un pH recommandé de 5,6 après 24 heures post-mortem. (Farouk et al., 2000; Wong et al., 1999).

Enfin, la teneur en glycogène de la viande et sa vitesse de dégradation conditionne sa couleur (Immonen et al, 2000). D'où la forte corrélation entre le pH musculaire ultime et la couleur de la viande (Wong et al, 1999).

5. Composition nutritionnelle et diététique de la viande

5.1. Composition chimique

La viande de ruminant, notamment celle de l'agneau est d'une excellente valeur biologique (acides aminés indispensables, oligo-éléments, vitamines et un éventail d'apports qualitatifs et nutritifs en lipides). Elle est facilement assimilable par l'organisme humain et nécessaire à l'entretien et à la croissance de l'organisme. Sa composition est proche de celle du corps humain (75% d'eau, 1 à 6 % de graisses, 19 à 25% de protéines, 1 à 2% de glucose dans le muscle (Geay, 2002).

La viande est avant tout une source importante de protéines riches en acides aminés essentiels pour la plus part des espèces animales ; comparé aux protéines végétales. La valeur biologique de la protéine animale est d'autant plus élevée que sa composition en acides aminés se rapprochera plus de celle des protéines requises par l'organisme, c'est pour cette raison que les protéines d'origine animale ont toujours un coefficient d'utilisation supérieur à celui des protéines végétales (Williamson et al., 2005). Elles sont riches en acides aminés (52,2g/100g), notamment en lysine (9,1g/100g) ; et ayant une teneur faible en acides aminés soufrés (CIV., 1996 ; Fauconneau et al, 1997).

Tableau 14 : Composition chimique du muscle de l'agneau et de la Chèvre en % (Gruszecki et al. 1999)

Constituants	Muscles		
	Agneau	Chèvre	Écart
Eau	74.45	76.45	+2.00
Matière sèche	25.55	23.55	+2.00
Matières minérales	1.05	1.13	-0.08
Protéines	19.28	20.21	-0.93
Matières grasses	4.15	2.28	+1.87

De ces données, il ressort que les protéines de la viande de chèvre est mieux pourvue en protéines (Tableau 14).

Tableau 15: Composition nutritionnelle comparée de la viande d'agneau poulet-bœuf-chèvre

Espèce	Chèvre	Poulet	Bœuf	Agneau
Composition des viandes				
Calories	122.00	162.00	179.00	175.00
Matières grasses	2.60	6.30	7.90	8.10
Protéines(g)	22.00	25.00	25.00	24.00
Acides gras saturés (g)	0.99	1.70	3.00	2.90
Cholestérol (mg)	6380	76.00	73.10	78.20

Les viandes de bœuf et d'agneaux, comparativement à celles de la chèvre et du poulet, apparaissent plus riches en acides gras saturés (Tableau 15).

5.1.1. Énergie

La quantité d'énergie fournie par la viande est variable selon l'espèce animale. En effet, les teneurs en protéines et en lipides diffèrent d'une catégorie de viande à une autre (Tableau 15).

5.1.2. Teneur en protéines

Tableau 16 : Teneur en protéines dans divers morceaux de viande d'agneau cuites (g/100g)

Morceaux	Côte grillé	Rôtie	Côte première grillée	Gigot rôti	Epaule rôtie	Références
Protéines g /100g	21	-	23	23	25	CIV1996
	-	24,4	-	27,7	-	Santé Canada 2005

Selon le mode de cuisson, et selon la catégorie de viande, les teneurs en protéines varient d'une manière plus ou moins importante.

5.1.3. Lipides

Selon l'espèce animale et l'état d'engraissement, la teneur en lipides varie de 2% à 14%.

Les lipides constituent la réserve énergétique de la viande, précurseur de vitamines liposolubles (A, D, E, K) ; d'hormones (prostaglandines) et sont porteurs d'acides gras essentiels (oméga 3, oméga 6).

Les lipides sont responsables de la saveur et de la palatabilité de la viande. Leurs teneurs varient en fonction des morceaux de découpes et du mode de cuisson. (Tableau 17)

Tableau 17 : Contenu en graisses pour 100g de viande cuite des viandes de volaille, d'agneau et de bœuf.

Catégorie De viande	Espèce	Nature de la cuisson	Teneur en graisse (Mg/g)
Cuisse	Poulet	Rôti	6,9
Côtelette	Agneau	Parée et grillée	8,2
Côte	Bœuf	Parée et grillée	8,4
Filet	Bœuf	Paré et grillé	8,9
Viande maigre	Bœuf	Hachée bien cuite	13,8

Source : Santé Canada (2005)

La comparaison de la viande de volaille à celle de l'agneau et du bœuf, révèle que celle-ci est moins grasse dans les mêmes conditions de cuisson (Tableau 18).

Selon Santé Canada (2005), la teneur en graisse d'une côtelette parée et grillée est comparable à la teneur en graisse du filet de bœuf cuit de la même manière (8.2 mg et 8.9 mg)

5.1.4. Minéraux

Tableau 18 : Teneur de la viande crue en différents sels minéraux (CIV., 1996).

Éléments	Teneur en mg/100g
K	670.00
NA	36.00
CA	19.00
Mg	21.00
P	250.00
Fe	4.00
Total	1000.00

Si les minéraux sont présents en faibles quantités, (environ 1%), ils présentent une importance nutritionnelle non négligeable surtout en ce qui concerne le fer. La viande rouge constitue aussi une source de phosphore qui est un élément constitutif de la membrane cellulaire.

D'après Lamand et col, (1998), la viande renferme 11µg de sélénium, derrière le poisson et les œufs qui contiennent respectivement 29,5µg et 22,7µg/100g en moyenne.

Tableau 19 : Teneur en fer et en zinc des viandes de bœuf et d'agneau cuites (mg/100g).

Type de viande Minéraux	Bœuf			Agneau	
	Rumsteak grillé	Faux filet rôti	Entre côte grillé	Gigot rôti	Côtes premières grillées
Fer	2.90	1.90	2.60	2.00	5.30
Zinc	4.20	3.30	5.40	2.90	2.50

La quantité de fer et de zinc varie de 2 à 5,5mg/100g de viande cuite chez le bœuf et l'agneau (CIV., 1996).

La viande de ruminant est une source du fer hémérique deux fois supérieure à celle du poulet (3mg contre 1,3mg/100g) (CIV., 1996). Le zinc et le sélénium sont des cofacteurs dans de nombreuses réactions biochimiques (cicatrisation et synthèse d'hormones).

5.1.5. Vitamines

Les vitamines sont des cofacteurs de plusieurs systèmes enzymatiques. La vitamine A est présente dans la viande rouge, les reins, le foie de tous les animaux de boucherie. De même la viande rouge, les reins, le foie, le cœur et les rognons constituent une source intéressante en vitamines du groupe B (B1, B2, B3, B6, B12) (Chan et al, 1995), en particulier les vitamines B6 et B12 virtuellement absentes dans les produits végétaux, mais synthétisées par les microorganismes du rumen.

Dans la viande d'agneau, les teneurs en vitamines B12 varient entre 1,5mg et 2,5 mg/100g ; alors que celles de la vitamine B6 se trouvent entre 0,15 et 0,25mg /100g (Favier et al, 1995). Selon Desaulniers et Dubost, (2003), l'OMS a fixé un seuil minimal de la vitamine B12 de 0.48 µg. Le seuil standard est plus élevé, il est fixé à 1 µg, il correspond à la quantité nécessaire pour corriger une carence en vitamine B12.

La vitamine B12 est exclusivement présente dans les aliments d'origine animale où il est lié aux protéines. Toutes les viandes, de bœuf, d'agneau et de cheval sont riches en vitamines B12. Selon Santé

Canada, (2006), l'absence de la vitamine B12 dans les végétaux représente un des problèmes du régime végétarien (Tableau 20).

Tableau 20: Teneur en vitamines de la viande cuite de gigot rôti et des côtes premières grillées (mg/100g) ; CIV., (1996)

Type morceau Vitamine	Gigot rôti	Côtes premières grillées
B1	0.13	0.10
PP	7.20	7.60
B5	0.83	0.70
B6	0.34	0.36
B12	1.60	1.70
E	0.18	0.11

Tableau 21: Teneur en vitamines de la viande d'agneau crue et des apports nutritionnels conseillés. (ANC) /100g

Types de vitamines	Teneurs	Besoins ANC
A	0.48µg	1.00 µg
B1	0.11 mg	1.50 mg
B2	1.60 mg	1.60 mg
B3	3.40 á 7.40 mg	18.00 mg
B5	0.20 á 0.70 mg	10.00 mg
B6	0.20 á 0.70 mg	2.00 mg
B8	0.40 á 0.50 mg	200.00 µg
B12	5.10 á 8.40 mg	3.00 µg
E	0.11 mg	12 mg

Source : Desaulniers et Dubost, (2003)

Selon Desaulniers et Dubost, (2003), 100g de viande ne couvre que 25 á 70% des ANC des adultes, et 100g de foie couvre 100% des apports. La vitamine E n'est présente qu'en faible quantité (0,11mg). Elle joue un rôle d'antioxydant.

Chapitre 2. Valeur nutritionnelle et diététique des acides gras des viandes de mouton

1. Biosynthèse des lipides

La biosynthèse des lipides est une voie métabolique très importante. En effet, la capacité de mise en réserve du glucose est très limitée. Le glucose excédentaire est alors transformé en acides gras, qui sont eux mêmes transformés en triacylglycérols que le tissu adipeux peut accumuler en grandes quantités.

La réaction globale de synthèse des acides gras est catalysée par un ensemble de sept enzymes localisées dans le cytosol, appelées complexe acide gras synthétase. Les dérivés acyles intermédiaires ne sont pas sous forme d'esters du coenzyme A, mais sous forme de triester d'une protéine de faible poids moléculaire appelée ACP (Acyl Carrier Protein).

La première étape consiste à remplacer le coA par ACP dans une action de trans estérification. Mais le groupe acyle est aussitôt transféré par une réaction analogue sur le groupe thiol de l'un des enzymes (E) de la complexe acide grasse synthétase.

Parallèlement, une molécule d'acyl coA a été transformée en malonyl coA par introduction d'un groupe carboxyle fourni par HCO_3^- qui vient se fixer sur le méthyle de l'acétyl coA. Cette réaction est catalysée par une acetyl coA carboxylase dont la biotine constitue le groupement prosthétique. Cet enzyme est par ailleurs un enzyme régulateur de l'anabolisme. Le malonyl coA est à son tour transformé en malonyl ACP.

La dernière étape est une condensation de type synthétase malonique mettant à profit le caractère nucléophile du carbone méthylique, qui opère une substitution nucléophile acyle sur le Thio ester R-CO-S-E.

Les acides gras jouent un rôle très important comme substrat énergétique chez les animaux supérieurs ; car les cellules peuvent en accumuler des quantités très élevées sous forme de triacylglycérols. Ces acides gras neutres peuvent être emmagasinés sous forme anhydre à l'état de gouttelettes graisseuses cytoplasmiques. Chez les vertébrés, on estime que l'oxydation des acides gras fournit normalement plus de 40% des besoins énergétiques.

Les tissus animaux ne contiennent normalement que de petites quantités d'AGL, qui en fait présentent une certaine toxicité.

C'est sous l'action des lipases (contrôlé par un mécanisme hormonal) que les triacylglycérols sont hydrolysés dans les graisses ou les tissus adipeux. Les acides gras sont alors déversés dans le sang qui les transporte vers les tissus où ils seront oxydés. Là, ils subissent une activation dans le cytoplasme avant de pénétrer dans la mitochondrie où se fait l'oxydation.

Les triacylglycérols fournis par l'alimentation sont eux aussi hydrolysés à divers stades, sous l'action des lipases dans l'intestin. Après avoir traversé la paroi intestinale, le glycérol est d'une part transporté par le sang et d'autre part à partir des AGL, les triacylglycérols caractéristiques sont reconstitués et sont transportés par le système lymphatique jusqu'au tissu de réserve (Gesche, 1982).

Tableau 22: Teneur en acides gras, en g/100g de viande cuite

Type d'AG	g/100g de viande cuite
AGS	5,36
AGMI	4,06
AGPI	0,59
n-3	0,48
n-6	0,231

Cuvelier et al.,(2004) rapportent que d'un point de vue biochimique, il existe deux grands groupes d'acides gras :

D'une part les AGV (C₂ à C₄) issues du métabolisme ruminal des hydrates de carbone alimentaires (Jarrige et al., 1995) suite aux fermentations anaérobiques en pyruvate (Bergman, 1990). Ils sont absorbés par voie ruminale, par diffusion sous forme anionique (acides faibles). Russel et Gahr, (2000); Kristensen, (2005), trouvent que la flore bactérienne utilise les AGV pour leur propre voie anabolique.

D'autre part, il y a les acides gras issus du métabolisme ruminal des lipides. Cette deuxième catégorie comprend les AG synthétisés de novo par les microorganismes du rumen mais aussi des AG issus de l'hydrolyse des triacylglycérols alimentaires avec un taux très élevé de 85 à 95%, d'autant plus élevé, que le régime est riche en lipides (Bauchart et al.,1990) à l'opposé de ceux riches en amidon (Van-nevel et al,1996).

Chez les ruminants, les AG subissent dans le rumen une biohydrogénation avant leur absorption intestinale. L'opération se déroule dans un écosystème microbien constitué principalement de bactéries cellulolytiques (Harfoot et Hazlwood., 1997), et sont donc faiblement incorporés dans la viande (Chillard et al, 2000).

Tableau 23 : Composition comparée en nutriments des viandes de gigot et de côtes d’agneaux de Nouvelle Zélande (mg/ 100g de viande)

Nutriments	Gigot	Côte
Calories	181.00	196.00
Protéines	27.70	24.40
Glucides	0.00	0.00
Lipides	7.00	10.20
AGS	3.10	4.40
AGMI	2.80	4.00
AGPI	0.40	0.60
Cholestérol total	100	94.00
Fibres alimentaires	0.00	0.00

Source : Santé Canada, (2005).

Les teneurs en cholestérol trouvées par Santé Canada (2005), sur le gigot et la côte semblent être supérieures à celles rapportées par l’OMS, (2008) qui donne des proportions variables entre 70 et 90 mg pour 100g dans les viandes de gigots et de côtes. Par ailleurs, cette organisation rapporte pour le filet de bœuf, une teneur comprise entre 33 et 35 mg.

2. Importance en acides gras

D’une manière générale, la quantité et la nature des lipides déposés dans les muscles dépendent en grande partie non seulement des apports alimentaires, mais aussi de la digestion, de l’absorption intestinale, du métabolisme énergétique et des systèmes de transport des lipides jusqu’aux muscles.

Chez les ruminants après sevrage, une forte proportion des AGI de leur ration alimentaire est hydrogénée dans le rumen de sorte que les acides gras intramusculaires des bovins et des ovins soient beaucoup moins insaturés que ceux du porc et des volailles (Hocquette et al. 2005). Ainsi, les lipides des muscles de bœuf et de l’agneau renferment entre 44% et 50% d’AGS contre 30% chez le poulet. L’acide gras dominant est l’acide oléique (CIV, 1996).

Toutefois, si les tissus adipeux externes du ruminant sont effectivement riches en AGS, le tissu adipeux intramusculaire contient des proportions significatives d’AGPI, ceci d’autant plus que l’animal est maigre (Demayer et Doreau, 1999). Pour les AGMI, les teneurs varient entre 38 et 41% dans les viandes de ruminants, contre 46% chez le poulet.

2.1. Effets d’une alimentation riche en AGS sur les maladies cardiovasculaires

Les maladies cardiovasculaires constituent les causes de décès les plus fréquents dans le monde (15 millions par an). En Europe, elles représentent 41 % de la population (OMS, 2005 ; Kara ; 2007).

En Algérie, les maladies cardiovasculaires constituent également les causes de décès les plus remarquée avec un taux de 44% (Abdelghani, 2007).

Les acides gras saturés proviennent essentiellement des lipides d'origine animale, qui sont également riches en cholestérol sanguin, qui entraînent l'athérosclérose qui rétrécit les artères, allant parfois jusqu'à les obstruer (Amouyel, 2005). Il existe une corrélation évidente entre les graisses alimentaires et l'athérosclérose. Un taux élevé en cholestérol dans le sang est lié à l'athérosclérose artérielle, notamment des artères coronaires (Hu et al. 1997 et 2001).

Une alimentation riche en AGS augmente aussi l'agrégation plaquettaire, l'ischémie aigue (arrêt de l'irrigation sanguine) qui peut être à l'origine de l'infarctus du myocarde ou d'une embolie cérébrale (Muriel, 2000). Selon Kara, (2007), une alimentation riche en graisses animales entraîne des risques de cancers et de diverses pathologies (Lecerf, 2008).

Beaucousin,(2001) rapporte que de nombreuses études montrent que la consommation de graisses d'origine animales, accroissent le risque de cancer du colon et du rectum. Il n'est toutefois pas conseillé de bannir les viandes mais de les limiter et les varier. Une alimentation pauvre en graisses animales, avec une alimentation à base en fruits et légumes riches en glucosinolates réduit le risque de cancer et de diverses pathologies.

Toutefois, les AGS ne présentent pas le même risque cardiovasculaire. Ceux à chaîne moyenne représentent environ 30% des graisses de bœuf et de mouton. Ils exercent des effets plus délétères que les AGS à longue chaîne.

Parmi les AGS, l'acide stéarique présent dans la viande d'agneau représente un taux de 29% des AGS totaux. Il entraînerait selon Mensink et al., (2003) une augmentation du HDL, et n'aurait pratiquement aucun impact sur le taux de LDL. De plus, il diminuerait légèrement le rapport cholestérol total/HDL ce qui est un effet souhaitable. Cette particularité augmente donc sa qualité nutritive.

2.2. Effet de l'alimentation riche en AGS sur le rythme biologique

Une alimentation trop riche en graisse est mauvaise pour le cœur, mais aussi sur l'horloge biologique, entraînant une réaction en chaîne qui affecte de nombreuses fonctions métaboliques.

2.3. Effet d'un régime riche en graisses sur l'obésité

Un régime alimentaire riche en graisses et un manque d'activité physique sont les principaux facteurs qui entraînent l'obésité. Selon l'O.M.S, (2009), l'obésité touche environ 18% de la population mondiale. Elle serait la cause d'hypertension et de Maladies Cardio-vasculaires, multipliant aussi les problèmes de circulation sanguine, d'articulations, des troubles psychologiques (dépression, anxiété,

etc...) que peut engendrer ce phénomène qui touche de plus en plus les jeunes (Berber, 2007 ; Lecerf, 2008; Moussavi et al, 2008).

2.4. Effet des acides gras insaturés (AGI)

Les acides gras insaturés contribuent à baisser le taux du mauvais cholestérol (LDL). Ils proviennent essentiellement des huiles végétales, notamment l'huile de maïs et d'olive et des produits marins. Au sein de cette dernière catégorie, on distingue deux types d'AGPI, les omégas 6 et les omégas 3.

Selon Lecerf (2008), plusieurs résultats scientifiques ont démontré leur rôle bénéfique sur le système cardiovasculaire et les fonctions cérébrales, visuelles, la dépression et certainement sur le système immunitaire.

Les oméga3, sont actuellement recommandés par les nutritionnistes dans les aliments afin de prévenir les maladies cardiovasculaires, cancer et obésité.

Les omégas 3 sont indispensables à toutes les cellules, et certaines d'entre-elles sont sensibles à un éventuel déficit, notamment les neurones (particulièrement au niveau de la rétine). En cas de déficit en oméga 3, on observe une souffrance cellulaire qui se manifeste de façon plus ou moins évidente. Ils fluidifient les membranes des cellules nerveuses, ce qui améliore leur réceptivité aux neurotransmetteurs (sérotonine) impliqués dans certaines dépressions qui constituent un bon indicateur de risque de maladies cardiaques (Lecerf,2004).

En outre, l'acide docosaehexaénoïque fait partie de la famille des omégas 3, il joue un rôle important dans la structure et les fonctions du cerveau.

On prête également à ce nutriment une participation active à la régulation de processus inflammatoires et une action anti-radicalaire libre qui aide à prévenir les cancers. Enfin, il permettrait de lutter contre le stress, l'anxiété, voir la dépression (Lecerf, 2004).

2.4.1. Effet d'un déficit en oméga 3

Le manque d'oméga 3 augmente le risque de décès et surtout de mort subite, généralement attribuée à des complications spécifiquement myocardiques. Une présence suffisante d'oméga 3 réduit de manière significative la fréquence des maladies cardiaques (Gissi, 2008).

2.4.2. Effet des omégas 6 sur la santé

Un excès chronique d'acide linoléique ou oméga 6, couplé à un déficit en acide alpha linoléique (oméga 3) dans l'alimentation favorise une augmentation transgénérationnelle de l'obésité. (Gerard, 2010 ; Sophia 2010).

On connaît le rôle bénéfique essentiel des omégas 6 dans le traitement de l'hypercholestérolémie, et celui de l'oméga 3 dans le fonctionnement cérébral. Consommés d'une manière déséquilibrée, ils augmentent les facteurs favorisant l'obésité et peuvent avoir des conséquences graves à long terme sur la santé humaine. Les implications de telles observations devraient être plus systématiquement prises en compte par l'industrie agro-alimentaire.

En effet, la quantité d'oméga 6 ingérée durant ces quatre dernières décennies a considérablement augmenté (plus de 250%), tandis que celle d'oméga 3 a baissé de 40%, déséquilibrant ainsi le rapport oméga 6/oméga3 par rapport aux apports recommandés.

Cependant, l'AFSSA, (2003) préconise un rapport de 5 oméga 6 pour 1 oméga3, or les américains consomment 15 oméga6 pour 1 oméga 3; le rapport atteint quelquefois 40 oméga 6 pour 1 oméga3.

Selon Wales, (2005), les apports nécessaires en oméga 6 et en oméga3 sont de 2 grammes par jour, alors que la consommation moyenne est de 0,8 grammes.

2.5. Effet des acides gras monoinsaturés (AGMI)

L'acide oléique est contenu en forte proportion dans certains aliments tels que l'huile d'olive, de colza, d'arachide, dans le gland de chêne, ainsi que dans d'autres aliments. La matière grasse de la viande d'agneau renferme 44% d'AGMI, dont 80% est constitué d'acide oléique. Il joue un rôle protecteur certain contre l'athérosclérose ((Muriel, 2000). Il abaisse le cholestérol total et le cholestérol LDL (le mauvais) sans réduire le HDL (Piers, 2003).

De plus, le fait de privilégier l'apport d'AGMI permet de réduire l'apport d'acides gras saturés, ce qui contribue d'autant à baisser le taux de cholestérol plasmatique (Astorg et al., 2008) et les maladies cardiovasculaires (Appel et al., 2005).

Des études ont démontré que la consommation d'olives et d'huile d'olive (riche en oméga9) permettait de réduire les risques de cancers du sein, du colon et de la prostate. Ces maladies touchent moins les populations dont l'alimentation est de type méditerranéen, c'est à dire dans laquelle ces aliments occupent une place importante (Owen et al, 2004). De même, la richesse de l'huile d'olive en substances antioxydantes, notamment de substances phénoliques, des squalènes et terpénoïdes assurent

un effet protecteur qui pourrait être à l'origine de la diminution du risque de cancer. Il réduit également l'athérosclérose (durcissement des artères). Selon une méta-analyse publiée par Ross,(2003), les gras monoinsaturés pourraient être avantageusement intégrés aux régimes de certains patients souffrant de diabète de type2.

2.6. Effet des AGPI

Selon Piers, (2003), les AGPI se retrouvent en faibles quantités dans la viande d'agneau, ils représentent 6% environ dans les gras totaux. Parmi les AGPI présents dans la viande d'agneau, on retrouve environ 5% d'acide linoléique. Leurs effets restent indiscutables (Muriel et Finelin, 2000).

Compte tenu des besoins en chacun d'eux, il est souhaitable d'avoir un rapport en acide linoléique 14 fois supérieur à celui de l'acide linoléique (Piers, 2003).

Concernant l'acide arachidonique (C20 : 4, n-6), sa capacité de synthèse diminue avec l'âge; cet acide gras est donc considéré comme essentiel chez les personnes âgées. Il doit être apporté par des aliments d'origine animale, essentiellement la viande. Le C20 :4, n-6 est le précurseur des prostaglandines (Albert, 2002).

Les AGPI de la série n-3 ont une influence positive dans la prévention des maladies cardiovasculaires (Delorgeril et al, 1994 ; Lecerf, 2008). D'une manière générale, une augmentation des AGPI n-3 avec un rapport n-6/n-3 inférieur à 4 est fortement recommandée (Gifny, 2000).

2.7. Effets des CLA (conjugated- linoleic-acid) sur la santé humaine

Les CLA sont un groupe d'AGPI dérivés de l'acide linoléique produits entre autres durant le processus de la digestion des ruminants. Bien que cette famille soit minoritaire dans la viande de ruminants (2,9 à 4,3 mg/g de lipides totaux), elle fait l'objet d'un intérêt grandissant pour l'homme en raison de la prévention et du traitement de certains cancers (sein, prostate, peau et colon) (Bellury, 2002 ; Kramer 1998 ; Sebedio et al, 2003).

De nombreuses études ont suggéré leurs effets potentiels bénéfiques sur la santé humaine, en particulier au niveau du métabolisme lipidique, du système immunitaire, de la cancérogenèse et sur leur rôle modulateur de la composition corporelle (Pariza et al ; 2001 ; Roche et al, 2001 ; Bessa, 2000).

Par ailleurs, les CLA exercent des effets de protection vis à vis des maladies cardiovasculaires (effets hypolipémiants) (Pariza ; 2001 ; Sebedio et al, 2003).

Une étude très récente confirme, chez l'homme ; l'effet de réduction de la masse grasse corporelle par les CLA (Vissby et Smedman ; 1999 ; Sebedio et al, 2003).

Selon Wang et Jones, (2004), des études réalisées chez l'animal ont démontré que de façon générale, ils permettent de prévenir l'obésité par une diminution du dépôt des tissus adipeux et du gras corporel.

D'après Inoue et al, (2004), les CLA exercent des effets anti-hypertensifs chez le rat. Il demeure cependant important de rappeler que les mêmes effets bénéfiques restent à être confirmés chez l'homme. Pour cette raison, les chercheurs demeurent prudents quant à l'émission de recommandations claires concernant leur consommation. De plus, la majorité des études ont été effectuées à partir des suppléments de CLA. Ainsi, leurs effets présents naturellement chez l'agneau restent à déterminer.

Dans les études effectuées à partir des suppléments de CLA, des effets thérapeutiques ont été remarqués à des doses quotidiennes de 3,5g à 7g de CLA (Rainer et Heiss, 2004). Il est à noter que les viandes d'agneau contiennent de très faibles quantités de CLA, soit 5 mg à 15 mg par 100g de viande.

2.8. Effet des acides gras trans

Le processus de biohydrogénation bactérienne des acides gras polyinsaturés alimentaires dans le rumen génèrent des isomères trans de l'acide oléique. Ces acides gras sont considérés comme indésirables à la santé humaine. Ils aggravent les risques cardiovasculaires. Ils représentent environ 15% des isomères totaux (cis et trans) de l'acide oléique, soit une moyenne de 6% des acides gras totaux du muscle (Bayard et Wolf, 1996).

De nombreuses études ont montré que l'acide élaïdique à plus de 2% de l'apport énergétique total était susceptible à la fois d'accroître, le cholestérol LDL et d'abaisser le cholestérol HDL. De plus, les études épidémiologiques montrent une association entre apports élevés en AG trans d'origine technologique et le risque cardiovasculaire. Les données cliniques et épidémiologiques ne semblent pas attribuer aux acides gras trans des ruminants des effets délétères, même pour des consommations supérieures aux doses habituellement consommées, tant sur le plan lipidique que du risque cardiovasculaire (Lecerf, 2008).

Selon Muriel, (2000), la toxicité des acides gras trans est discutée en cardiologie. On pense que l'acide élaïdique aurait une action hypercholestérolémiant que les AGS, heureusement que les AG trans ne représentent en moyenne que 3 à 5% de la consommation lipidique totale. Ainsi, Les nutritionnistes recommandent aux personnes souffrant de cardiopathie de choisir parmi les matières grasses dépourvues d'AG trans.

2.9. Incidence des acides gras totaux sur le cancer colorectal

Le cancer colorectal mérite un intérêt particulier. La connaissance des facteurs étiologiques est nécessaire. Selon Astorg, (2005) des études ont montré que trois facteurs essentiels peuvent être à

l'origine du cancer colorectal : les graisses animales, les protéines totales et les acides gras saturés. L'auteur rapporte que la consommation d'AGS, constituent les nutriments les plus liés au risque du cancer colorectal.

Le même auteur montre que la plupart des études fondées sur un questionnaire alimentaire n'ont pas trouvé d'association du risque de cancer colorectal avec la consommation d'acides gras totaux (AGT), ni même du risque du cancer de la prostate avec la consommation d'AGT, d'AGS, d'AGMI ou d'acide linoléique après ajustement sur la consommation d'énergie. De même, ces études ne trouvent pas d'association du risque du cancer de la prostate avec la consommation de poisson, ou d'acides gras polyinsaturés n-3 longue chaîne. Par ailleurs, les études réalisées par Giovannucci et Rimm ; (1994) ; Riboli et Norat, (2001), montrent un lien significatif entre la consommation d'AGS et l'augmentation des risques de cancers de l'œsophage et colorectal.

Chapitre III : Influence des paramètres zootechniques et physico-chimiques sur les propriétés sensorielles et la composition de la viande après cuisson.

Les viandes rouges comme celles de toutes les espèces animales destinées à l'alimentation humaine sont consommées après cuisson. Les traitements thermiques modifient largement la composition chimique de la viande du fait de la dénaturation et de la coagulation des protéines, de la liquéfaction des graisses, de l'oxydation des lipides, de l'élévation du pH, de la perte d'eau, de la disparition des composés thermolabiles et de la synthèse de nouvelles espèces chimiques.

Cependant, les travaux réalisés sur la cuisson montrent que le mode de cuisson, sa durée, et la température à laquelle est pratiqué le traitement ; constituent des facteurs essentiels de variation de la composition chimique et des propriétés sensorielles

Par ailleurs d'autres facteurs tels que la localisation anatomique du muscle, l'adiposité de la viande, l'effet de l'alimentation, les conditions d'abattage et de stockage de la viande sont des facteurs à considérer.

A chaque mode de cuisson sont associés une durée et une température qui permettent d'obtenir la qualité sensorielle recherchée de la viande. Par conséquent, la nature et l'importance des modifications chimiques de la viande sont dépendantes du traitement choisi pour sa cuisson. La cuisson entraîne aussi une modification physique et organoleptique de la viande en modifiant l'aspect, la couleur, la saveur, la consistance, le volume, le poids et le goût de cette dernière.

Dans les grillades, les températures utilisées sont en générale élevées (140°C à 180°C). Dans ce mode de cuisson, l'eau qui s'élimine entraîne avec elle les molécules volatiles. La quantité d'arôme restante dépend fortement de la capacité de rétention des constituants macromoléculaires de l'aliment (Prost et al, 1993 ; Brauss et al., 1999).

Pour le mode de cuisson à l'eau ; la viande s'imprègne d'eau et ses composés éventuels ; de grandes quantités de matières solubles (acides aminés, oses, oligosides ; acides gras à courtes chaînes, minéraux etc...) sont ainsi échangés, certaines extraites, d'autres induites. Dans ce mode de cuisson, le pH est un facteur très important dès la température de 100°C, le milieu est dégazé et se trouve dépourvu d'oxygène, si bien que les réactions d'oxydation ne peuvent plus se développer. Par ailleurs, le milieu étant fortement hydraté, les réactions de Maillard sont très peu favorisées. Ce mode de cuisson est peu propice à la production d'arômes (Richard et al, 2001).

Dans la friture, l'huile pénètre généralement peu à l'intérieur de la viande ; par contre l'eau du produit migre de l'intérieur vers l'extérieur favorisant l'extraction des constituants solubles dans l'eau.

A la surface de contact entre la viande et l'huile, l'activité de l'eau décroît et les réactions de Maillard sont favorisées.

1. Influence des paramètres zootechniques sur le transfert de la matière

L'influence de la grande majorité des facteurs zootechniques sur les transferts de la matière, lors du chauffage de la viande est controversée. Il semble qu'elle soit faible, sous l'action de la chaleur. Les pertes sont différentes selon l'espèce. D'après Backer et al, (1972), les pertes au chauffage de saucisses préparées avec la viande du bœuf perdent plus que celles fabriquées à partir de la viande du poulet.

Relativement au sexe des animaux, Kemp et al. (1976); Hawrysh et al, (1979 a) ne constatent pas d'effet résultant de la castration pour les viandes provenant de bovins.

Selon de nombreux auteurs (Bramblet et al, 1971 ; Hawrysh et Berg 1975 ; Berry et al.; 1977; Laroche 1979), la race et l'alimentation seraient sans effet sur les pertes au chauffage des viandes. Concernant l'âge des animaux, les résultats divergent selon les auteurs, probablement en raison des conditions expérimentales retenues. Schmidt et al. (1970) ; Norris et al. (1971) ; Laroche, (1979) observent que la température de chauffage a beaucoup plus d'importance sur les pertes que l'âge des animaux.

Bouton et Harris, (1972) notent pour leur part que pour des chauffages d'une heure à différentes températures, la viande de veau perd plus de jus que la viande de taurillon, mais, si l'on considère le jus extractible, les pertes totales sont équivalentes. Dans le cas du mouton, Jemeriah et al, (1971) ; Kemp et al (1976) rapportent une augmentation des pertes avec l'âge.

2. Influence des propriétés physico-chimique de la viande à cuire

2.1. Modification du pH

La seule caractéristique de la viande dont l'influence sur les pertes au chauffage est certaine, c'est le pH ; les variations du pH peuvent être liées aux conditions d'abattage, au degré de maturation ou à des traitements subis par la viande.

Avec la viande de poulet cuite dans les mêmes conditions de chauffage, Khan et Nakamura (1971), observent des pertes de 4,4% lorsque le pH de la viande crue est compris entre 6,7 et 6,9 et de 23,3% lorsqu'il est compris entre 5,4 et 5,6.

L'influence de ce paramètre sur les pertes ne s'exerce que lorsqu'on considère le pH avant et après chauffage, Laroche (1981) a pu observer que le pH affectait de la même façon les pertes de viandes provenant d'espèces différentes, (bœuf, porc, lapin).

Selon Hamm et Deatherage, (1960). on observe généralement une élévation du pH au cours du chauffage. Hamm et Iwata (1962), indiquent que l'élévation du pH est surtout important jusqu'à 70°C et que la durée du chauffage a peu d'influence.

Sur la viande de mouton, Bouton et al (1971) observent une augmentation d'environ 0,4 unité, lorsque le pH initial est d'environ 5,6 et pratiquement pas de modification lorsque le pH initial est voisin de 7.

Savic et Karen, (1955) notent pour leur part, une élévation du pH, lorsque celui de la viande crue est inférieur à 6,4 et une diminution dans le cas contraire. Il a également observé une évolution de ce type aussi bien avec la viande qu'avec des solutions de sérum alumine bovine.

Sherman (1961) pense que l'élévation du pH observé au cours du chauffage serait due à la rupture de liaisons faisant intervenir des groupes imidazoles, sulfhydroxyles. Hamm, (1966) suggère un masquage de certains groupements ionisables suivant la conformation des protéines.

2.2. Traitements technologiques

Les conditions d'abattage peuvent modifier la qualité de la viande (Mac-Farlaine et al, 1974). Les modes de suspension et de refroidissement des carcasses conditionnent la longueur des sarcomères selon les muscles. Bouton et al (1974) indiquent que les pertes au chauffage augmentent lorsque la longueur des sarcomères diminue, mais l'influence de ce facteur sur les pertes au chauffage reste extrêmement controversée. Si différents auteurs observent une augmentation des pertes au chauffage due à la stimulation électrique, cet effet doit être relié aux variations de la longueur de sarcomères causés par le mode de refroidissement utilisé.

Le désossage avant l'installation de la rigor – mortis ne doit pas être suivi d'un refroidissement trop rapide s'il n'a pas été précédé d'une stimulation électrique. Les risques de contracture au froid sont en effet augmentés du fait de la suppression des supports osseux. Valin et al., (1976) n'observent de différence de pertes, que lorsque le désossage est effectué 2h ou 36h après abattage. Cross et Tennent, (1980) ne constatent pas d'influence de la stimulation électrique, mais observent par contre que les pertes augmentent avec le laps de temps séparant l'abattage du désossage.

L'utilisation de différents additifs peut également causer une diminution des pertes à la cuisson, les plus employés après le chlorure de sodium, sont les polyphosphates. L'action des polyphosphates est double, d'une part ils entraînent une élévation du pH de la viande, et cette action est accentuée par la présence de NaCl qui abaisse le pH isoélectrique de la viande par fixation de sel sur les chaînes protéiques, d'autre part en complexant les ions divalents présents dans le muscle, ils permettent un gonflement de la structure myofibrillaire qui de la sorte retient plus d'eau.

2.3. Variantes des techniques de cuisson

La chaleur tournante dans le four est généralement obtenue à l'aide d'un ventilateur. Le but est d'accélérer les transferts de chaleurs et la vaporisation de l'eau en surface. (Duquenoya et Nouafo, 1997) .Les réactions de Maillard se développent en surface plus rapidement, et dans ce cas la viande croûte, rendant plus difficile le départ de l'eau de l'intérieur vers l'extérieur. Le produit final est plus juteux.

Dans le four à rayonnement, un flux de chaleur intense est produit sans agitation, la vaporisation de l'eau est encore plus rapide et le dessèchement n'a lieu qu'en surface, ce qui donne un produit moelleux, comme dans le cas des fours à chaleur tournante.

Quant à l'utilisation de la vapeur surchauffée, on remplace dans ce type de cuisson l'air chaud par la vapeur d'eau surchauffée. Là, les températures sont supérieures à 100°C (plus les températures sont élevées, plus la vapeur est chaude et plus elle devient capable de griller les viandes). Une des caractéristiques de cette cuisson est l'absence totale d'oxygène. Sur le plan des arômes, le procédé est intéressant et permet en fonction des conditions opératoires d'obtenir des notes aromatiques différentes.

2.4. Transfert de chaleur dans la viande

La cuisson est plus souvent appliquée aux viandes et produits carnés dans une phase ultime de préparation avant la consommation.

Si la cuisson est une opération bien connue sur le plan culinaire, il n'en est pas encore de même sur le plan scientifique, malgré les très nombreuses données disponibles. Selon Davey et Gilbert (1974), la densité de la viande varie entre 1,04 et 1,06 au cours du chauffage. On peut donc considérer que sa masse volumique reste constante.

La viande n'est pas un corps isotrope ; cependant au niveau macroscopique, on peut admettre qu'il y a isotropie, d'une part dans la direction des fibres musculaires, et d'autre part dans les directions perpendiculaires.

De la comparaison des rôtis au four à 161°C, et des grillades cuites à la même température (Batcher et Deary, 1975), il ressort que la cuisson des grillades est plus rapide et entraîne des pertes plus importantes. Ceci tient au fait que pour les rôtis, la température de la surface de la viande est bien inférieure à la température dite de cuisson .Ceci à été mis en évidence par Bemgtsson et al, (1976).

- L'élévation de la température est plus rapide en chaleur humide qu'en chaleur sèche (Chaffer et al., 1973),
- L'écart initial de la température influe peu sur la vitesse de montée en température, comparativement au mode de chauffage (Schock et al. 1970).
- La montée en surface est plus rapide dans l'eau que dans un four (Buck et al. 1979). Enfin, il convient de signaler que le chauffage dépend de la composition, de la structure et de la forme

des échantillons. Relativement au premier point, Irmiter et al. (1967) observent des allures de montées en températures variables selon la teneur en gras des échantillons. Au début du chauffage, les échantillons les plus maigres, présentent une évolution de la température la plus rapide (rôle isolant et de fusion du gras), mais dans une seconde phase, cette évolution est beaucoup plus lente (réactions chimiques, pertes de jus) et il faut une durée supérieure à celle nécessaire pour des échantillons plus gras.

2.5. Transferts de matières

Les transferts de matières peuvent s'effectuer par diffusion. Ils concernent d'une part la migration de composants de la viande et des produits carnés qui se traduisent par des pertes au chauffage, et d'autre part par une perte des additifs tel que le sel (Gonzalez –Mendez et al., 1983). Lorsqu'on chauffe la viande on constate une diminution de la masse et du volume des morceaux due à des pertes de matières.

2.5.1. Température et durée de cuisson

De nombreux auteurs comparent des cuissons pour des températures à cœur différentes et mettent en évidence une augmentation des pertes. Pour une même température à cœur, les pertes sont influencées par le mode de chauffage et par la température de l'enceinte. Schocket al. (1970) indiquent que les pertes sont plus élevées en chaleur humide qu'en chaleur sèche. Cette différence est une conséquence du croutage obtenu lors des chauffages en chaleur sèche (Laroche, 1981).

De nombreux auteurs pensent qu'il est souhaitable de distinguer les pertes de jus et les pertes par évaporation. Les bilans de matière sèche (MS) démontrent que cette distinction est impossible à faire (Laroche, 1981). En effet, une partie non négligeable de la perte s'effectue sous forme de lipides et le jus perdu s'évapore ensuite dans l'enceinte de chauffage.

Pour des chauffages à température constante, les pertes augmentent avec la durée de chauffage. Bouton et al., (1975 c) observent pour deux températures de cuisson que les pertes tendent vers une asymptote lorsque la durée de chauffage augmente. Dans ces conditions expérimentales, l'asymptote est pratiquement atteinte après une heure à 1h30mn de cuisson ; et elle ne l'est plus après 16h à 60°C.

Pour atteindre cette asymptote de façon certaine, Laroche (1981) chauffe des parallélépipèdes de viande de 48 cm³ (6x4x2 cm) en fonction de la température de chauffage pendant 48h à 60°C, 24h à 70°C, 8h à 90°C et 6h à 97°C.

2.5.2. Conditions de cuisson

Hawrysh et al., (1979b) indiquent que la viande de bœuf traitée par micro-ondes est beaucoup moins bien acceptée par le jury de dégustation qui lui reproche sa couleur externe, l'uniformité de sa couleur interne, sa fermeté, son manque de succulence et son goût. Ces critiques montrent bien que le chauffage par micro-ondes doit être considéré uniquement comme un procédé permettant d'élever rapidement la température dans la masse d'un produit et non pas comme un procédé de cuisson,

2.5.3. Ecoulement du jus

Locker et Daines (1974 a) ont observé, pour des chauffages de 40mn à 80°C que les pertes diminuaient de 42% pour 1cm d'épaisseur, à 17% pour 16 cm dans la direction des fibres musculaires. Dans ces expériences, la taille des morceaux était variable, ce qui peut expliquer en partie les différences observées. Cependant, avec des morceaux de mêmes dimensions, Bouton et al., (1976 a) et Laroche. (1980 a) mettent en évidence une influence de la longueur des fibres musculaires, particulièrement nette au début du chauffage et qui s'estompe lorsque la durée du traitement thermique augmente.

Laroche (1982), montre que les muscles durs et tendres présentent, vis à vis des pertes au chauffage, des comportements analogues. Les seules variations observées pourraient être liées à la longueur des sarcomères, ce qui révèle que les phénomènes de pertes au chauffage sont liés à la structure myofibrillaire. Ces résultats peuvent expliquer également les nombreuses contradictions rencontrées dans la littérature. En effet, il apparaît que les paramètres quantitatifs (perte maximale) et cinétiques (vitesse de perte) sont reliés et que plus la perte maximale est importante, plus cette perte est progressive.

3 -Modification des constituants

Les modifications des constituants doivent être envisagées à plusieurs niveaux. A côté des modifications qualitatives des principaux groupes de protéines, il faut considérer leurs conséquences sur quelques propriétés physico-chimiques de la viande, ainsi que les modifications quantitatives liées aux pertes au chauffage (Hamm, 1966).

3.1. Modifications des protéines

Les protéines musculaires doivent être divisées en deux groupes selon leurs comportements au chauffage ; d'une part le collagène qui est solubilisé, et d'autre part les protéines myofibrillaires et sarcoplasmiques qui deviennent au contraire insolubles.

3.1.1.Évolution du collagène

Une fibre native de collagène est pratiquement inextensible. Chauffée en milieu aqueux, elle présente une brusque contraction pouvant atteindre 75% de sa longueur initiale à une température comprise entre 55 et 70°C, Elle varie selon l'âge des animaux (Goll et al. 1964).

Au cours d'un chauffage prolongé, la solubilité du collagène augmente aussi bien avec la température qu'avec la durée de chauffage. Le collagène dénaturé par la chaleur devient plus facilement déformable et il est susceptible de gonfler en absorbant des quantités importantes d'eau. Un chauffage poussé permet d'obtenir de la gélatine. L'intervention de l'eau dans la dénaturation thermique du collagène a conduit de nombreux auteurs à considérer qu'elle n'était possible que dans le cas de la cuisson en milieu humide.

En réalité, la solubilisation du collagène est une réaction lente, favorisée par la température et la durée du traitement thermique, ainsi que par une activité protéolytique encore présente au début du chauffage (Penfield et Meyer, 1975 ; Laroche et Gandemer, 1998).

3.1.2. Protéines myofibrillaires et sarcoplasmiques

Leur solubilité diminue brutalement entre 55°C et 60°C, alors que la diminution de celle des protéines sarcoplasmiques est plus progressive. elle commence dès 40°C et n'est pas encore complète à 100% (Davey et Gilbert, 1974). Les modifications de dimensions au cours du chauffage s'opéreraient selon Bouton et al (1976 b) entre trois phases distinctes : la première au delà de 40°C, liée à des changements des myofibrilles ; la seconde au dessous de 55°C, liée à la contraction du collagène, mais influencé par l'état de contraction des myofibrilles ; la troisième au dessus de 70°C. Cette dernière correspondrait aux interactions entre les contractions myofibrillaires et conjonctives. Pour Locker et Carse (1976), le raccourcissement commencerait à 60°C. Des changements importants seraient observés à 70°C entre 10 et 40 mn de chauffage et le raccourcissement se poursuivrait pour des températures supérieures.

L'évolution de la myoglobine, pigment responsable de la couleur de la viande a été étudiée notamment par Ledward (1971, 1974, 1978) ; en plus de la dénaturation de cette protéine, observable en solution, il se produit dans la viande des phénomènes de co-précipitation faisant intervenir d'autres protéines.

3.1.3. Effet de la cuisson sur la myoglobine

Si les composants protéiques de la myoglobine sont dénaturés à des températures de l'ordre de 80 à 85°C, la couleur de la viande est modifiée dès 40°C (Davey et Gilbert, 1974). Pour des températures supérieures à 90°C, la caramélisation des sucres et les réactions de Maillard, entre les sucres réducteurs et les groupes aminés, participent en plus de l'évolution propre du pigment à la couleur brune de la viande cuite.

3.2. Pertes en lipides

Les études envisageant les pertes en lipides concernent généralement des viandes avec des quantités importantes de gras de couverture, ce qui s'accompagne de pertes lipidiques non négligeables. Wolsey et Paul, (1969), indiquent que la teneur en lipides du tissu maigre augmente et que les échantillons perdent une quantité importante de gras superficiel.

Selon Ackman, (1988); Kim, (1989) et Rabot, (1998), les muscles cuits contiennent en moyenne 1,5 à 2 fois plus de lipides que le muscles crus.

Pendant, certains auteurs observent une teneur en lipides des muscles cuits quasiment identique à celle des muscles crus (Scharman et al, 1961).

Selon Prusa et Lonergan, (1987), 100g de muscles pectoraux de poulet perdraient environ 22g d'eau et gagneraient 1,2 à 1,7g de lipides au cours de la cuisson rôtie. Leurs résultats montrent que la cuisson du blanc avec la peau occasionne un gain de lipides légèrement supérieure à celui obtenu lors de la cuisson de la viande sans peau (1,7g au lieu de 1,2 g /100g de viande crue).

Campbel et Kurki. (1967); Keller et Kinsella. (1973); Denoyer et al (1983) observent, qu'après cuisson, la proportion de phospholipides de la viande et celle rapportée aux lipides neutres augmente entre échantillons crus et cuits. Enfin, Dimick et Macneil, (1970), rapportent que les acides gras linoléique et arachidonique sont probablement les substrats des réactions oxydatives (Gandemer, 1983).

Tableau 24: Teneurs en lipides des viandes cuites de bœuf et d'agneau (Valin et Goutfongea, 1978).

Espèce	Bœuf	Agneau			
Morceau constituant	Rumsteack grillé	Faux filet Rôti	Entre côtes grillées	Gigot Rôti	Cote 1 ^{ère} grillée
Lipide g /100g	3,6	6,4	11,8	8,9	11,3

Selon Normand, (2005), les études sur le long dorsal cuit n'ont pas semblé montrer de modifications majeures dans la composition en AGPI par rapport aux analyses sur le muscle cru (1,81mg et 1,97mg en moyenne). Une cuisson modérée de la viande n'altérerait pas les AGPI qui se retrouveront effectivement dans l'assiette du consommateur.

Normand, (2005) estime qu'un steak de faux filet de 150 g de bœuf alimenté avec 750 g /j de lin extrudé pendant sa finition apportera entre 50 à 60 mg de C18 : 3 n-3, soit environ 3% des ANCR contre 0,7% des ANC pour un steak classique. Cette contribution aux ANC peut sembler assez bonne, mais elle s'explique essentiellement par la teneur en lipides.

Selon Akmann et al, (1989), la composition en acides gras des muscles de poulet de chair, au cours de la cuisson ne subit pas de changements importants après une cuisson de type rôtie. Cependant, elle réduit la teneur en AGPI (27 à 24%) et accroît la teneur en AGMI (32,4 à 39,8%). Cette réduction est due essentiellement à une perte en AGPILC (C20: 4 n-6, de 5 à 2,1 %; C20:5, n-3 de 0,8 à 0,3% ; C22 :5 n-3 de 0,8 à 0,5% et C22 : 6 n-3 de 1,7 à 0,8%), dont le taux décroît d'environ de moitié, alors que celle de l'acide linoléique et l'acide linoléique reste constante (18,20 – 19,50% et 0,8 – 1,1% respectivement entre la viande crue et la viande cuite).

Selon Anderson et al, (1971), il ressort que le rapport AGPI/AGS des lipides du jus est identique à celui des lipides neutres de la viande, mais différent de celui des phospholipides. Au regard de l'aspect nutritionnel, Janicki et Appledorf, (1974) indiquent que le chauffage augmente la valeur du rapport AGI/AGS.

3.2.1. Oxydation des lipides lors de la cuisson

La viande est consommée après cuisson. Cette opération technologique est très pro-oxydante, car les lipides sont chauffés en présence d'oxygène, les membranes cellulaires sont détruites et le fer est libéré de l'hème de la myoglobine, ce qui accroît son pouvoir oxydant. Les phospholipides sont les principaux nutriments sensibles à l'oxydation lors de la cuisson. L'importance des dégradations des phospholipides de la viande est fonction de l'espèce animale, de la durée et du mode de la cuisson (Gandemer, 1983 ; Goutefongéa et al. 1998).

La cuisson provoque une oxydation partielle des AGPI des phospholipides. Cette oxydation est plus importante dans les muscles oxydatifs que dans les muscles glycolytiques.

Au sein de la fraction phospholipidique, le phosphatidyl – éthanolamine subit une dégradation très importante (de 40 à 45%) tandis qu'une faible proportion de la phosphatidyl – choline est altérée (perte de 0 à 22%).

La proportion d'AGPI détruite lors de la cuisson augmente avec le nombre de doubles liaisons de l'acide gras. Ainsi, les pertes en acide linoléique sont faibles (0-20%), tandis qu'elles atteignent 30 à 50% pour les acides gras polyinsaturés à 22 carbones, comportant 5 à 6 doubles liaisons. Deux hypothèses peuvent être émises pour expliquer la plus grande sensibilité à l'oxydation de cette classe de phospholipides. La première repose sur sa forte teneur en AGPI LC, la seconde sur la nature de la tête polaire éthanolamine.

3.3. Pertes en substances azotées

Les données relatives à ces pertes sont très limitées. Dans le cas de cuisson de type rôti, Dumont et Hudzik, (1983) ont estimé une perte de l'ordre 4,2% de la matière protéique.

Laroche et Nicolas (1984 a), rapportent que l'augmentation de la teneur en azote de la viande, due à la perte d'eau, ne doit pas masquer une perte pouvant atteindre 20% de l'azote initiale de la viande. Une perte importante de l'azote initialement soluble devient insoluble après chauffage ; soit dans la viande, soit après écoulement hors de la viande. Il faut signaler que cette diminution de la solubilité est pratiquement masquée par la solubilisation du collagène au cours des traitements thermiques prolongés (Laroche et Gandemer, 1983). Cette solubilisation devient sensible lorsque les pertes au chauffage sont pratiquement achevées, la diffusion du collagène solubilisé vers le milieu extérieur reste faible, et de ce fait la qualité d'azote soluble augmente.

Dans le cas de la cuisson de type pot au feu (Metro et al. 1984), 10% de l'azote initiale de la viande se trouve dans le bouillon de cuisson. L'addition de sel dans le bouillon influence uniquement sur la solubilité des protéines perdues. Sur les 23% d'azote protéique présents dans les bouillons, 11% restent solubles sous l'effet du sel, et seulement 9% dans le cas des cuissons sans sel. L'azote non protéique qui représente les trois quarts de l'azote total des bouillons se décompose en 35% d'acides aminés, de

dipeptides, et 15% des polypeptides et les 50% restants correspondraient en grande partie aux nucléotides.

Pour sa part Rabot, (1998) a observé qu'il n'y a ni gain, ni perte en azote de la viande de poulet après cuisson. Quelque soit le type et la présentation du poulet, la teneur en protéines n'est pas modifiée après cuisson (21,1 mg à 19,8 mg pour le standard ; 20,6 mg à 20,5 mg pour le label).

Selon Hammou, (2005), il apparaît que la cuisson accroît la teneur de la viande en protéines de l'ordre (1,3) fois, soit une variation de 23,2 à 30,9 mg.

Si la cuisson de la viande entraîne peu de modifications dans sa composition en acides aminés, elle diminue par contre, in vivo et in vitro, sa digestibilité (Hoffmann, 1966). La digestion pepsique des viandes, cuites par différents procédés a révélé que les viandes bouillies se rangeaient suivant l'ordre décroissant de la digestibilité.

3.4. Pertes en minéraux

Si les minéraux sont en faibles quantités dans la viande (moins de 1%), ils présentent une importance nutritionnelle non négligeable surtout en ce qui concerne le fer.

Proportionnellement, il apparaît que la perte en éléments minéraux lors du chauffage est supérieure aux autres pertes (Laroche et Nicola, 1983), ce qui indique que la phase liquide de la viande contient la majeure partie des minéraux.

Une analyse des minéraux présents dans les cendres de viandes et de jus soumis à différentes conditions de traitement thermique a montré (Laroche et al., 1983 a) que le potassium, le sodium et le calcium sont des éléments particulièrement mobiles, à l'opposé du phosphore et du magnésium qui restent en concentration constante dans la viande, et que pratiquement tout le fer était immobilisé dans des conditions de température excédant 70°C. Laroche et al., (1983 b) ont observé que la perte de soufre était négligeable, tandis que l'addition de chlorure de sodium dans l'eau de cuisson (type pot au feu) n'avait pas d'influence significative sur la migration des autres minéraux. Selon Laroche et al. (1983 b) les fractions (exprimés en mg/100g) qui subsistent dans la viande après cuisson sont de 65mg pour le potassium ; 3,9mg pour le sodium ; 1,9 mg pour le calcium ; 2,1mg pour le magnésium ; 25mg pour le phosphore et 0,4mg pour le fer.

3.5. Pertes en vitamines

La viande est une source importante en vitamines du groupe B. La teneur en vitamines est extrêmement variable selon l'espèce et le mode de préparation ; parmi ces vitamines, c'est la thiamine qui présente une moindre solubilité vis-à-vis à la chaleur de la cuisson.

4. Effets de la cuisson sur les propriétés sensorielles

4.1. Sur la tendreté

Davey et Gilbert, (1974) trouvent que la résistance est minimale pour une température de 70°C, ils obtiennent une augmentation de la dureté en deux phases, l'une entre 40 et 50°C, l'autre entre 60 et

75 °C. Avec des échantillons de muscles *Longissimusdorsi*, Schmidt et al.,(1970) observent une diminution de la résistance jusqu'à 50°C; et une stabilisation ensuite.

Laroche, (1977), a constaté une augmentation de la résistance des échantillons de muscles du *Longissimusdorsi* jusqu'à 70 à 80°C, et une diminution pour les températures supérieures, alors que pour la résistance du muscle pectoral, elle diminue lorsque la température de chauffage augmente. La cuisson à l'eau provoque la dissociation des fibrilles, c'est pourquoi la viande devient plus tendre. Selon Laroche et Sale, (1976), un refroidissement trop rapide de la carcasse après abattage entraîne une contraction au froid et conduit à une viande dure après chauffage, dureté qu'aucun procédé de cuisson ne peut faire disparaître.

4.2. Sur la flaveur

Les conditions de cuisson tel que le mode (modéré ou à cœur), la durée (courte et longue) et la température (57° à 150°C) influencent fortement l'intensité de la flaveur. En cours de cuisson les réactions déterminantes sur la flaveur de la viande sont :

- Des réactions d'auto-oxydation, d'hydrolyse, de déshydratation, de décarboxylation des composés lipidiques qui conduisent à la formation d'aldéhydes, d'acides gras, de lactones et de cétones.
- Des réactions qui affectent les hydrates de carbone, dont les produits de dégradation sont d'importants agents favorisants.
- La teneur et la nature des lipides intramusculaires
- La réaction de Maillard entre sucres et acides aminés et la dégradation des lipides qui génèrent ces composés aromatiques à partir des précurseurs liposolubles et hydrosolubles (Mottram, 1998).
- Une série importante de réactions inter et intracellulaires qui peuvent se dérouler en raison de la réactivité de l'ammoniac, de l'hydrogène sulfuré et de mercaptans
- Certains consommateurs considèrent que les viandes issues d'animaux élevés à l'herbe ont un meilleur goût (Keane et Allen, 1999).

Les tissus adipeux participent de façon cruciale à la formation de la flaveur des produits carnés qui peut être altérée par une peroxydation des AGPI (Rancissement) ou par la présence de composés malodorants d'origine endogène (odeurs sexuelles) ou alimentaire. (Bonneau, 1988 ; Girard et al. 1988). Les composés déterminants la flaveur dépendent du pH ultime de viande (Famier, 1994). Ainsi, les réserves en glycogène seront favorables pour la bonne flaveur de la viande.

Parmi les composés responsables de la flaveur typique de la viande ovine, les acides gras à courte chaîne jouent un rôle important, en particulier les acides 4 méthyl-octanoïque et 4 méthyl-nonanoïque (Reneccius, 1994 Mottram, 1998).

Les produits dérivés de l'oxydation des lipides réagissent avec les réactions de Maillard ; ainsi les pyridines et les pyrasines formés renforcent la flaveur de la viande.

Contrairement aux bovins, les ovins et les caprins accumulent ces composés lorsqu'ils sont soumis à des régimes pauvres en fibres et riches en céréales (Van soest, 1981).

4.3. Effet de la cuisson sur la jutosité

Pour un même muscle, la jutosité diminue de façon importante lorsque la température de cuisson augmente. Ritchey, (1965) ne met pas en évidence de relation entre le jus extractible et la jutosité, mais celle-ci augmente avec la teneur en gras du jus extrait dans le cas de la viande de bœuf ; résultat qui n'est pas observé avec la viande de mouton. Cross et al. (1973) trouvent une corrélation étroite, mais significative entre la jutosité et la teneur en eau. Bouton et al. (1975 a) observent que les variations de pertes au chauffage expliquent 75% des variations de la jutosité pour un type de chauffage donné. Jemeriah et al. (1971); Kemp et al., (1976) envisagent la relation entre les pertes à la cuisson et la jutosité; ces deux équipes obtiennent un coefficient de corrélation de $-0,49$. Bouton et al. (1975 b) observent pour un type de muscle et un chauffage donné, un coefficient de corrélation le plus élevé ($0,92$) avec des pertes à la cuisson. La comparaison de ces coefficients de corrélation montre bien que, si les pertes à la cuisson ont une influence marquée sur la mucosité, d'autres facteurs interviennent également dans cette sensation.

4.4. Sur les acides gras

Les AGPI, principalement l'acide alpha-linolénique (C18 :3 n-3) et ses dérivés EPA, DHA, notamment le C20 :5 n-3; le C22 :6 n-3, limités dans la fraction phospholipides, agissent sur la flaveur pendant la cuisson (EL More et al., 1999 ; Enser., 1998). Ainsi, il existe une corrélation positive entre l'intensité de la flaveur et les AGPI n-3. Les AGS sont très résistants à l'oxydation à basse température, contrairement aux AGPI qui sont décomposés à haute température (Reneccius, 1994). Certains lipides riches en AGPI sont relativement instables dans la viande crue et leur oxydation à basse température génère des flaveurs désagréables, du fait qu'ils présentent un ou deux doubles liaisons supplémentaires. A ce titre, ils seraient plus sujets à l'oxydation et à la photo-oxydation qui conduisent, à travers des processus dynamiques complexes, à une série de produits intermédiaires et finaux. L'équilibre entre les AGPI n-6 et AGPI n-3 dans les phospholipides est déterminant pour la flaveur (Farmier, 1994). Chez

l'agneau, la flaveur est en étroite corrélation avec les AG ramifiés (C7, C10) et scatole (3 méthyles indole) (Akram, 2005; Yong, 1997).

5. Facteurs de variation des propriétés sensorielles

La qualité des viandes est un aspect sur lequel pratiquement chacun a ses définitions et son opinion.

Dans le domaine strict des viandes ovines, la qualité des viandes a fait beaucoup moins l'objet d'études systématiques que les qualités des carcasses, comme la conformation, la composition. Malgré tout, un certain nombre de critères se dégagent et peuvent être considérés comme des éléments fondamentaux de la qualité sensorielle ; il s'agit de la tendreté, la jutosité, la flaveur (odeur, saveur), couleur, la rétention d'eau et la succulence.

5.1. Influence du niveau alimentaire

Un niveau alimentaire bas augmente la quantité de collagène et diminue sa solubilité, du fait de la réduction des protéines myofibrillaires d'une part et la diminution du gras intramusculaire d'autre part (Dramsfield, 1994), ce qui réduit la tendreté, bien que ce gras n'intervienne que pour 3 à 10% dans les différences entre échantillons. Selon Nishimura et al. (1999), le gras intramusculaire intervient davantage et favorablement sur la tendreté lorsque sa teneur dépasse 6%. Un apport alimentaire, après une période de restriction, s'accompagne d'une croissance compensatrice, ceci peut se traduire selon Geay et al. (2002) par une réduction de la teneur en lipides intramusculaires au bénéfice des tissus adipeux externes, ce qui se traduit par une réduction de la tendreté de la viande.

L'accroissement du niveau énergétique en phase de finition est favorable à l'amélioration de la tendreté de la viande (Berge et al., 1993).

L'élévation du niveau des apports protéiques, bien qu'ils améliorent le gain du poids et des muscles, elle s'accompagne d'une réduction de l'adiposité des carcasses, de la teneur en lipides des muscles, mais aussi de la tendreté de la viande (Berge et al. 1993).

Cette protéolyse plus intense pourrait être due à deux processus concomitants : d'une part, une réduction de l'activité potentielle des calpastatines musculaires avant abattage, dû à une forte mobilisation des protéines ; d'autre part le maintien d'un pH élevé favorable à une forte activité des calpaïnes. Cet accroissement du catabolisme serait dû essentiellement selon Mc donagh et al. (1999) à une diminution de l'activité des calpastatines sans modification de l'activité des calpaïnes. Par ailleurs, Silva et al. (1999) ont suggéré une solubilité plus élevée des protéines myofibrillaires dans les muscles sombres, à la coupe en liaison avec une grande activité des calpaïnes à pH élevé, mais ces viandes se

conservent mal, en particulier sous vide; elles ont une couleur instable, mais restent plus tendres et plus juteuses.

Des différences de couleur et de flaveur ont été observées pour la viande d'agneau provenant d'animaux alimentés différemment. De même, des flaveurs particulières ont été observées chez les agneaux nourris par un régime spécifique à base d'herbe. Elles seraient majoritairement déterminées par l'association des acides gras à chaînes ramifiées produits de dégradation du tryptophane (Akraim, 1977) et du scatole (3-2 méthyle indole) et dans une moindre mesure par des produits d'oxydation de l'acide linoléique (Priolo et al, 2001).

5.2. Influence de la composition de la ration

Les variations de la composition d'un régime, modifient la digestion et influencent la tendreté. Yong,(1995) ; Mandell et al,(1998) n'ont pas observé de différences de notes entre la viande issue d'animaux alimentés différemment par des aliments à base de fourrage vert et de céréales. Toutefois, Listrat, (1999) a constaté une teneur importante en collagène soluble dans les muscles d'animaux ayant reçu un ensilage à base d'herbe comparativement à ceux nourris par le foin.

5.3.-Effet du jeun avant abattage

La diète de 24 à 36 heures avant abattage est en faveur de la qualité et de l'attendrissement rapide et ultime, (Silva et al., 1999; Watanabe., 1996), ceci provient à la fois du pouvoir de rétention très élevé en eau et une protéolyse post-mortem intense (Troy,1999). Il a été mis en évidence, chez l'agneau à jeûn, une réduction de la synthèse et une augmentation du catabolisme protéique. Cet accroissement du catabolisme serait dû essentiellement, à une diminution de l'activité des calpastatines sans modification de l'activité des calpaines.

5.4. Flaveur

La flaveur correspond au goût et à l'arôme, perçus respectivement par les papilles gustatives et les récepteurs de l'épithélium nasal (Farmier, 1994).

La viande crue a une odeur faible, son arôme se développe à la cuisson, et les différents modes de cuisson conduisent à des flaveurs différentes.

Le développement de la flaveur se fait à partir de précurseurs présents dans la viande crue. Ceux présents dans la viande maigre seraient à l'origine du goût de la viande, et ceux présents dans le gras confèreraient l'arôme spécifique propre à l'espèce (Valin et Gontfongea, 1978). Les composés aromatiques de faibles poids moléculaires et de poids moléculaires élevés (soluble dans l'eau) sont responsables respectivement de l'odorat et du goût (Mottram, 1998).

La nature en lipides intramusculaires est une composante importante de la flaveur et de la justosité des viandes (Valin et Gontfongea, 1978), la flaveur dépend aussi des différentes proportions d'acides gras qui conditionnent les composés volatils dégagés pendant la cuisson (EL More, 2000).

5.5. Jutosité

La jutosité de la viande a deux composantes. La première est l'impression d'humidité pendant les premières mastications. Elle est produite par une libération rapide du fluide de la viande. La seconde est celle de la jutosité soutenue largement due à l'effet stimulant des gras sur la salivation (Winger et Hagyard, 1994). Il faut noter qu'il existe des interférences entre les sensations de jutosité et de tendreté (Horsfield et Taylor, 1976) et que pour une même viande, les appréciations de jutosité varient selon que la dégustation est effectuée sur une viande chaude ou froide (Harrie et al. 1978).

5.6. Auto oxydation des lipides

Tableau 25: Composés d'oxydation des Acides gras linoléiques et linoléiques

(Aruoma et al., 1997)

Substances	Auto-Oxydation	Photo-Oxydation
Linoléate	2,4 Heptadiéna	Propanal 2 butenal
Linoléate	Hexanal PENTANE ; 2,4 - décadiéna	2 Hépténa ; Héxanal

Le rancissement oxydatif est une conséquence de l'oxydation du cholestérol combiné aux AGPI (Raskin et al., 1997).

Les glycérophospholipides contenant des oméga3, suite à une action oxydante des glycérophosphatidylcholines peuvent générer des molécules apparentées au 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 (Mc Lean et al. 1993).

La lipolyse des phospholipides et des triglycérides, libérés des AG sensibles à l'oxydation donnant naissance à des radicaux libres (Alcane, Cétone, Aldéhyde) responsables de la flaveur désagréable.

L'oxydation des phospholipides libère des AGPI longues chaînes (Gandemar et al. 1998). Le Fe^{++} , Cu^{++} et la méthyoglobine sont des facteurs promoteurs de l'oxydation lipidique (Geay et al. 1992).

L'augmentation des teneurs en 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 saveur de la viande (Hocquette et al. 2005).

La lipolyse est une réaction enzymatique qui hydrolyse d'une part les glycérides et d'autre part les phospholipides pour donner des AGL. Cette réaction se fait sous l'action des lipases endogènes et microbiennes.

La lipolyse donne au gras une couleur grise et l'oxydation des AGL lui confère une couleur jaune. Le hachage favorise cette dernière réaction, car les pigments héméniques du maigre qui sont des catalyseurs sont alors mis en contact avec le gras (Valin et Lacourt, 1974).

Chapitre IV : Métabolisme lipidique ruminal et incidence des lipides alimentaires sur le profil des acides gras

Le métabolisme lipidique dans le rumen passe par deux phénomènes concomitants, d'une part une lipolyse des triacylglycérols alimentaires suivi d'une hydrogénation des acides gras, et d'autre part une synthèse lipidique réalisée par les microorganismes du rumen.

1. Lipolyse et biohydrogénation

Les rations de ruminants contiennent généralement une teneur de l'ordre de 3% de lipides dans la matière sèche. La nature des lipides présents dépend des différents ingrédients de la ration.

Le rumen est le siège d'une activité lipolytique intense et rapide s'exerçant à la fois, sur les galactolipides, phospholipides, et les triacylglycérols ; mais aussi sur d'autres substrats lipidiques tels que les esters de stérols.

Les triacylglycérols alimentaires sont tout d'abord hydrolysés par la flore lipolytique ruminale, ce qui permet la production d'AGL et de glycérol (Tamminga et Doreau., 1991) et du galactose qui sont rapidement fermentés en AGV, principalement en propionate et en butyrate (Tamminga et Doreau, 1991).

La fraction insaturée subit une hydrogénation par les micro-organismes du rumen. Les bactéries ruminales agissent à ce niveau en symbiose puisque les différentes populations échangent entre elles les intermédiaires de la biohydrogénation.

2. Absorption des acides gras à travers la membrane lipidique des entérocytes

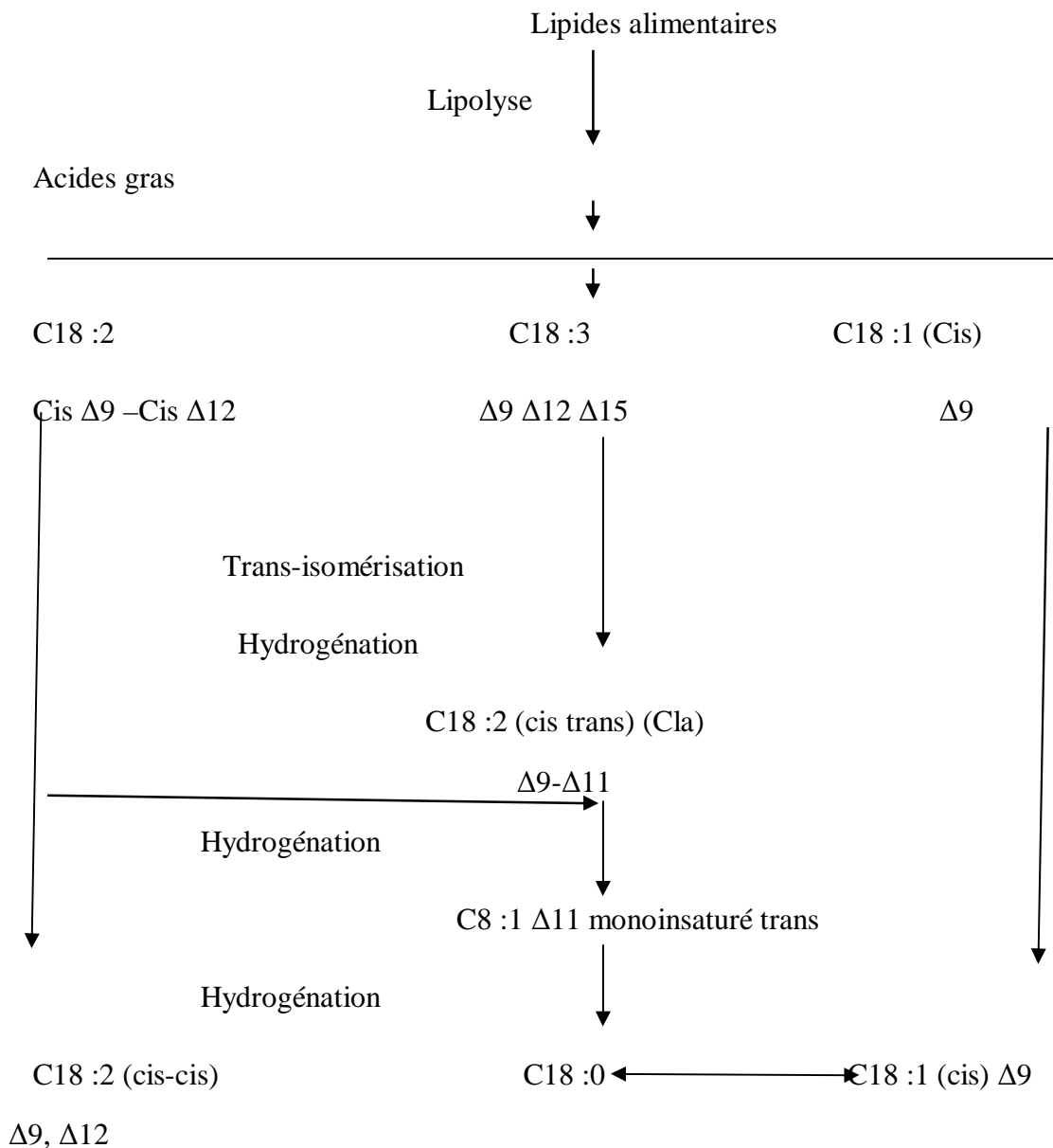
Elle est réalisée par phénomène de diffusion passive (Drackley, 2000). Une faible partie des acides gras est absorbée dans la partie proximale du jéjunum (15 à 25%).

Chez les ruminants, l'absorption des acides gras a un coefficient d'absorption intestinale variant de 80% pour les AGS à 92% pour les AGPI. Pour les régimes classiques à faibles teneurs en matières grasses, ce coefficient varie de 2 à 3% (Bauchart, 1990).

Les souches bactériennes isolées sont en effet incapables de réaliser toutes les étapes de la biohydrogénation à elles seules. C'est ainsi, que Kemp et Lander, (1984) ont classé les bactéries en deux groupes (A et B) en fonction du substrat qu'elles utilisent. Le groupe A comprend les bactéries capables d'hydrogéner l'acide linoléique et l'acide α linoléique en acide trans-vaccénique ou C18 :1 (trans 11), mais incapables de réaliser l'hydrogénation des acides C18 :1 (Cis 9, Cis 11 trans 9).

Le groupe B est constitué de bactéries réalisant d'une part, l'hydrogénation du C18 :1 en acide stéarique, et d'autre part l'hydrogénation de l'acide α - linoléique en C18 :1 (Cis 15 ou trans 15) et de l'acide linoléique en acide stéarique (Kemp et Lander., 1984).

Figure 04 : schéma du phénomène de biohydrogénation



Source : Geay., 2000

Des recherches récentes ont néanmoins permis d'isoler une souche de *Butyrivibrio hangatei* capable de convertir directement l'acide α linoléique en acide stéarique (Van de vosseberg et joblin,2003).

2.1. Acide linoléique conjugué : C : 18:2 (9,12) CLA

La formation d'une double liaison trans en position 11 donne naissance à l'acide linoléique conjugué (CLA, conjugated linoleic acid) cis 9 trans 11, communément appelé acide ruménique qui est l'isomère prédominant avec 60% du total des CLA (Kramer et al., 1998 ; O'shea et al., 1998). Il a un rôle bénéfique sur la santé de l'homme (Calder., 2002). Ce CLA est absorbé, ou subit l'action d'une réduction microbienne qui réalise l'hydrogénation de la double liaison en position 9 du C18 :1 trans 11, celui-ci peut à son tour être transformé en C18 :0 (Harfoot et Hazlewood, 1997).

Lorsqu'il est absorbé, le C18 :1 (trans11) est un précurseur pour la synthèse des CLA au niveau tissulaire. Ce Composé peut en effet être converti par un $\Delta 9$ désaturase en C18 :2 cis (trans11), tant dans la glande mammaire qu'au niveau du gras intramusculaire et sous cutané (Raes et al. 2004).

L'acide α linoléique C18 :3 (9, 12,15) est l'acide gras insaturé prédominant dans le régime des ruminants en pâture.

L'action d'isomérisation, au niveau de la liaison cis12, transforme l'acide linoléique en un intermédiaire conjugué, le C18 :3 (9 trans11, 15), ce triène suit ensuite l'hydrogénation de la double liaison en position 9 qui formera le C18 :2 (trans11,15). Une hydrogénation supplémentaire avec éventuellement une isomérisation donne naissance à un AGMI, majoritairement C18 :1(trans11) et C18 :1 (trans15) (Harfoot et Hazlewood. 1997)

L'acide α linoléique permet aussi la synthèse d'acide trans vaccénique, précurseur pour les synthèses d'AGS dans le rumen et des CLA au niveau tissulaire (Raes et al., 2004). Harfoot et Hazlewood, (1997) rapportent que cet acide n'est présent qu'en faibles quantités dans les lipides des animaux et des végétaux.

2.2. L'acide oléique C18 :1 (9).

Soumis à l'action d'isomérases, il peut être converti en une multitude d'AGMI de configuration trans, parmi lesquelles se trouvent l'acide élaidique C18 :1 (trans 9) et l'acide trans vaccénique (Mosley et al.2002; van de vosseberg et Joblin, 2003).

Selon Van de vosseberg et Joblin. (2003), la biohydrogénation des AGMI en C18 (Cis) conduit à la formation d'AGS d'une part, et d'AGMI (trans) d'autre part.

2.3. Acides gras polyinsaturés

La production de CLA par le ruminant est essentiellement régulée par la nature des rations ; plus ou moins riches en AGPI n-3 et n-6(Enser et al., 1998); ainsi, les rations à base d'herbe (riches en

C18:3 n-3) accroissent la production de CLA, comparativement aux rations à base de foin. La production de CLA étant plus élevée avec une herbe jeune de printemps ; qu'avec une herbe d'automne (Lawless et al., 1999). Par ailleurs, la production de CLA augmente fortement avec l'emploi des rations complétées avec des graines oléagineuses (riches en C18:2 n-6 ou en C18:3 n-3) ou avec leur équivalent en huiles végétales non protégées (Lawless et al 1999). Certains auteurs considèrent qu'ils font l'objet d'une hydrogénation négligeable (Ashes et al. 1992) d'autres estiment qu'ils sont largement hydrolysés (Doreau et Chillard, 1997).

2.4. Teneur en cholestérol des viandes

Le cholestérol n'est pas un lipide à proprement parler, mais un composé liposoluble de la famille des stérols. Les viandes contiennent des quantités significatives de cholestérol entre 50 à 100mg pour 100g de viande. Selon le quartier (CIV, 1996) les abats en contiennent davantage (Tableau 25).

Le cholestérol de l'organisme est à 50% d'origine endogène, provenant de la synthèse hépatique et intestinale (Geay et al, 2002). Dans le foie, on en retrouve 235mg pour 100g.

Selon Monoley, (2001), le gras de la viande au niveau intramusculaire, intermusculaire ou sous cutané se présente sous forme d'ester de glycérol (cholestérol), phospholipides et d'esters d'acides gras.

Tableau 26 : Teneur en cholestérol des viandes de bœuf et d'agneau cuites (CIV., 1996)

Viande Constituant	Bœuf			Agneau	
	Rumsteack grillé	Faux filet rôti	Entrecôte grillée	Gigot rôti	Côtes premières grillées
Cholestérol en mg	35	33	45	70	90

A travers le tableau 26, la viande d'agneau est significativement plus riche en cholestérol que celle du bœuf quel que soit le mode de cuisson (CIV, 1996).

2.5. Phospholipides

La membrane de la cellule musculaire renferme de 0,5% à 1% du poids du muscle quelle que soit la teneur en lipides du muscle. Ils sont riches en AGPI (45% à 55%). Ainsi, les lipides intramusculaires contiennent 2 à 3 % chez les bovins, contre 20 à 25% chez la volaille (Gandemer, 1998) et même 30% chez le lapin.

Bien que les tissus adipeux renferment plus de 98% de triglycérides, les phospholipides constituent la majeure partie des lipides intramusculaires (Morris et al, 1998).

Le tissu adipeux de couverture de ruminant est riche en AGS, part contre le tissu adipeux intramusculaire renferme des proportions intéressantes d'AGPI (Doreau, 1997).

Aucune conversion n'est possible entre les AGPI n-3 et AGPI n-6. Les AGPI de chaque série doivent donc être apportés par l'alimentation (Vanderson et al, 2000). 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 cet endroit. L'ensemble des dérivés obtenus (EPA, DHA, DPA) ajoutés aux deux acides gras essentiels précurseurs constituent les deux familles d'acides gras nécessaires au maintien d'une fonction biochimique cellulaire ou physiologique donnée. Il n'existe ni transformation, ni substitution fonctionnelle.

La teneur de la viande en AGPI est fortement influencée par le régime (Wood et al, 1999). En effet, les graines oléagineuses enrichissent la viande en oméga3 malgré le phénomène de la biohydrogénation spécifique aux ruminants.

Des quantités significatives de C18 :3 n-3 échappent à ce processus et s'accumulent dans les tissus adipeux intramusculaires (Givens, 2005).

Les AGPI prédominants dans la viande d'agneau sont respectivement, l'acide linoléique (C18 :2 n-6), et l'acide α -linoléique (C18 :3 n-3) (Martin, 2001).

Les oméga 3 et oméga 6 proviennent des huiles végétales. Si leurs effets sont insignifiants sur le LDL Cholestérol ; ils provoqueraient en revanche une augmentation d'HDL. Dans chaque famille, il y a d'autres AGPI, dits longues chaînes (AGPI-LC), obtenus à partir de ces acides gras précurseurs. Les plus importants sont l'acide eicosapentanoïque (EPA, C20 :5 n-3), l'acide docosapentanoïque (DPA, C22 :6 n-3) et l'acide docosahexaénoïque (DHA, C22 :6 n-3) obtenus à partir du C18 :3 n-3 et l'acide arachidonique (C20 :4 n-6), obtenu à partir du C18 :2 n-6.

L'allongement de la chaîne carbonée, et l'introduction de nouvelles insaturations se font par le biais d'enzymes qui sont communes aux deux familles d'AGPI. Afin d'éviter une compétition excessive entre les deux familles, oméga 3 et oméga 6 au niveau des enzymes de synthèse des acides gras à longue chaîne, il est préconisé de respecter un ratio C18 :2 n-6/C18 :3 n-3 inférieur à 5 dans l'alimentation.

Figure 05. Conversion des AGPI en AGPI longues chaines (Martin, 2001).

Famille Oméga 6 (n-6)

Famille Oméga 3 (n-3)

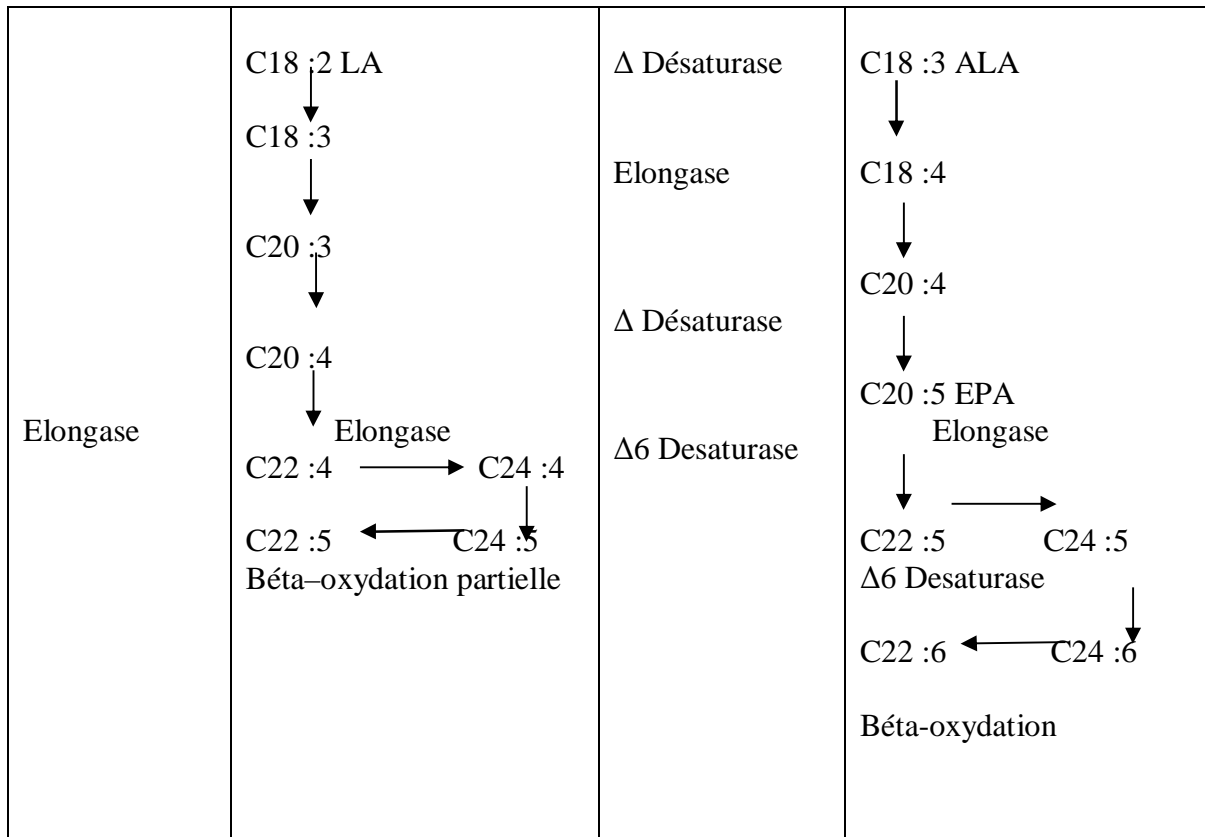


Tableau 27 : Composition moyenne des principaux acides gras dans le tissu adipeux d'agneau (% du poids vif)

AG \ Tissu adipeux	Sub-cutané	Inter musculaire	Intra musculaire	Péirénal	Abdominal
C14:0	4.50	5.10	3.50	3.50	4.50
C16:0	23.40	23.60	23.10	21.40	25.70
C18:0	14.50	16.50	17.10	27.00	25.80
C17:0	2.50	1.80	1.30	2.10	2.60
C16:1	3.20	2.10	2.80	2.20	2.80
C18:1	41.80	41.60	42.10	37.20	33.20
C18:2	4.00	3.60	5.90	5.00	5.30
C18:3	1.10	1.40	1.00	1.60	1.00

Source : Berian et al, (2000)

2.6. Acides gras trans

Ils sont issus, soit de l'hydrogénation catalytique partielle des huiles végétales conduisant notamment et principalement à l'acide élaïdique (C18 :1 trans 9), soit issus de la biohydrogénation ruminale conduisant à l'acide trans vaccénique.

A l'état naturel, les acides gras sont majoritairement en position Cis. Leur conformation change pendant l'hydrogénation au niveau du rumen, et des isomères trans des AGPI, comme le cas de l'acide vaccénique (C18 :1trans Δ 11), avec une proportion de 66%, et qui constitue un facteur athérogène par son action sur les lipoprotéines HDL-LDL (Ascherio et al, 1999).

Tableau 28 : Isomères trans de l'acide oléique dans le muscle de bouvillon par l'acide trans-vaccénique (exprimés en %).

Acide trans vaccémique	%
C18 :1 D11	66
D13	10
D09	08
D12	07
D15	04
D16	05

Source : Bayard et Wolf, (1996)

Le taux de l'isomère Cis9 trans11 (CLA) semble être corrélé positivement avec le gras total. Les CLA augmentent significativement avec les régimes à base d'herbes très riches en C18 :3 et ayant un effet d'élévation de l'acide vaccénique, produit intermédiaire dans la biosynthèse des CLA par voie des Δ 9 désaturase (Maene, 2002). De même, les CLA augmentent fortement avec les rations supplémentaires constituées de graines oléagineuses, riches en C18 :2 n-6 et C18 :3 n-3. Lawless et al., (1999); Maene et al., (2002), rapportent que la viande d'agneau présente une teneur en CLA élevée.

3. Modification des acides gras au niveau ruminal

3.1. Acides gras saturés

L'acide palmitique (C16 :0) et l'acide stéarique (C18 :0) sont les principaux acides gras de la viande de ruminants. L'acide laurique (C12 :0) et l'acide myristique (C14 :0) sont présents en quantités infimes. Ces AG affectent potentiellement le cholestérol sanguin du consommateur (Higgs, 2000).

Les nutriments présents dans la ration affectent l'état d'engraissement et conditionnent la nature des micro-organismes du rumen qui orientent la production des acides gras (Young et al, 1995), tel est

le cas des bactéries responsables de l'hydrogénation des C18 :1 ; C18 :0 et C18 :3 n-3 en C18 :1 (Kemp et Lander, 1984).

Van et Vossemberg et Joblin, (2003) rapportent que *Butyribro-hangatéi* est capable de transformer directement l'acide α linoléique en acide stéarique. Ainsi, le gras visible renferme 37g d'AGS pour 100g de viande (Li et al, 2005).

Selon le CIV, (1996), le gigot et les côtes premières grillées renferment respectivement 50g et 48g pour 100g d'AGS.

L'apport nutritionnel en AGS recommandé par Fossati, (2000) serait de 15g à 20g/jour.

3.2. Acides gras monoinsaturés

Le principal AGMI est l'acide oléique (C18 :1 cis Δ 9). Il représente une fraction de 40g pour 100g de viande (Fink Gremmels., 1993). Il réduit le cholestérol total sanguin, le risque de cancer (Menendez et al, 2005), le risque de trombolique et les maladies cardiovasculaires (Appel et al., 2005). Le C18 :1 est transformé en C18:0, ou soumis à l'action d'isomérase générant le C18:1 trans9 (acide élaïdique) et le C18:1 trans A11 (Mosley et al., 2002).

Pour la viande d'agneau, cet acide gras représente 38g pour 100g de lipides de muscle pour le gigot rôti et 41g pour 100g de côtes premières grillées (CIV, 1996 et Fossati, 2000).

L'acide palmitoléique (C16 :1 oméga 7) est aussi un AGMI intéressant, présent dans la viande. Les apports recommandés pour ces types d'acides gras (AGMI) varient entre 35 g et 40g/jour (Fossati, 2000).

Tableau 29 : Composition en acides gras de 2 types de viandes cuites d'agneaux, en % pour 100g. (Hocquette et al. 2005)

Types acides gras	Cotes premières grillées	Gigot rôti
AGS	48	50
AGMI	41	38
AGPI	10	10

D'après Hocquette et al, 2005, il apparaît que la viande cuite d'agneaux est dominée par les AGS et AGMI. Les AGPI sont présents en faible quantité et de manière identique (10% pour chacun des morceaux étudiés).

Mourot et Hermier, (2001) trouvent que la viande rouge de ruminants est beaucoup plus saturée que d'autres viandes, notamment comparée à celle des volailles (Kouba et al, 2003 ; Wilfart et al,

2004), ceci est dû au phénomène de trans-isomérisation en cours de processus de la biohydrogénation des AGPI dans le rumen (Boles et al. 2005).

Les acides gras saturés (AGS), principalement d'acide laurique, d'acide myristique et les isomères trans, notamment l'acide vaccénique trans $\Delta 11$, sont en étroite relation avec l'hypercholestérolémie lorsqu'ils sont en excès par rapport à l'acide oléique ; par régression de l'activité des récepteurs hépatiques LDL. Il en résulte une diminution de l'épuration du cholestérol plasmatique et un excès de synthèse de Novo, ce qui augmente la concentration du cholestérol circulant. (Fossati, 2000)

Le déséquilibre du rapport concentration LDL/concentration HDL, en faveur du LDL constitue un facteur athérogène à l'origine des maladies cardiovasculaires (Ponte et al, 2004).

(Normand et al, 2005), notent que le rapport AGPI n-6/n-3 est voisin de 11 pour la viande de ruminant. Face à ce déséquilibre alimentaire ; caractérisé par une consommation excessive d'AGS, fournissant un rapport n-6/n-3 très élevé (Rondia et al., 2003), et de l'envie du consommateur à réduire ces rapports lipidiques en s'orientant vers une viande maigre et riche en AGI, et se prémunir contre les maladies cardiovasculaires et l'obésité (Bouderoua et al, 2003 ; Chesneau et al,2005) ; les nutritionnistes recommandent des teneurs accrues en AGPI de type Oméga3 dans l'alimentation humaine pour se prémunir contre de nombreuses maladies.

Pour suivre ces recommandations, sans modifier les habitudes alimentaires, une solution consiste à enrichir naturellement les produits d'origine animale en acide gras bénéfiques pour la santé via l'alimentation des animaux (Mourot et Hermier, 2001 ; Scolan et al, 2005).

4. Incidences des lipides alimentaires sur le profil des acides gras du tissu musculaire de l'agneau

4.1 Influence de la nature des lipides alimentaires sur les tissus adipeux

Généralement les rations de ruminants ne doivent guère dépasser le seuil de 3% de lipides (Sauvant et al., 2002). Leur nature varie selon les matières végétales incluses.

L'alimentation joue un rôle crucial dans le déterminisme de la qualité des tissus adipeux. La teneur des graisses en AGPI dépend de la quantité totale du gras déposé par l'animal et du contenu en AGPI de l'aliment distribué (Lessire, 1995).

Il a été démontré que chez le mouton, la nature des lipides apportés par l'alimentation influe fortement sur la composition en AG déposés dans les tissus. Ainsi, les graisses animales enrichissent les dépôts lipidiques en C16 :0 et C18 :0, alors que les huiles végétales accroissent les proportions en AGPI. Normand, (2005) rapporte que l'incorporation des graines de lin, riche en Oméga 3, dans

l'alimentation des animaux, ne modifie pas l'état d'engraissement ou la couleur des viandes, mais en revanche, elle a un effet marqué sur la valeur nutritionnelle de la viande. La teneur en acides gras polyinsaturés n-3 des lipides intramusculaires est fortement augmentée et le rapport C18 :2 n-6 /C18 :3 n-6 diminué (inférieur à 4), rendant la composition en acides gras de la viande plus conforme aux recommandations des nutritionnistes (Gibny, 1993 ; USA département of agriculture 2000). Cette particularité de l'animal polygastrique permet de modifier par voie nutritionnelle la composition en acides gras de la viande afin de répondre à la demande des consommateurs qui recherchent une diminution de la part des lipides dans leur alimentation, et une réduction des apports en acides gras saturés au profit des AGPI; en particulier les AGPI n-3 en raison de leur effet protecteur sur les maladies cardiovasculaires (Lebret ., 1999 ; Geay, 2002).

Les céréales, les protéagineux et leurs tourteaux renferment essentiellement des triglycérides dont les acides gras sont majoritairement insaturés. Les céréales renferment 1,5% de lipides composés essentiellement de C18 : 3, C18 :2, C18 :1 et C18 :0. Les graines oléagineuses dosent entre 15 et 20% de lipides, leurs tourteaux disposent de 1 à10% de lipides constitués en majorité de C18 :2 et du C18 :1. Le lin faisant exception, car il est riche en C18 :3.

Selon Bas et al, (2005), les graines oléagineuses riches en AGPI modifient différemment la composition en acide gras du muscle du tissu adipeux. Ainsi, un régime de céréales enrichi par 24% de graines de colza, réduit la teneur en C16 :1 au profit du C18 : 2 ; avec beaucoup de C18 :1 et du C18 :2n-6 au niveau de muscle par rapport au tissu adipeux (Flachowsky et al, 1994).

L'herbe et ses dérivés renferment environ 3% de lipides constitués de 50% de galactolipides à prédominance de C18 :3, C18 :2, C18 :0 et approximativement 25% de phospholipides (Jarrige et al, 1995 ; Harfoot et Hazelewood., 1997).

French, (2002); Bauchart et al., (2001); Scollan et al., (2005), rapportent que la consommation d'herbes favorise l'incorporation d'AGPI n-3 dans les lipides musculaires et améliorerait la valeur santé de la viande bovine. Cependant, la teneur en C18 :3 n-3 de l'herbe est variable selon le stade végétatif. Elle serait maximale dans les jeunes pousses. Une alimentation riche en herbe augmente la quantité de C18:3 et leurs homologues de longues chaînes (Maene et al., 2002), avec des teneurs multipliées par 2,4 pour le C18:3; 3,5 pour le C20:5 et 1,8 pour le C22:5 (Nurnberg et al., 1996). En revanche, les régimes riches en céréales provoquent une élévation des teneurs en AGPI n-6 (Enser, 1998). Des résultats similaires ont été obtenus avec l'incorporation du lin extrudé dans l'alimentation des gros bovins (Bastien, 2001 ; Bauchart et al, 2005).

Selon Karene, (2004), la viande de bœuf provenant d'animaux élevés dans un environnement confiné, nourris avec des céréales, en stabulation entravée, comparée à la viande d'animaux nourris à

l'herbe; peut avoir jusqu'à 3 fois plus de matières grasses, essentiellement représentées par des graisses saturées et un rapport entre les oméga 6 et les oméga 3 allant jusqu'à 20/1. Alors que lorsque les bovins sont nourris à l'herbe, le rapport oméga6 / oméga3 peut être de 3/1 et 1/1. Selon le même auteur, lorsqu'on nourrit les vaches laitières avec leur alimentation naturelle (herbe), leurs viandes sont beaucoup moins riches en graisses totales, que la viande d'animaux nourris de céréales et de soja, et leur viande est encore moins grasse qu'une cuisse de poulet sans peau (French et al., 2002). Cette viande est aussi beaucoup plus riche en oméga3 (2 à 10 fois plus) que la viande d'animaux nourris aux céréales. La raison est que les céréales sont très pauvres en oméga3 et très riches en oméga6, ce qui fait pencher la balance oméga 6 / oméga 3 vers un excès des oméga 6 chez les animaux qui sont nourris aux céréales. Bien que ces deux acides gras soient essentielles pour la santé ; c'est l'équilibre qui importe. Un rapport sain pour la santé humaine, d'après certains chercheurs seraient de 1/1 (Karen, 2004; Bauchart et al., 2001-2002).

Selon Geay, (2002), il est possible d'augmenter la part des AGPI dans la ration en incorporant certaines huiles végétales et animales (lin et poisson).

Selon Morand Fehr et Tran, (2001); Scollan et al.,(2005), la teneur en AGPI n-3 serait fortement réduite lors du fanage de l'herbe.

L'utilisation de l'herbe en vue d'enrichir la viande en AGPI n-3, ne peut donc s'envisager que sur une partie de l'année. Le recours à d'autres matières premières riches en AGPI n-3 paraît alors nécessaire pour une production de la viande riche en AGPI n-3, régulière au cours de l'année.

Néanmoins, les données médicales à travers le monde préconisent de ne pas dépasser le seuil de 30-35% de l'énergie apporté par le gras, sans que celle fournie par les AGS n'excède 10% de l'énergie totale et que l'énergie apporté par les AGMI et les AGPI soit proche de 16% et 7% respectivement. Chez les ruminants sevrés, une forte proportion des acides gras insaturés de la ration alimentaire est hydrogénée dans le rumen, ce qui rend les acides gras intramusculaires beaucoup moins insaturés que ceux des porcs et des volailles (Galéa et al, 2005; Hocquette et Bauchart, 1998) pour lesquelles il y a de modifications de lipides lors de la digestion.

4.2. Effet de l'état d'engraissement sur la composition en acides gras du muscle

L'état d'engraissement a un effet très net sur la composition en acides gras. La teneur en AGS et en AGMI croît plus rapidement que celle des AGPI, lorsque l'état d'engraissement augmente; il en résulte une diminution de la proportion d'AGPI et par conséquent un rapport AGPI/AGS amoindri (Nurnberg al., 2002). Cette baisse est associée à une augmentation du taux de gras intramusculaire qui

peut s'expliquer par une diminution du rapport phospholipides/triglycérides dans les lipides totaux et la composition des acides gras, différente de ces deux fractions (TG, PL).

Le gras intramusculaire peut aussi influencer le rapport n-6/n-3 en raison des différences entre les phospholipides et les triglycérides. Cet effet est moins important que l'effet nutritionnel.

Les lipides neutres des muscles incorporent essentiellement les AGPI n-6 et n-3. Les phospholipides sont moins sélectifs et captent les AGPI n-6, n-3 et leur homologues C22 :3, C20 :4, C22 :5 (Normand., 2005). De même, les graines oléagineuses riches en AGPI modifient différemment la composition en acides gras. Ainsi, un régime à base de céréales enrichi par des graines de colza (24% de ms), réduit la teneur en C : 16 au profit de C : 18 avec beaucoup de C18 :1, de C18 :2n-6 au niveau du muscle par rapport au tissu adipeux (Flachowsky et al, 1994).

Tableau 30 : Effet des principales matières grasses de la ration sur la composition en acides gras du tissu musculaire et du tissu adipeux (Bas et al., 2005).

Tissu	Musculaire							Adipeux						
	N	C14 :0	C16 :0	C18 :0	C18 :1	C18 :2	C18 :3	N	C14 :0	C16 :0	C18 :0	C18 :1	C18 :2	C18 :3
Témoin	41-52	3,4	22,2	22,7	38,1	4,0	1,3	18	2,2	23,6	17,2	41,3	5,6	0,9
Colza	33	3,1	20	20,9	38,2	3,3	0,7	11	2,3	22,5	18,0	40,8	5,4	0,7
Maïs	24-30	3,4	21	20,3	41,8	6,6	1,2	2	3,7	23,3	14,5	41,7	8,7	0,6
Tournesol	10	2,8	25	16,6	44	5,2	0,5	--	--	--	--	--	--	--
Coton	4-6	4,5	25,6	28,4	33,6	3,6	1,0	--	--	--	--	--	--	--
MG Protégés	2-6	2	14,4	23	33,9	23	2,2	5	1,6	18,4	18,4	38	18,7	1,8

Chapitre V : Glands de chêne vert dans l'alimentation animale

1. Importance et situation des chênaies dans le bassin méditerranéen

Selon Salazar, (1988), l'implantation des différentes espèces de chêne se situe essentiellement dans le bassin Méditerranéen. Elles s'étendent aussi sur certaines régions d'Asie, d'Europe moyenne et d'Amérique du nord où elles sont moins importantes (Kenk-Solymos, 1993).

Concernant le chêne vert, les statistiques sont rares, mais il semble selon Boudy, (1955) que cette espèce couvre d'importantes superficies en Espagne (300.000 Ha), en Afrique du nord (1781.10^3 Ha) ; en France (380.10^3 Ha) et en Italie (340.10^3 Ha).

2. Importance du chêne vert en Afrique du Nord.

D'après Barbero et Loisel, (1980), la superficie du chêne vert est prépondérante au Maroc surtout dans le grand et le moyen Atlas. Quarro, (1985) estime l'aire du chêne vert au Maroc qui se situe à $1.346.10^3$ Ha.

En Tunisie, le chêne vert à un rôle secondaire on le rencontre en sous étages dans les forêts de pin d'Alep. Il est localisé à l'état pur sous forme de médiocres taillis, sur la dorsale tunisienne uniquement (Kazi-Aoul, 1992). Sa superficie est estimée à 83.10^3 Ha (Quarro, 1985).

Les chênaies Algériennes s'étendent tout le long de l'Atlas Tellien. Elles étaient estimées à $1.128.10^3$ Ha (Belaroussi., 1991).

Le chêne vert s'étend principalement, dans les régions Est et du Centre. Il se présente en zones dispersées dans la région Ouest de l'Algérie.

Tableau 31: Superficie des différentes espèces de chêne en Algérie

Espèce	Superficie 10^3 Ha
Chêne vert (<i>Quercus ilex</i>)	634
Chêne liège (<i>Quercus suber</i> L.)	463
Chêne Zen (<i>Quercus faginea</i>) et Chêne Afarés (<i>Quercus Afarès</i>)	65
Total	1062

Source : Messaoudene, (1996).

3. Utilisation du gland de chêne en alimentation animale.

Les populations riveraines des chênaies utilisent les glands frais, séchés ou bouillis pour l'engraissement des ovins.

Selon Natividade, (1956), certains animaux sauvages font des provisions de glands dans des trous qu'ils creusent dans le sol où ils viennent les chercher en hiver.

De même, l'I.N.R.F, (1995), rapporte que dans les chênaies productrices de glands dans les gorges de la Chiffa, des populations de singes s'alimentent du moins pendant une période de l'année.

Afraitane, (1990); Boudroua et al., (2009) rapportent que le gland constitue une grande source nutritionnelle intéressante pour la volaille et les ruminants. Dans ce sens, plusieurs travaux portant sur les aptitudes nutritionnelles de régimes à base de glands crus ou autoclavés ont été entrepris sur le poulet de chair par Labier et Leclercq, (1992), Boudroua et Selselet Attou, (1995 ; 2002,2005) et des résultats intéressants ont été obtenus sur les performances zootechniques, les qualités nutritionnelles et diététiques des viandes blanches qui sont caractérisées par des carcasses maigres et un rendement à l'abattage acceptable. Peu de travaux existent sur l'utilisation du GCV par les ruminants notamment le mouton. Meuret, (1987) rapporte que les feuilles sont aussi utilisées et distribuées fraîches à des caprins au pâturage ou en parcours.

4. Composition biochimique du Gland de chêne vert

Plusieurs auteurs rapportent que l'amidon et les lipides constituent les principales substances de réserves du gland de chêne vert (GCV). Les protéines brutes ne sont que faiblement présentes. Ils classent ce fruit parmi les aliments énergétiques (Picollo et al, 1983 ; Kekos et Kaukios, 1985 ; Boudroua et al, 2002).

Tableau 32: Teneurs du gland de chêne vert en principaux constituants

Auteur Constituant	Afraitane 1990	Foudhil 1991	Boudroua et al 2002
Amidon	45.00	57.00	46.00
Lipides	11.00	7.50	6.50
Protéines	5.11	5.93	7.90
Cellulose Brute	1.19	2.19	3.80
Tanins	8.50	8.50	2.35
Solubilité protéique	-	-	67.10

Selon Foudhil, (1990); Belarbi, (1991); Boudroua et al, (2002), les glands de chêne vert sont très riches en amidon et en lipides, cette particularité a un impact favorable sur le plan énergétique. Ces constituants font du gland un produit énergétique par excellence.

Les teneurs différentes de ces composants sont vraisemblablement liées à la variété, la zone géographique, la nature des sols et les conditions de conservation.

Picollo,(1983); Koenig, (1991); Boudroua et al, (2002) montrent que le GCV est plutôt pauvre en protéines (moins de 8%). Ce constituant reste tout de même non négligeable, comparativement aux denrées céréaliers.

La solubilité protéique, renseigne sur le degré de digestibilité de l'azote contenue dans le gland, elle est en moyenne comprise entre 65% et 68%. Plus le gland est mûre, plus la solubilité protéique est meilleure.

Afraitane, (1990); Larbier et Leclerc, (1992) rapportent une teneur en lysine de (3.9% de protéines brutes) dans les glands de chêne vert, comparé au maïs, (2.7%). La Méthionine constitue le facteur limitant du gland qui ne renferme que 1.6% en moyenne. Néanmoins, le GCV est de loin plus riche en arginine que le gland de chêne liège (13.5% Vs 6.7%).

Selon Belarbi, (1991) ; Boudroua et al, (1994, 2002,2005), le gland de chêne vert renferme un taux acceptable de lipides (4.2% à 6.5%). Cette teneur constitue un impact favorable sur le plan énergétique. Wild-Ménage,(1976) a trouvé que les teneurs en lipides dans le gland de chêne Schumard et de chêne Alba ont varié de 3.8% en moyenne en Septembre pour atteindre ensuite un taux de 9.8% en moyenne jusqu'à la maturation. Picollo et al, (1983) ont observé des teneurs de l'ordre de 4.4% en moyenne dans le *Quercus leucotriophera* et 4.2% en moyenne dont le *Quercus pubescent*.

Des recherches faites par Meziane et Mameri, (2005) montrent que la fraction lipidique contenue principalement dans les cotylédons du gland de chêne vert représente une source non négligeable pour le gland de chêne, marquée beaucoup plus pour le gland de chêne vert avec un taux de 9% contre 5% environ dans le gland de chêne liège.

Les acides gras dominants dans le GCV sont : l'acide oléique (68.8%), l'acide palmitique (18.4%) et l'acide linoléique (13.5%), conférant ainsi au gland une qualité diététique intéressante en nutrition animale et humaine (Wolf et al, 1981 ; Afraitane, 1990). Ces résultats corroborent ceux trouvés par Camacho et al, (2004) qui varient respectivement de 57% à 63% pour le C18 :1 ; de 17 à 21% pour le C18 :2. Néanmoins, ces auteurs trouvent des teneurs en C16 :0 relativement faibles (13.57% à 14.36%) et d'acide palmitique. Par ailleurs, Ces chercheurs ont observé des teneurs très appréciables en C18 :2 qui varient entre 17.3% et 21.95% selon l'espèce et une teneur acceptable en C18 :3 (1,03% à 3.12%).

Tableau 33 : Teneurs en acides gras de trois espèces de gland de chêne (%)

Acides gras	<i>Quercus ilex</i>	<i>Quercus suber L</i>	<i>Quercus Faginea</i>
C14 :0	0.10	0.10	0.12
C16 :0	13.57	14.36	13.74
C16 :1	0.43	0.50	0.62
C17 :0	0.13	0.10	0.12
C17 :1	0.05	0.00	0.11
C18 :0	2.33	1.20	2.70
C18 :1 n-9	62.88	57.15	60.29
C18 :1 n-7	0.77	0.80	1.24
C18 :2	17.35	21.95	18.42
C18 :3	1.03	2.60	1.70
C20 :0	0.40	0.20	0.55
C20 :1	0.66	0.60	0.40

Source : Camacho et al, (2004)

Dans ce contexte, plusieurs travaux menés par des chercheurs Algériens ont montré l'intérêt de l'utilisation du gland de chêne vert, naturellement riche en AGI, en alimentation animale. Il en ressort que le gland de chêne vert destiné au régime de poulets présente des teneurs intéressantes en acides gras insaturés dont 51.07% d'AGMIrenfermant 50.06% de C18 :1; 32.71% d'AGPI; 31.01% de C18 :2 et 1.62% de C18:3 (Bouderoua et al, 2003).

Ouazani, (2005) trouve que le régime GCV destiné à l'alimentation d'agneaux renferme 24.3% de C18:2;1.3% de C18:3 et 54% de C18:1.

Selon Koenig, (1990) les fluctuations que subit la cellulose (CB) sont liées à la forme de présentation, du stade de maturité, et de la méthode de traitement physique (Hager, 1984).

Selon Belarbi (1990); Afraitane (1990), les sucres réducteurs sont faiblement présents dans le gland de chêne vert (2.6% et 7.6%).

Kekos et Kokios, (1985) rapportent des valeurs 2 à 5 fois plus élevées pour les espèces de glands Grecques à savoir 15.5%. Selon Afraitane, (1990), la variation des teneurs en sucres réducteurs pourrait provenir des espèces du même genre, du climat et du terrain.

D'autres facteurs liés aux méthodes de dosages pourraient également expliquer les différences observées.

Pour les vitamines, Foudhil, (1990) note que le GCV, est pauvre en vitamines du groupe B₁ et B₂. Les teneurs respectives sont de 2.1mg /kg et 0.8mg/kg. Comparativement au gland, le maïs renferme 4.8mg par kg d'aliment.

5. Effet des tanins

Moins le gland est riche en substances phénoliques, moins les phénomènes de la digestion sont perturbés et mieux cet aliment est accepté. Afraitane (1990) a trouvé des teneurs très faibles variant entre 0.32% et 0.70% respectivement pour le GCV, et le GCL. Des teneurs similaires ont été recensées par Carter et al, (1993) pour l'espèce *Quercus Alba* (0.1% à 0.3%). Koenig et Heck, (1988) rapportent que l'espèce *Quercus agrifolia* renferme un taux oscillant entre 15% et 20%.

En Algérie, les teneurs en tanins trouvées par Boudroua et al, (2005 et 2009), permettent d'affirmer que le GCV peut être utilisé en alimentation animale (volaille et ovins) sans risque potentiel d'intoxication.

6. Tolérance aux Tanins

La tolérance aux tanins varie avec les espèces animales. L'action serait plus nocive chez les monogastriques que chez les ruminants qui posséderaient dans le rumen une tannase (Lawrence, 1990). Wolter ,(1974), rapporte l'intoxication par le gland de chêne *Rouvre* en France de plusieurs centaines de bovins limousins, surtout des jeunes qui sont nettement moins résistants à la forte teneur en tanins (plus de 8%).

6.1 Par les monogastriques

Chez la volaille, un retard de croissance a été observé avec une ration contenant 0.6% de tanin. Les mêmes observations ont été faites chez les rats et hamsters recevant un aliment contenant 0.20% d'acide tannique (Mitjavila et al 1970).

6-2 . Par les ruminants

Peu de travaux concernant l'action des tanins ont été effectués sur les ruminants. Plusieurs auteurs admettent que les ruminants tolèrent un niveau pouvant atteindre 5% de tanin (Herman et al, 1953 ; Hawkins, 1955).

Pour Griffiths et Jones, (1977), l'effet des tanins sur la digestibilité in-vitro peut être attribué à une inhibition de plusieurs systèmes enzymatiques responsables de la digestion des fibres, ou à la formation d'un complexe protéines – tanins indigestibles.

La toxicité par les tanins exerçant des actions astringentes dans le tube digestif est à l'origine des constipations plus ou moins compliquées (diarrhées brunes ou noirâtres, dysenterie parfois).

Contrairement aux effets néfastes que peuvent engendrer les tanins sur la santé des animaux, ils constituent tout de même des antioxydants qui présentent un avantage dans la qualité des viandes. De même, ils influent positivement sur l'attendrissement et les qualités organoleptiques de la viande.

Selon Jonés et al., (1997) les antioxydants constituent à eux seuls un groupe dans la collection grandissante des composés chimiques végétaux qui mobilisent de plus en plus l'attention des nutritionnistes. Ces substances jouent un rôle important dans la prévention des dommages résultants de l'oxydation des cellules. Les composés phénoliques montrent leurs effets bénéfiques sur les troubles chroniques (MCV), ils contribuent à réduire le taux de cholestérol LDL altéré par l'oxydation dans le sang ; prévenant ainsi le dépôt de plaques dans les vaisseaux. Les mêmes auteurs rapportent aussi que les polyphénols ont un effet potentiel sur la prévention du cancer. Les substances phénoliques jouent également un rôle anti-oxydant et anti- microbiens.

Des études faites par Prolin et al (2005) sur le mouton et la chèvre montrent que l'administration des tanins de gland de chêne vert à ces animaux a présenté une efficacité dans la lutte contre le parasitisme gastro-intestinal. Ils engendrent une réduction des œufs de parasites dans les fèces. Ces auteurs rapportent par ailleurs que des doses supérieures à 12% de tanin ont abouti à l'intoxication des animaux.

7. Effet de l'incorporation du gland dans le régime sur le profil des acides gras de la viande.

L'incorporation du GCV dans le régime du poulet de chair a permis d'enrichir la viande en acides oléique et linoléique (Sisbanne, 2009), comparables à ce qui est rapporté par des travaux portant sur l'enrichissement de la viande de poulet par des lipides insaturés contenus dans certaines huiles, tel que l'huile de colza, l'huile de tournesol et l'huile de poisson (Bouderoua et al, 2009). En effet Hammou, (2008), rapporte dans ses travaux que la qualité de la carcasse du poulet de chair obtenue avec un régime GCV est caractérisé par un dépôt de gras réduit par rapport à ceux du régime standard à base de maïs (1.80% Vs 2.77%, et 1.48% Vs 2.20%) respectivement pour les viandes de la cuisse et du filet. Les acides gras du muscle de la cuisse, mettent en évidence la grande richesse en acide oléique, suivi de l'acide linoléique (0.84% Vs 0.6 % des acides gras identifiés) et l'acide linoléique (18% Vs 14.5%, Bouderoua et al, 2009).

De même, les deux types de régimes alimentaires ont présenté une bonne richesse des AGMI dans la cuisse du poulet nourri au gland de chêne vert (49.71% vs 43.50%).

Le rapport n-6 / n-3 était également plus élevé (16.27 vs 13.89) chez les poulets de chair nourris au GCV par rapport au témoin (Bouderoua et al, 2009). De nombreux travaux montrent que la composition en acides gras des lipides de la carcasse ou des tissus adipeux du poulet, reflète celle des graisses de la ration (Marion et Woodroof, 1966 ; Guenter et al, 1971 ; Edwards et al, 1975). De même,

la composition en acides gras des lipides intramusculaires est sous l'étroite dépendance de lipides alimentaires (Marion et Wochroof, 1966 ; Miller et Robich, 1969).

Tableau 34 : Concentration en Tocopherols (mg/Kg) dans certains fruits

Types Fruits	α	β	γ	δ	Total
<i>Quercus Ïlex</i>	16	ND	149	ND	165
<i>Quercus suber.L</i>	20	ND	257	12	289
<i>Quercus Faginea</i>	129	ND	427	ND	456
Olive	63-135	ND	7-17	ND	70-150
Soja	110	10	1280	465	1865
Tournesol	860	25	20	2	907

Source : Camacho et al, (2004)

Selon Camacho et al, (2004), la proportion en tocophérols totaux du gland de chêne vert reste comparable à celle de l'olive (165mg-150mg), mais apparait très faible comparativement aux autres glands, au soja et au tournesol (Tableau 34).

La faible teneur en vitamine E du gland de chêne vert laisse penser à une augmentation de l'instabilité oxydative des lipides musculaires.

La supplémentation du régime gland de chêne vert en antioxydants alimentaires doit donc être envisagée pour limiter les effets de l'oxydation de la viande.

8. Valeur alimentaire du gland de chêne vert pour les animaux d'élevage

Certains auteurs, Natividade, (1956), Foudil, (1990) ont tenté de déterminer la valeur nutritionnelle du GCV.

Tableau 35: Valeur nutritionnelle du GCV calculée par Natividade (1956)

Mode de présentation	UF/Kg ms	MAD /kg ms
GCV doux entier	0.740	27
GCV doux pulpe	0.841	
GCV doux écorce	0.604	

Tableau 36 : Détermination des principaux constituants du GCV par la méthode de Cance (1979)(Kcal/100g d'aliment (Foudhil ., 1990)

Composant	Quantité en g/100g D'aliment	Kcal/100g aliment
Glucides	54.6	225.60
Protéines brutes	6.6	26.40
Lipides	11.8	106.20
Total		358.20

Tableau 37 : Détermination de la valeur alimentaire du GCV calculée sur cinq périodes de maturation (Bouderoua et al. 2002) (g/kg de ms) formules INRA, 1981

Espèce	période	UFL	UFV	PDIN	PDIE
GCV	mi Sept	0.87	0.86	36	61
	mi Oct	0.91	0.90	40	66
	mi Oct	0.91	0.89	54	69
	mi Nov	0.89	0.88	38	61
	mi Déc	0.91	0.90	49	65

Natividade, (1956); Foudhil, (1991), Bouderoua, et al (2002) s'accordent à dire que le gland de chêne vert est un aliment énergétique par excellence, un complément en aliment riche en azote est donc nécessaire. La connaissance de la valeur alimentaire du gland semble être indispensable pour raisonner d'une manière rationnelle l'alimentation des animaux.

Toutes les études faites jusque là, ont permis de confirmer que le gland peut remplacer partiellement ou en totalité le maïs dans l'alimentation de la volaille et du mouton, sans que l'indice de croît et le rendement ne soient perturbés. Cette voie est évidemment éminemment économique.

A travers le calcul des valeurs alimentaires, il apparaît que le gland de chêne vert est un aliment riche en énergie et pauvre en protéines brutes. Compte tenu de ce déséquilibre, son faible apport protéique peut être compensé par une complémentation azotée.

Conclusion bibliographique

Une des particularités des animaux polygastriques vis à vis des acides gras est la métabolisation plus ou moins intense des lipides alimentaires et la biosynthèse d'acides gras d'origine microbienne (Cuvelier et al, 2005).

La biohydrogénation des AGPI est un phénomène de trans-isomérisation de configuration diène cis 9, cis 12. Elle est influencée d'une manière non négligeable par la nature de la ration (Doreau et Chillard, 1997). Ce phénomène physiologique est responsable du caractère saturé des viandes rouges.

Comme rapporté dans de nombreuses études, (Bas et al, 2000-2001 ; Normand et al, 2005 ; Geay et al, 2002) ; l'alimentation peut sous certaines conditions influencer significativement la composition des matières grasses de la viande.

Les différences liées à l'alimentation des animaux sont souvent sous estimées, notamment sur le plan des rapports AGPI/AGS et n-6/n-3 actuellement en déséquilibre (0.11 et 10, respectivement), contrairement aux différences liées à l'espèce qui sont sans doute prises d'une manière exagérée.

Pour atteindre les recommandations des ANC, les conseils des diététiciens portant souvent sur des substitutions de consommation de viandes réputées grasses et/ou saturées par des viandes avérées moins grasses et pourvues en acides gras insaturés.

La maîtrise du métabolisme ruminal des lipides alimentaires et l'utilisation des matières riches en AGPI, facilitent les méthodes d'enrichissement, dont l'objectif principal est de réduire l'effet de la biohydrogénation des AGPI et d'augmenter leur teneur dans le muscle (Fonty et al, 1995 ; Normand et al, 2005).

Pour atteindre ce but, plusieurs modalités d'enrichissement des régimes alimentaires et rations destinées aux animaux d'élevage ont été testées. Les lipides intramusculaires de ces animaux sont enrichis non seulement en acides alpha-linolénique (c18 :3 n-3) ; mais aussi en acides gras polyinsaturés à longue chaîne (EPA, DHA) issues du métabolisme endogène de l'acide alpha-linolénique (Loor et al, 2004 ; Ganthier, 2004 ; Normand et al, 2005).

L'effet de l'incorporation du gland de chêne sur le profil des acides gras du poulet de chair a permis d'enrichir la viande en AGPI (Bouderoua, 2009 ; Sisbane, 2009 ; Hamou, 2008). Le rapport C18 :2 n-6/ C18 :3 n-3 était également plus intéressants chez les animaux nourris au GCV par rapport au témoin (Bouderoua et al, 2009). C'est dans ce cadre qu'une étude a été entreprise en vue de tester l'incorporation du GCV dans le régime du mouton en vue d'étudier son effet sur la qualité des carcasses, le profil des acides gras et les qualités nutritionnelles de la viande d'agneau.

Selon Camacho et al, 2004, la proportion en Tocophérols totaux du gland de chêne vert reste comparable à celle de l'olive (165mg vs 150mg) mais apparaît très faible comparativement au soja et au tournesol (1855mg et 907mg) respectivement. La faible teneur du gland en vitamine E laisse penser à une augmentation de l'instabilité oxydative des lipides musculaires. La supplémentation du régime gland de chêne en antioxydants alimentaires doit donc être envisagée pour limiter les effets de l'oxydation des viandes.

Il est aussi apparu que le métabolisme ruminal conduit à la synthèse des CLA (Lawson et al, 2001 ; Normand et al, 2005) dont les propriétés sont appréciées en diététique moderne (Roche et al, 2001).

PARTIE 2 : EXPÉRIMENTATION

Chapitre I: Méthodologie

Objectifs

Sur le plan nutritionnel, la viande d'agneau est réputée être une denrée riche en lipides, plus particulièrement en acides gras saturés. Les conséquences néfastes de ces acides gras sur la santé humaine sont effectivement dénoncées par les diététiciens et le corps médical. Pour cette raison, les nutritionnistes préconisent une réduction de ces acides gras dans l'alimentation humaine en une augmentation en AGPI n-3 pour tendre vers un apport de 2g d'acide α linoléique (C18:3n-3) principal acide gras polyinsaturé et un rapport de 5 entre l'acide linoléique (C18:2,n-6) et l'acide α linoléique (C18 :3,n-3) qui contribuerait à une diminution des risques cardiovasculaires.

Pour ce faire, des essais sont conduits pour modifier le profil des acides gras de la viande via l'alimentation des animaux à partir de 04 principales sources naturelles herbe verte de printemps, la graine de lin, huile d'argon et l'huile de poisson. De ces études, il apparaît que les lipides alimentaires influencent fortement la composition lipidique des tissus et conditionnent en partie leur qualité.

Sur la base de ces constats, un programme de recherche est entrepris sur des agneaux en vue d'étudier l'effet d'une alimentation à base de gland de chêne vert sur la modification de la composition musculaire, en acides gras chez l'agneau où la situation est très différente de celle des volailles, en raison du phénomène de trans-isomérisation des AGPI dans le rumen en cours du processus de la biohydrogénation.

A cet égard, ce travail vise à tester les possibilités qu'offre un régime à base du gland de chêne vert (*Quercus ilex*) en comparaison avec un autre à base d'orge sur les performances de croissance et sur les qualités des acides gras des lipides de la viande de gigot et de côtes.

L'utilisation de cette denrée à été abordée à trois niveaux :

- ☞ D'une part, l'étude des caractéristiques biochimiques des régimes,
- ☞ D'autre part au niveau de la digestion de la ration, il s'agit de mesurer l'impact du régime sur l'évaluation des performances zootechniques, la qualité des carcasses afin d'interpréter les résultats concernant la valorisation de la ration par l'animal,
- ☞ Déterminer les effets du gland de chêne vert sur la qualité de la viande ainsi produite notamment, sa composition en acides gras et ses qualités organoleptiques.
- ☞ Il a été également procédé à l'analyse des effets de la cuisson de la viande des cotes par grillade sur le devenir des lipides et acides gras.

Enfin, un test de dégustation a été réalisé en vue d'apprécier les qualités sensorielles de la viande (flaveur, tendreté, jutosité).

1. Matériels

1.1. Lieu et durée d'élevage

L'expérimentation, s'est déroulée au niveau de la ferme expérimentale de l'université de Mostaganem située à Hassi Mamèche.

L'essai s'est étalé sur une durée de 105 jours (15 semaines).

1.2. Animaux

Dix agneaux de race locale «Ouled Djellal» fournis par un professionnel de l'élevage à Mostaganem. Les agneaux sont âgés de 6 mois (figures 06 et 07), de conformation et de taille homogène, avec un poids vif initial moyen de $32,25 \text{ kg} \pm 1,65$ et indemnes de toutes infections internes et externes (Tableau 36).

Des vaccinations contre l'entérotoxémie et les endo et ectoparasites ont été faites sur chaque animal (1ccet 0,5 cc)

Les animaux sont scindés en lots de 05 têtes chacun, pesant en moyenne $32,2 \text{ kg} \pm 2,38$ pour le lot témoin et $32,3 \text{ kg} \pm 0,65$ pour le lot expérimental, chaque agneau est identifié par une boucle au niveau de l'oreille droite (Tableau 38).



Figure 06 . agneau du lot expérimental



Figure 07. agneau du lot témoin

Tableau 38 : Poids vifs initiaux des agneaux utilisés dans le dispositif expérimental (kg)

Lots Agneau	Témoin		Expérimental	
	N° boucle	Poids	N° boucle	Poids
N°1	06531	29.00	06521	32.00
N°2	06541	31.00	06522	31,50
N°3	06551	34.00	06523	33.00
N°4	06571	32.00	06524	32.00
N°5	06591	35.00	06530	33.00
Moyenne ± écart type	--	32,20 ± 2,38	--	32,34 ±0,65

1.3. Bâtiment

Le bâtiment est divisé en deux compartiments disposant chacun de 5 loges pour le lot témoin et 05 loges pour le lot expérimental. Chaque box d'une surface de 4m² est muni d'une porte en grille métallique.

1.4. Matériel d'alimentation

Desseaux identifiés ont été utilisés pour chacun des lots (couleur bleu pour le lot témoin et couleur rouge pour le lot expérimental). Chaque box est doté d'une mangeoire pour le fourrage ; 02 seaux en plastique sont mis à la disposition de chaque animal, l'un pour l'aliment concentré, l'autre pour l'eau.

1.5. Matériels de pesée

Pour la pesée des animaux et des aliments, une bascule de 200kg et deux balances électroniques ont été utilisées.

2. Méthodes et conditions expérimentales

2.1. Formulation des Régimes

Deux régimes alimentaires, l'un à base d'orge, le second à base de gland de chêne vert ont été élaborés. La ration de base étant constituée d'un fourrage grossier de vesce avoine. Les ingrédients et la composition physico-chimique des deux régimes sont illustrés dans le tableau 39. Les différentes matières ont été préparées conformément à la norme de la ration formulée par Risse, (1969). Pour des raisons de qualité alimentaire, la préparation est faite toutes les deux semaines. Les ingrédients utilisés sont broyés et mélangés conformément à la norme dans un broyeur mélangeur.

Tableau 39 : Formulation des régimes alimentaires en Kg/100 Kg d'aliment

Ingrédients \ Régime	Témoin	Expérimental
Orge	50	0
GCV	0	50
Son	15	15
Tourteau de soja	32	32
Phosphate bicalcique	3	3
Total	100	100

La composition chimique des régimes est illustrée plus loin dans le tableau 40 dans la rubrique résultats des analyses.

2.2. Dispositif expérimental

Pour une adaptation des animaux aux régimes, une période d'accoutumance d'une durée de 10 jours a été adoptée. Les aliments sont distribués deux fois par jour. L'eau est donnée à volonté.

Durant cette période d'adaptation, chaque régime est distribué d'une manière progressive afin d'habituer les agneaux à leurs nouveaux régimes. Pour le lest, le foin d'avoine est servi en ad libitum.

Au terme de cette phase, les animaux sont soumis à une phase expérimentale d'une durée de 105 jours, durant laquelle les agneaux ont été rationnés à raison de 1,9 kg de foin d'avoine et de 400g d'aliment concentré réparti en deux repas par jour, à 9 heure le matin et 15 heure l'après midi, dans le même sens. Ces quantités d'aliments correspondent à la capacité d'ingestion moyenne de chaque animal et à la couverture de ses besoins. Avant chaque nouvelle distribution, les refus de fourrage sont pesés et éliminés; les quantités de concentrés sont entièrement consommés par les animaux des deux lots.

2.3. Mesure des performances zootechniques

A l'aide d'une bascule de 200 kg, les poids vifs et les gains de poids des animaux sont mesurés chaque semaine, durant toute la phase expérimentale sur chaque animal, tôt le matin. Au terme de chaque période, les poids et les gains de poids sont déterminés.

2.4. Prélèvements d'échantillons des aliments distribués

Des prélèvements d'échantillons d'aliments, témoin et expérimental ont été prélevés à chaque préparation. Durant toute la période de l'expérimentation, un échantillon représentatif moyen de 100g est prélevé pour chaque type d'aliment. Après séchage, chaque échantillon est conservé dans un flacon hermétiquement fermé, jusqu'à son analyse ultérieure.

2.5. Abattage des animaux

Avant l'abattage, les agneaux ont été mis à jeun durant 12 heures sans privation d'eau en vue d'expulser le contenu d'aliments des réservoirs gastriques des animaux afin d'éviter la pollution des carcasses après le sacrifice. L'opération d'abattage s'est déroulée dans le site de l'expérimentation, après des réaménagements effectués, conformes aux normes d'hygiène.

2.5.1. Moyens utilisés pour l'abattage

A la veille de l'abattage, un dispositif à été mis en place. Les moyens utilisés sont :

- Une bascule de 200 kg et une balance électronique
- Des plaques numérotées pour l'estampillage

- De la sacherie d'emballage en plastique (Rouge et bleu) identifiée à l'encre indélébile
- D'un pied à coulisse qui sert à mesurer l'épaisseur du gras de couverture
- D'un dispositif d'accrochage des carcasses protégé par un film plastique du coté mural

2.5.2. Préparation de la salle d'abattage

Pour assurer une bonne hygiène du local, un nettoyage général, suivi d'un chaulage a été effectué. Pour prévenir d'éventuelles contaminations des carcasses, le parterre est lavé à grand eau additionnée d'eau de javel.

2. 5.3. Procédure d'abattage

L'abattage est la succession d'étapes au cours desquelles s'effectue le passage progressif des animaux de boucherie à la viande. Après une pesée avant abattage, chaque animal est soumis à plusieurs opérations.

2.5.3.1. Saignée

Elle consiste à la section de la veine jugulaire des animaux.Elle est faite manuellement, afin d'évacuer le plus vite possible le sang de l'animal.

25.3.2. Dépouillement

C'est la pratique permettant de séparer l'animal de sa peau. Elle est faite manuellement



Figure 8. Dépouillement

2.5.3.3. Éviscération

C'est une opération qui consiste à vider la carcasse de son appareil digestif et de son appareil respiratoire (figure 09). Durant cette opération, les réservoirs gastriques et les intestins sont vidés de leurs contenus digestifs, puis pesés à l'aide d'une balance. Le foie a également été pesé.

Figure 09. Éviscération

2.5.3.4 Ressuage

Cette étape permet de laisser chaque carcasse au repos (figure 10), sur des étagères individuelles pendant 24 heures dans une chambre froide (de l'INMV Mostaganem) à +6°C destinée à cet effet. Un dispositif de contrôle de la température de stockage est encastré dans la porte d'entrée. Les carcasses sont pesées après la période de ressuage avant de procéder à leurs découpes. Des mesures sont opérées en vue de l'appréciation des carcasses.



Figure 10. Ressuage

2.5.2. Épaisseur des tissus adipeux sous cutanés

Pour des mesures de précisions, un pied à coulisse est utilisé pour mesurer l'épaisseur du dépôt de gras de couverture au niveau de la région sternale.

2.5.3. Poids du gras abdominal (OMF)

Après la récupération de l'épiplon dans sa totalité, le gras est pesé afin d'évaluer son poids par rapport à la carcasse ressulée.

2.5.4. Découpe de la carcasse

Après la période de ressuage, la carcasse est fondue longitudinalement en deux parties, le long de la colonne vertébrale et les gigots sont otés de la carcasse et ensuite pesés.

2.6. Prélèvement d'échantillons

Les échantillons prélevés sur chaque animal en triple exemplaires ont concerné les viandes de gigots et de côtes

2.6.1 Au niveau du gigot

Une aliquote de gigot parée de 250 g, broyée à l'état cru et étiquetée, numérotée et conditionnée dans un papier aluminium puis emballée dans un sac en plastique. Chaque échantillon est conservé à moins 18°C pour les analyses ultérieures

2.6.2. Au niveau des côtes

Les 5^{ème} côtes entières sont désossées, ensuite broyées à l'état cru et à l'état cuit. Les prélèvements ont ainsi été opérés pour chaque animal. Les échantillons sont étiquetés, numérotés, puis conditionnés dans un emballage d'aluminium. Ils sont aussi conservés à moins 18°C pour des analyses ultérieures.

2.7. Procédures de cuisson

En vue de déterminer l'effet de la cuisson sur la valeur nutritionnelle de la viande, on a été amené à procéder à une cuisson de type grillade.

Ce type de traitement a nécessité l'utilisation d'un four type ménagère muni d'un thermostat qui nous a permis d'ajuster la température idéale de la cuisson. Pour ce faire, une température de 150°C pendant 30mn a été retenue. La cuisson de la viande à point a été vérifiée sur place au terme du temps indiqué.

2.8. Organisation du test de dégustation

En plus des analyses physico-chimiques et biochimiques réalisées sur la viande et de l'opportunité qu'offre cette première ébauche de travail sur les glands algériens, il a été nécessaire de réaliser un test de dégustation "grandeur nature" mobilisant un grand nombre de panelistes en vue d'apprécier les qualités sensorielles de la viande issue d'agneaux nourris aux glands de chêne vert.

Avant la cuisson, des découpes de morceaux d'environ 250g ont été réalisées. Chaque catégorie de viande est déposée dans des plats séparés numérotés 01 et 02.

La cuisson est utilisée universellement pour préparer la viande à la consommation. Celle-ci peut se faire selon plusieurs modes.

Le mode de cuisson retenu dans l'essai est le type gril. Cette opération a été assurée par un traicteur, dans deux fours différents répondant aux conditions de préparation des viandes de gigots et de côtes.

2.8.1 Évaluation des propriétés sensorielles

Après la grillade, chaque catégorie de viande a été soumise à l'appréciation de 60 panelistes dégustateurs dont la moitié sont des professionnels d'origine européenne, en vue d'évaluer individuellement les propriétés sensorielles (tendreté, jutosité, flaveur) de ces viandes. Les qualités sensorielles des côtes et des gigots provenant du lot témoin (Plat 01) et du lot expérimental (Plat 02) sont évalués conformément à un barème de notation mentionné sur la fiche de test de dégustation ci jointe (annexe). Les panélistes ont été instruits de mentionner l'appréciation sur la fiche.

Pour une meilleure fiabilité du test, les panelistes ont été séparés individuellement et instruits de ne pas communiquer entre eux.

2.8.2. Mode de distribution

Pour la fiabilité des résultats, la distribution est faite en double répétition. Pour chaque dégustation deux plats (l'un témoin, l'autre expérimental) contenant chacun un morceau de gigot et de cote de 250g sont servis. Entre chaque dégustation, le dégustateur e rince la bouche avec de l'eau minérale.

Au terme de la dégustation, chaque paneliste a émis individuellement sa propre évaluation pour chaque paramètre (tendreté, jutosité, flaveur).

2.9 Techniques analytique

2.9.1. Analyse des Régimes alimentaires

Les analyses des régimes ont concerné la matière sèche, les matières organiques, les matières minérales, les protéines brutes, la cellulose brute, les acides gras, et les matières grasses.

2.9.1.1. Matière sèche (NFV 3903, AFNOR, 1985)

Une prise d'échantillon est desséchée jusqu'à une masse constante dans une étuve isotherme à une température de 105°C ±1°C pendant 24 heures.

$$\% \text{ de ms} = \frac{M2}{M1 \times 100}$$

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

M2 : poids de la prise d'échantillon après dessiccation

2.9.1.2. Matières minérales (NFV, 15, 101, AFNOR, 1985)

La teneur en cendres est conventionnellement le résidu de la substance après destruction de la matière organique par incinération à 250°C pendant 2h30 mn, puis augmentée de 50°C toutes les demies heures pour atteindre 550°C pendant 3heures.

La teneur en cendres est égale à la différence $M2-M0/M1-M2 \times 100$.

M0: masse en gramme du creuset vide

M1 : masse total en gramme du creuset contenant la prise d'essai

M2 : masse totale en gramme du creuset et les cendre brutes

2.9.1.3. Cellulose brute (NFV, 03-040, AFNOR., 1985)

Les matières cellulosiques constituent les résidus organiques obtenus après deux hydrolyses successives, l'une en milieu acide ($H_2 SO_4$ à 0,255N) ; l'autre en milieu alcalin (NaOH à 0,313N) d'un gramme d'aliment après chauffage pendant 30mn.

A la suite de ce traitement, subsiste une grande partie de la cellulose vraie, une partie de la lignine, des résidus d'hémicellulose, ainsi qu'une petite partie des matières minérales.

Taux de CB (%) = $M2-M1/M0 \times 100$

M0 : masse en gramme de la prise d'essai

M1 : masse totale en grammes du résidu sec et son support après incinération.

M2 : masse totale en grammes du résidu sec en son support avant incinération.

2.9.1.4. Dosage de la matière grasse (CEE 2^{ème} directive 1984)

La matière grasse de l'échantillon est extrait par l'éther diéthylique avec un dispositif soxhlet, après extraction, le solvant est récupéré par une distillation sous vide et le résidu de la matière grasse est séché puis pesé.

%MG = $M3-M2/M1 \times 100$

M1 = prise de l'échantillon

M2 : poids des coupelles avant extraction

M3 : poids des coupelles après récupération

2.9.1.5 Dosage des protéines brutes (Méthode Kjeldahl AOAC, 1990)

Le dosage des protéines s'effectue en 3 étapes

Étape 1 : minéralisation de l'échantillon qui consiste à transformer l'azote organique en azote ammoniacal (NH₃), oxydation de la MO dans l'acide sulfurique(H₂SO₄) concentré à haute température en présence d'un catalyseur.

Le H₂SO₄ concentré a pour but d'oxyder l'azote organique et de transformer l'azote protéique de l'ammoniac (NH₃). Il sert également à piéger l'ammoniac gazeux sous forme de sulfate d'ammonium NH₃SO₄, par action de la base avec l'acide.

L'addition du sel K₂SO₄, a pour but d'élever le point d'ébullition de la solution pour accélérer la réaction de minéralisation de la matière organique.

Le catalyseur utilisé est constitué de Mg (HgO) ; Cu(CuSO₄) et de sélénium.

Étape 2: Avant de distiller l'ammoniac (NH₃) à la vapeur d'eau, on doit libérer l'ammoniac sous forme de sel (NH₄)₂SO₄, par addition d'une solution concentrée de soude en excès, l'ammoniac est ensuite distillé par la vapeur d'eau et piégé dans une solution d'acide borique. La réaction de l'ammoniac avec l'acide borique forme des sels de borate d'ammonium.

Etape3: titrage de l'ammoniac

L'ammoniac sous la forme de borate d'ammonium est titré par une solution d'acide sulfurique standardisé

Calcul de la teneur en protéine brutes

$$PB (\% \text{ de produit brute}) = \frac{V1 - V0 \times TX0,014 \times 6,25 \times 100}{m}$$

PB : protéines brutes

V0 : volume de la solution d'acide sulfurique utilisé pour l'essai à blanc

V1 : volume de la solution d'acide sulfurique utilisé pour la prise d'essai

M : masse de la prise d'essai

T: normalité de la solution H₂SO₄ lors du titrage

L'essai à blanc est constitué en mettant tous les réactifs sauf l'échantillon.

2.9.2 Analyses de la viande

Les analyses ont porté sur l'ensemble des échantillons prélevés.

2.9.2.1. Dosage de la matière sèche NFV 3903 AFNOR 1985

Une prise d'échantillon est desséchée jusqu'à une masse constante dans une étuve isotherme à une température de 105°C ± 1°C pendant 24h.

MS : $M_2/M_1 \times 100$

M₂ : poids de la prise d'échantillon après dessiccation

M₁ : poids de la prise d'échantillon avant dessiccation

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

La teneur en cendres brutes est conventionnellement le résidu de la substance après incinération de la matière organique pendant 3 à 4h à 550 °C dans un four à moufle.

% matière minérale = $(M_2 - M_0) / (M_1 - M_2) \times 100$

M₀ : masse en gramme creuset vide

M₁ : masse totale en gramme du creuset contenant la prise d'essai

M₂ : masse total en gramme du creuset et la cendre brute

2.9.2.3. Dosage des protéines brutes (méthode de Lowry et al, 1951)

Cette méthode est basée sur la mesure colorimétrique du complexe formé après réduction par les protéines en présence d'ions anioniques du réactif du folin ciocalteu. L'étalonnage est réalisé avec une solution de sérum albumine bovine qui sert de référence.

A partir de la solution du sérum albumine bovine étalon mère à 5g/l on prépare une solution étalon fille, de concentration convenable pour réaliser une gamme allant de 25 à 150mg de protéines.

- Compléter chaque tube à un (1) ml avec de l'eau distillée.
- Ajouter dans chaque tube 5ml de réactif (NaOH, Na₂CO₃anhydre). A, CuSO₄ et tartrate de sodium et de potassium) B, et enfin agiter et attendre 10mn.

- Ajouter 0,5ml de réactif de folin ciocalteu dilué à ½ (solution diluée deux fois du folin dans l'eau).
- Agiter et laisser reposer 30 à 45mn à l'obscurité.
- Mesurer l'absorbance à 750 nm avec un spectrophotomètre en agitant les tubes juste avant de faire la lecture.
- Opérer de même sur 1ml de la solution à doser, convenablement diluée.

2.9.2.4 Dosage des lipides (Méthode de Folch et al, 1957)

La teneur en lipides ainsi que la composition en acide gras du gras intramusculaire et du tissu adipeux interne sont déterminés après extraction (Méthode Folch et al., 1957) et analysée par chromatographie en phase gazeuse (C.P.G) (Morisson et Smith, 1964).

Principe :

A partir d'une masse connue d'une prise d'essai (2g pour le tissu adipeux et 10g pour le muscle) on extrait les lipides à l'aide d'un mélange de solvants chloroforme et méthanol (2v :1v).

Cette extraction s'effectue par séparation de 02 phases :

- La phase inférieure (chloroforme plus lipide)
- La phase supérieure (méthanol plus eau).

Le filtrat obtenu est évaporé et la quantité des lipides mise à sec est pesée par rapport au poids initial de l'échantillon et on détermine le % les lipides totaux.

2.9.2.5 Analyses des acides gras

Les lipides sont recueillis dans un pilulier balayé par un courant d'azote pour inhiber l'oxydation des acides gras.

Les extraits lipidiques sont préalablement saponifiés par la soude, puis méthylés selon la méthode au méthanol-trifluore de bore BF_3 (Morisson et Smith, 1960), les esters méthyliques ont été séparés et quantifiés par chromatographie en phase gazeuse (Perkin-Elmer auto system XL). La colonne est en silice fondu de 30 mètres de long sur un diamètre intérieur de 0,25 mm. La phase stationnaire est composée de 80% de biscyanopropyl et de 20% de cyanopropylphenyl, et la phase mobile est l'hydrogène. La température du four est programmée pour des plateaux de 2mn, 7mn et 2mn à des températures respectivement de 45°C , 195°C, 220°C et 240°C avec des montées de température

entre les paliers de 20°C/minute, 30°C/min et 35°C/min pour une durée totale d'analyse de 21,9 minutes . Les températures de l'injecteur, du détecteur sont respectivement de 220°C et 280°C. Les acides gras sont exprimés en pourcentage grâce à un standard interne (C17 :0) et également en mg/100 g de lipides.

3. Calculs statistiques

Tous les résultats se rapportant aux différents échantillons sont analysés par un logiciel Software (SAS, 1989 ; INRA de Rennes, France).

Chapitre 2 Résultats et discussion

1. Composition chimique des régimes

1.1. Résultats

Les analyses chimiques des constituants des régimes témoin et expérimental sont illustrées dans le tableau 40.

Tableau 40. Composition chimique des régimes (g/100g de matière brute), n=3

Régime Constituants	Témoin	Expérimental	Écart entre régimes
Matière. Sèche	91,70 ± 0,18	91,40 ± 0,14	3,2%
Matière Minérale	9,70 ± 0,21	8,62 ± 0,35	11,13%
Protéines brutes	21,04 ± 2,40	18,59 ± 1,80	11,64%
Matières grasses	1,13 ± 0,26	3,98 ± 0,55	71,60%
Celluloses brutes	9,93 ± 1,60	8,27 ± 1,30	16,71%
UF Viande	0,78	0,80	-

UFV : Calculée selon la formule INRA, (1981)

$$\text{UFV/ Kg} = [1,2415(100-\text{eau-MM}) + (0,06 \text{ PB}) - (2,2 \cdot \text{CB}) + (1,22 \text{ MG})] / 100$$

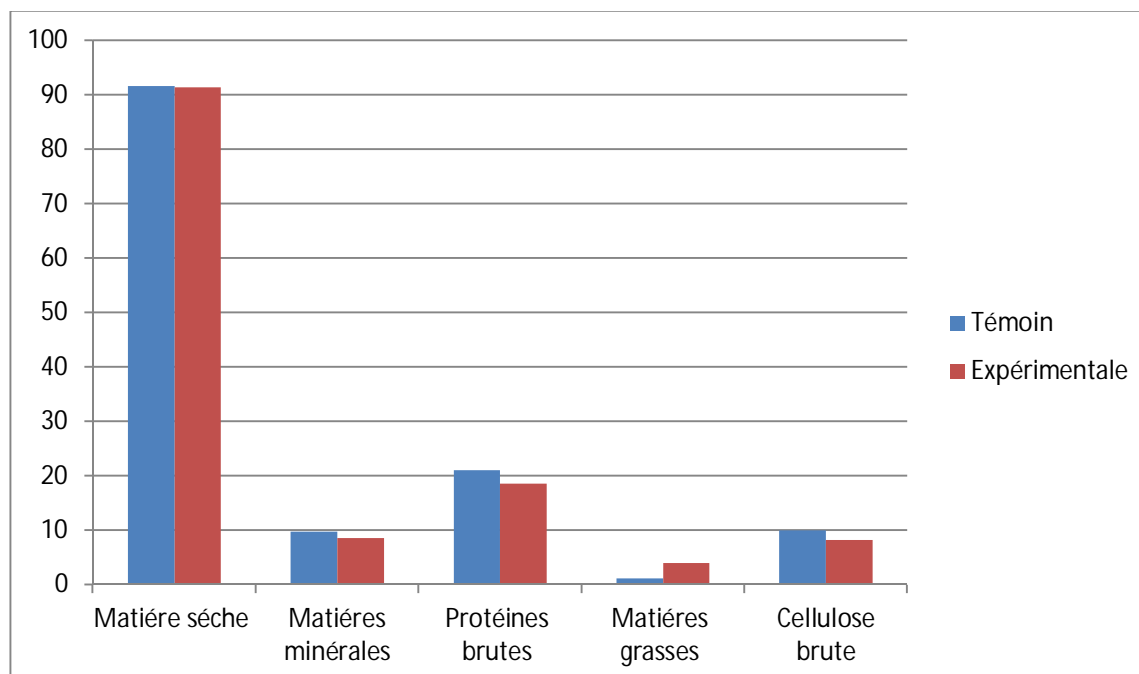


Figure 06. Composition chimique des régimes

1.1.1. Matière sèche

les teneurs en matière sèche des régimes ne présentent pas de différences significatives. Le taux d'humidité qui est de l'ordre de 8,3 à 8,6% reste conforme à la teneur d'un concentré de type standard.

1.1.2. Matières minérales

Pour les deux régimes, des teneurs appréciables en matières minérales sont observées. Cependant, le régime témoin présente une légère richesse comparativement au régime expérimental (+1,08%).

Cette différence s'explique vraisemblablement par les faibles teneurs en calcium et en phosphore du gland de chêne vert (Picolo et al., 1985; Afraitane, 1990)

1.1.3. Protéines brutes

La teneur en protéines brutes du régime à base de gland de chêne vert est légèrement inférieure, comparativement à celui du témoin à base d'orge. Ces résultats confirment les observations de Picolo et al., (1985); Afraitane, (1990) et Boudroua, (1994) qui rapportent que le gland reste une denrée pauvre en protéines (6% environ). Par ailleurs, cette différence au régime témoin, s'explique par la teneur de l'orge en protéines qui peut renfermer jusqu'à 10% (tables alimentaires. INRA, 2000).

1.1.4. Cellulose brute

Le régime à base d'orge renferme une teneur en cellulose brute relativement supérieure, de l'ordre de 17% par rapport au régime à base de gland de chêne vert (Tableau 40). Néanmoins, les teneurs observées dans les régimes sont significativement supérieures à celles données par l'INRA (2000) pour l'orge qui est de 5% et celles trouvées par Picollo et al., (1985);Afraitane,(1990) (4 et 7,5%).

1.1.5. Matières grasses

La teneur en matières grasses du régime à base de gland de chêne est plus élevée que celle du régime à base d'orge, soit une différence estimée à 72%. Contrairement aux protéines, les lipides apparaissent en proportions plus importantes dans le régime gland (Tableau 40). Il est établi que les lipides constituent une source de réserve appréciable dans le gland de chêne vert (Ofekarick et Burns, 1975 ; Afraitane, 1990 et Boudroua, 2004).

1.1.6 Acides gras des régimes

La composition en acides gras des régimes est illustrée dans le tableau 41 et figure 11. Comparativement au régime témoin, l'analyse montre une prédominance significative en acide palmitique C16 :0 (18,04 vs 13,28%), l'acide linoléique : C18 :2 n-6 (54,65 vs 24,31%) et l'acide linoléique C18 :3 n-3 (4,19 vs 1,28 %) dans le régime gland de chêne vert, soit des écarts respectifs de 26%, 55% et 69% (Tableau 41).

Ces tendances corroborent les résultats obtenus par Demirel et al., (2006) sur le foin d'herbe comparé à l'aliment concentré (18,5 % vs 17,8%; 51,8 % vs 3,6% et 32,2% vs 3%) respectivement pour l'acide palmitique, l'acide linoléique et l'acide linoléique.

Au contraire, l'acide oléique du régime témoin apparaît nettement supérieur à celui du régime expérimental (GCV) (56,05% vs 17,82%), soit un écart de 68%.

La lecture de la somme des acides gras révèle une prédominance en Acides gras monoinsaturés du régime orge (57,19% vs 19,21%), soit une différence de 66%.

Une proportion supérieure en AGPI du régime GCV (59,05 % vs 25,74 %) est observée, ce qui classe le gland comme étant une source riche en AGPI.

Pour la somme des acides gras insaturés, le régime témoin renferme un taux légèrement supérieur au régime expérimental (GCV), (82,93% Vs 78,26%).

De la comparaison des sommes des AGS identifiés, il ressort une différence non négligeable entre les deux régimes (orge et gland de chêne vert). 21,74% vs 17,07%, soit un écart de 21%.

La Somme des AGPI n-3 du régime GCV apparaît extrêmement supérieure par rapport à celle du régime orge. (4,40% Vs 1,42%). Pour les deux essais, le rapport n-6/n-3 semble être plus intéressant pour le régime GCV (12,43 vs 17,07).

En effet ce taux (12,43%) semble être le plus proche de 11 obtenu par Normand et al, (2005). L'incorporation du gland dans la ration des agneaux, permet ainsi de contribuer à l'amélioration de la qualité nutritionnelle de la viande.

Tableau 41. Composition en acides gras des régimes (exprimées en % des acides gras identifiés)

Acides gras	Régime	
	GCV	Orge
Acide myristique (C14:0)	0,28	0,09
Acide palmitique (C16:0)	18,04	13,28
Acide Stéarique (C18:0)	2,77	3,24
Acide Arachidique (C20:0)	0,26	0,34
Acide Lignocérique (C24:0)	0,39	0,13
Acide Acide myristoléique (C14:1)	0,00	0,00
Acide Palmitoléique (C16:1n-7)	0,33	0,31
Acide Oléique (C18:1n-9)	17,82	56,05
Acide Gadoléique (C20:1n-9)	1,01	0,83
Acide Myristoléique (C24:1n-9)	0,05	0,00
Acide linoléique (C18:2n-6)	54,65	24,31
Eicosatriénoïque (C20:3n-3)	0,21	0,15
Acide α linoléique (C18:3n-3)	4,19	1,28
Σ acides gras saturés (AGS)	21,74	17,07
Σ AGMI	19,21	57,19
Σ AGPI	59,05	25,74
Σ AG n-3	4,40	1,42
n-6/n-3	12,43	17,07

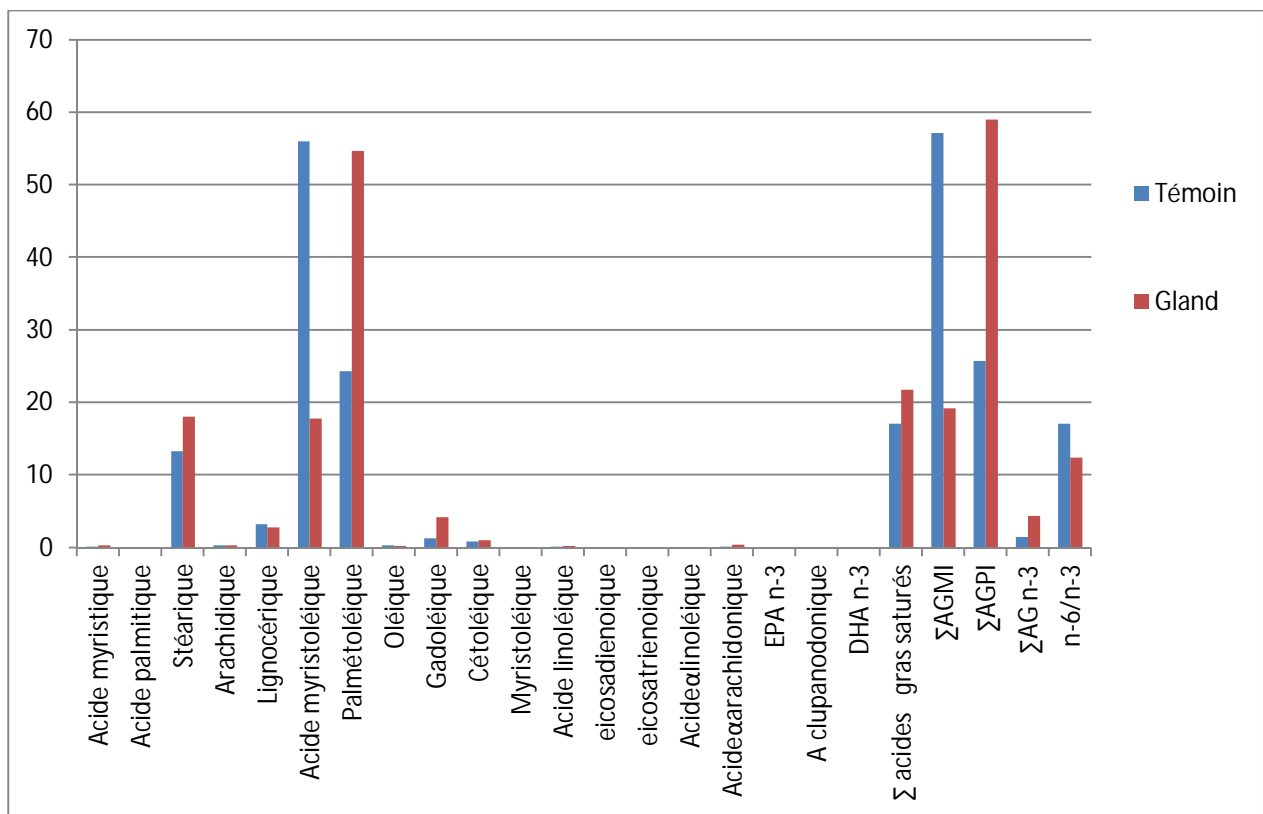


Figure 11. Teneurs en acides gras des régimes

2. Performances de croissance

2.1. Résultats

2.1.1. Ingestion des aliments

Quelle que soit la nature du régime, les animaux n'ont manifesté aucun écart dans l'ingéré alimentaire. Un niveau d'ingestion comparable a été observé chez les agneaux du lot témoin et ceux du lot expérimental (Tableau 42). Aucun refus n'a été observé durant la phase de mesure, à l'exception de la 5^{ème} semaine où les animaux des deux lots ont développé une dysenterie, qui a affecté les poids des agneaux d'où l'on note une diminution durant cette période.

La baisse de consommation constatée en cours de cette période est due à l'installation de moisissures à l'intérieur des bottes de foin, non observé lors de la distribution.

Durant toute la durée de l'essai qui s'est étalée sur 15 semaines, une quantité de 42 Kg de concentré a été ingérée par chaque animal, pour chaque le régime, soit une consommation hebdomadaire de 2,8Kg par agneau.

Tableau 42. Ingestion alimentaire hebdomadaire des animaux du lot témoin et du lot expérimental (Kg).

Nature de l'aliment	Lot	Lot témoin	Lot expérimental
	Ingestion		
concentré	Ingestion hebdomadaire	2,80	2,80
	Ingestion en 15 semaines	42,00	42,00
Foin d'avoine	Ingestion hebdomadaire	13	12,27
	Ingestion en 15 semaines	195,0	184,0

2.1.2. Poids vifs

Durant toute la durée de l'essai, les écarts de poids vifs notés ont été non significatifs (Tableau 43) malgré une légère supériorité du lot témoin. Cependant, les animaux du lot expérimental ont pu rattraper le retard accusé par des compensations de croît durant la 6, 8, 13,14 et la 15^{ème} semaine. Au delà de la 13^{ème} semaine, des poids vifs comparables ont été observés. Ainsi, aucune différence significative n'a été observée entre les poids des deux lots au terme de l'essai (41,74Kg et 41,42Kg).

Tableau 43. Évolution des poids vifs moyens hebdomadaires (Kg) n=5

Lot semaines	Témoin	Expérimental	Signification
1	32,20 ± 2,38	32,30 ± 0,67	NS
2	32,60 ± 2,49	32,48 ± 0,97	NS
3	33,20 ± 2,51	32,58 ± 1,17	NS
4	33,64 ± 2,85	32,60 ± 1,95	NS
5	33,30 ± 3,35	32,20 ± 2,19	NS
6	34,40 ± 2,32	32,84 ± 1,10	NS
7	35,80 ± 3,07	34,96 ± 1,10	NS
8	36,10 ± 2,70	34,90 ± 0,95	NS
9	36,72 ± 2,83	36,54 ± 0,60	NS
10	37,88 ± 2,52	36,52 ± 1,13	NS
11	38,64 ± 2,94	37,36 ± 1,28	NS
12	39,18 ± 2,74	37,74 ± 0,95	NS
13	39,72 ± 2,82	38,62 ± 0,78	NS
14	40,96 ± 3,25	40,20 ± 1,35	NS
15	41,74±3. 23	41,42 ± 0,40	NS

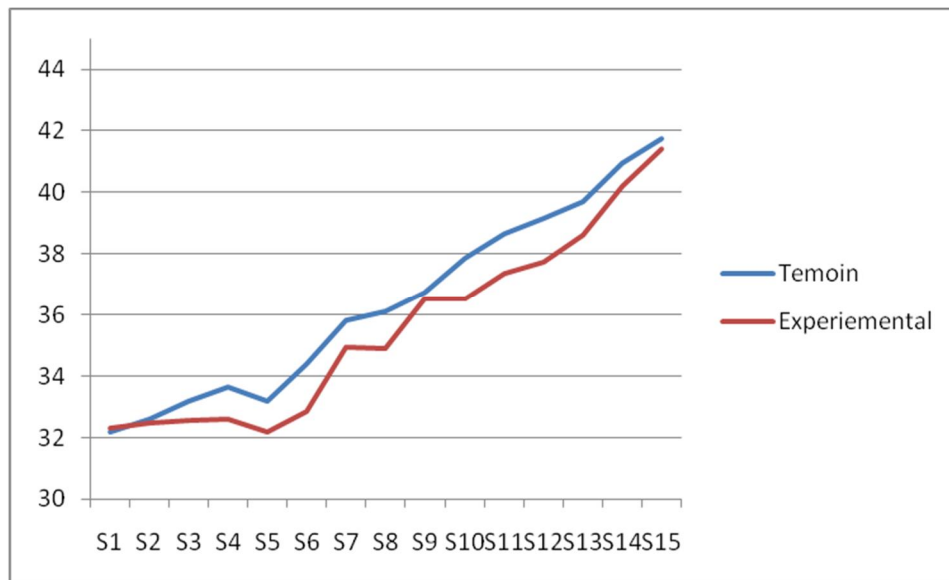


Figure 12. Évolution des poids moyens hebdomadaires des lots témoin et expérimental.

2.1.3. Gains de poids hebdomadaire

L'examen des gains de poids hebdomadaires, montrent de meilleurs gains pondéraux durant la 5^{ème}, 6^{ème}, 9^{ème} et la 13^{ème} semaine pour le lot témoin. Quant au lot expérimental, les meilleures performances ont été notées à la 6^{ème}, 8^{ème}, 12^{ème}, 13^{ème} et 14^{ème} semaine (Tableau 44, fig 13).

Des pertes de poids de 0,24Kg et 0,40Kg ont été observées respectivement à la 5^{ème} semaine pour le lot témoin et le lot expérimental.

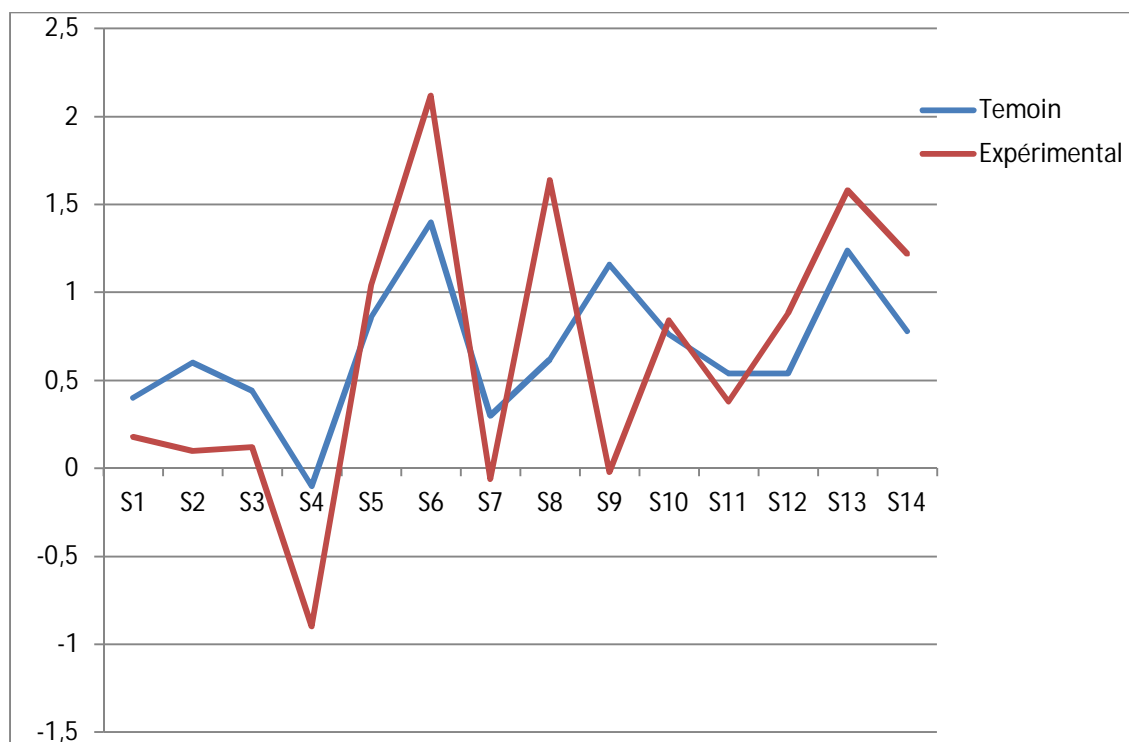


Figure 13. Évolution des gains de poids hebdomadaires des lots témoin et expérimental

Tableau 44. Évolution hebdomadaire des gains de poids (kg) n=5

Lot Semaine	Témoin	Expérimental	Signification
01	0,40 ± 0,38	0,18 ± 0,41	NS
02	0,60 ± 0,24	0,10 ± 0,38	NS
03	0,44 ± 0,34	0,02 ± 0,60	NS
04	0,24 ± 0,40	0,40 ± 0,32	NS
05	1,10 ± 0,82	0,64 ± 0,35	NS
06	1,40 ± 0,73	2,12 ± 0,13	NS
07	0,30 ± 0,81	0,06 ± 0,36	NS
08	0,62 ± 0,32	1,64 ± 0,59	NS
09	1,16 ± 0,45	-0,02 ± 0,60	NS
10	0,76 ± 0,43	0,84 ± 0,70	NS
11	0,54 ± 0,29	0,38 ± 0,46	NS
12	0,54 ± 0,16	1,88 ± 0,53	NS
13	1,24 ± 0,50	1,58 ± 0,68	NS
14	0,78 ± 0,44	1,22 ± 1,07	NS

2.2. Discussion

2.2.1. Ingestion des aliments

D'une manière générale, les aliments concentrés des régimes témoin et expérimental ont été entièrement consommés, aucun refus n'a été observé. Pour le foin d'avoine, des consommations variables ont été notés (Tableau 42). Les animaux du lot témoin ont consommé une quantité légèrement supérieure à ceux du lot expérimental (100g en moyenne).

Les refus du fourrage constatés à la 4^{ème}, 7^{ème} et 9^{ème} semaine étaient dûs essentiellement à la mauvaise qualité de l'aliment. Cet état de fait a provoqué de légères perturbations transitoires de la digestion ruminale qui pourrait être en relation avec la présence de moisissures (Démarquilly, 1995) ce qui a vraisemblablement affecté la vitesse de croissance durant les périodes citées au tableau 44.

2.2.2. Poids vifs et gains de poids

Les évolutions de poids vifs durant la période expérimentale ont subi les mêmes tendances aussi bien pour les animaux du lot témoin que ceux du lot gland.

En effet, aucune différence significative n'a été observée au niveau des performances de croissance.

Cependant, les agneaux alimentés avec le régime GCV ont présenté au début de l'essai une vitesse de croissance légèrement inférieure à ceux ayant consommé le régime à base d'orge. Il reste possible que la richesse en matières grasses du régime GCV (6,5% Vs 2,5%) affecte la croissance des agneaux. Selon Gadoud et al., (1992) ; Normand et al., (2005), le pourcentage des lipides dans la ration des ruminants est limité à 5%. Ces auteurs ont confirmé que la dégradation de la matière sèche est légèrement plus faible avec des régimes enrichis en matières grasses. De même Rondia et al., (2003) rapportent que la croissance peut être affectée par la richesse en matières grasses du complément alimentaire qui perturbe le fonctionnement du rumen et par voie de conséquence la vitesse de croissance.

La légère supériorité des gains de poids des animaux du lot orge s'explique vraisemblablement par la richesse du régime en protéines (21,04% vs 18,59%). A cet effet, Jarrige et al, (2002) rapportent que plus l'aliment n'est riche en protéines, mieux sont les performances.

Au-delà de la 9^{ème} semaine, les animaux du lot GCV ont présenté de meilleurs gains de poids dus vraisemblablement à une meilleure valorisation digestive de leurs rations. Les pertes de poids observées à la 4^{ème} semaine d'élevage étaient dues à une dysenterie qui a été traitée à temps par l'administration d'un antibiotique « Bactrim ». En définitive, et en dépit de ces facteurs pouvant affecter l'utilisation digestive de l'aliment, l'absence d'une différence significative entre les poids finaux des agneaux des deux lots (41,70Kg 41,42kg) semble indiquer que ceux nourris aux régimes GCV, ont une aptitude équivalente à métaboliser cet aliment comparativement au régime témoin (à base d'orge).

3. Paramètres des carcasses et composition chimiques de la viande

3.1. Résultats

3.1.1. Paramètres pondéraux des carcasses

3.1.1.1. Poids et rendement des carcasses

L'étude des paramètres des carcasses, (Tableau 45 et figure14) avant et après abattage et ressuyage, ainsi que les rendements moyens des carcasses (exprimés en %) n'ont présenté aucune différence significative entre les deux lots. Les écarts sont respectivement de 0,9 ; 3 ; 3,6 et 2,81%.

Les pertes en poids depuis l'abattage jusqu'au ressuyage, étaient comparables (3,1% et 3,8%) respectivement entre le lot témoin et le lot expérimental.

D'une manière générale, les carcasses issues du lot expérimental ont présenté des poids légèrement bas comparativement à celles du lot témoin (41,64 Kg vs 42,02 Kg) ce qui s'explique par une perte en eau plus importante pour le lot GCV.

Tableau 45 .Poids (en Kg) et rendements des carcasses (en %).

Lot \ Poids	Avant abattage	Après abattage	Après ressuyage	Rendement %
Témoin	42.02 ± 3.30	20.00 ± 1.41	19.36 ± 1.40	46.12 ± 2.10
Expérimental	41.64 ± 0.07	19.65 ± 0.82	18.66 ± 0.83	44.82 ± 1.92
signification	P>0.05	P>0.05	P>0.05	P>0.05

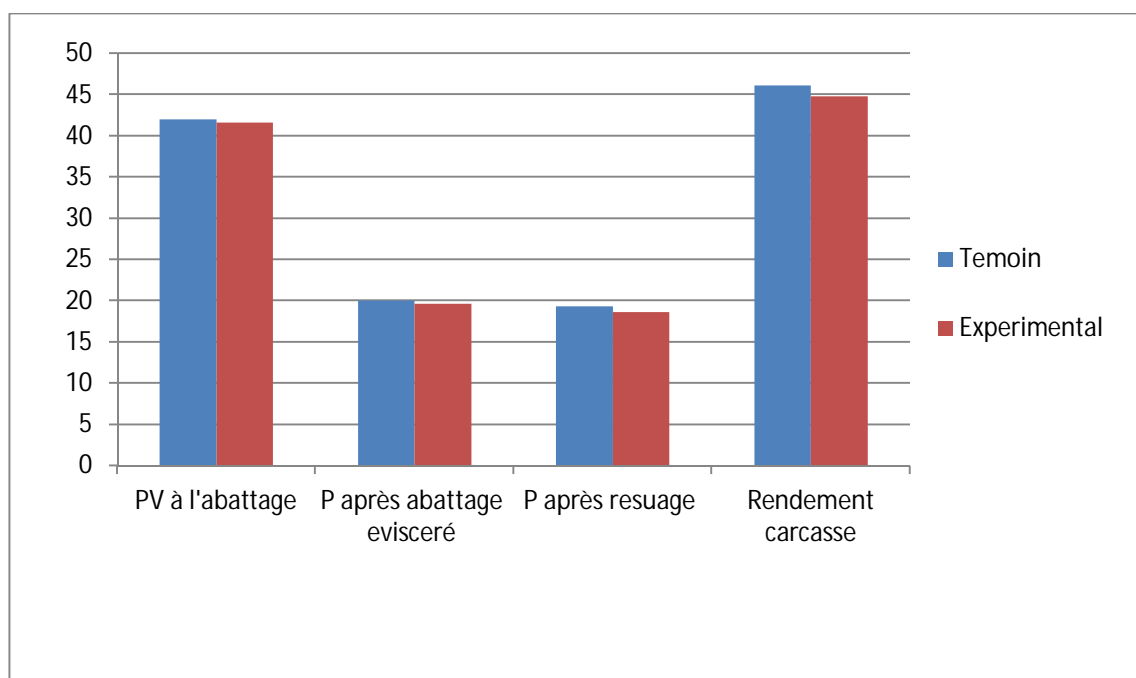


Figure 14. Paramètre des carcasses

3.1.1.2. Effets des régimes sur les paramètres pondéraux des carcasses

➤ Sur le gras de couverture

Le gras sous cutanée demeure significativement ($P < 0.05$) plus élevée dans les carcasses issues d'animaux nourris par le régime témoin comparativement à ceux ayant reçu le régime à base de gland de chêne vert (0.30cm vs 0.16cm). Toutefois, cette différence d'engraissement ne s'est pas observée pour le gras omental et perirénal, puisque les résultats obtenus étaient comparables (tableau 46). Cette tendance est toujours valable pour le poids des viscères (Tableau 48), où l'on n'observe aucune différence significative entre les deux lots, même si le poids du foie du lot témoin reste plus élevé comparativement à celui du lot gland de chêne vert (0.615 Kg vs 0.520 Kg).

➤ Sur le Poids du gras abdominal

Tableau 46. Taux du gras abdominal par rapport à la carcasse ressuée.

Paramètres \ Lot	Témoin	Expérimental	Signification
Poids de la carcasse ressuée (kg)	19.36± 1.22	18.66±1.19	P>0.05
Poids du gras abdominal (kg)	0.60±0.14	0.64±0.11	P>0.05
Gras abdominal /Carcasse ressuée	3.09±0,68	3.28±0,65	P>0.05
Épaisseur du gras s-cutanée (cm)	0.30±0.15	0.16±0.05	P<0.05

Les animaux du lot témoin ont développé une Proportion de gras abdominal légèrement basse mais non significative par rapport ($p>0,05$) à ceux du lot expérimental (0,600kg vs ; 0,640kg) (Tableau 46).

Les rapports poids du gras abdominal/carcasse ressuée (Tableau 46), restent comparables pour les agneaux issus des deux lots (3,09% et 3,28%).

➤ **Poids de gigot par rapport à la carcasse ressuée**

Vu l'importance que représente les gigots par rapport à la carcasse (tableau 47 et figure 15), il apparait nécessaire de quantifier les poids obtenus pour chacun des lots et de les traduire en pourcentage afin de déceler éventuellement les différences entre les animaux témoins et expérimentaux.

Tableau 47. Importance du gigot par rapport à la carcasse ressuée

Lot paramètres	GCV	Témoin	Effet régime
Poids de la carcasse ressuée (kg)	18.66 ±1.19	19.36±1.22	NS
Poids du gigot (kg)	4.91± 0.71	5.05 ±0.51	P<0.05
Poids gigot/ Poids carcasse ressuée (%)	26.31 ±0.95	26.08±0.86	NS

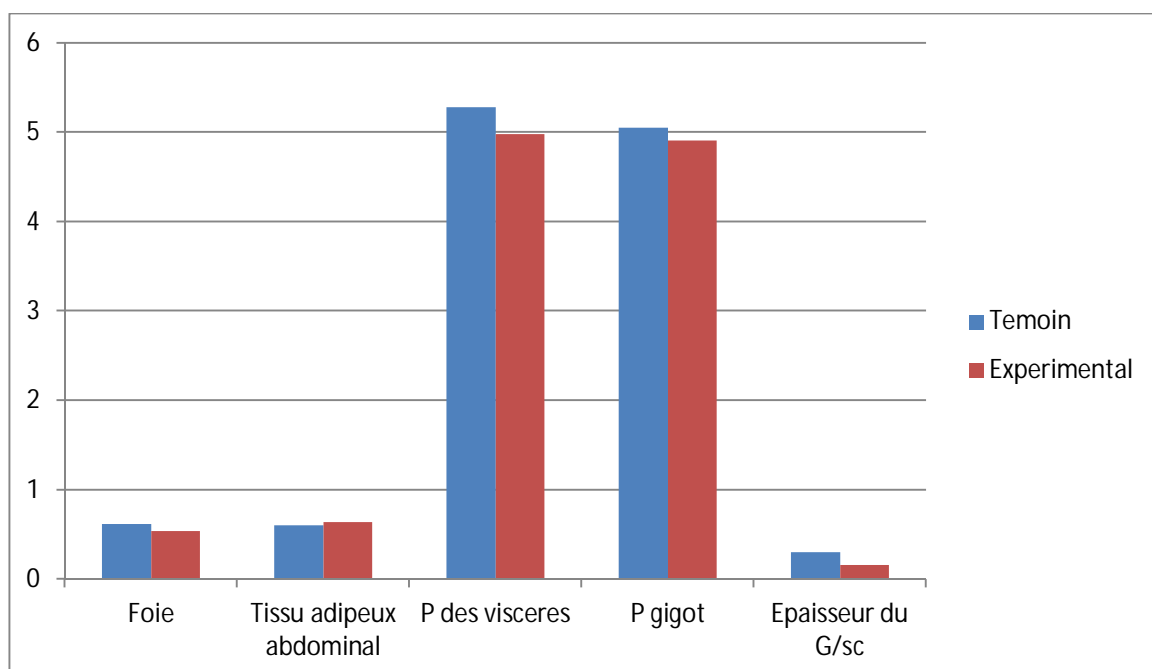


Figure 15. Représentation paramètres de carcasses

La pesée des gigots des agneaux montre que ceux issus du lot témoin pèsent plus comparativement aux gigots des animaux provenant du lot expérimental (5,05kg vs, 4,91kg) soit un écart non significatif de 2,80%. Comparativement à la carcasse ressuée, les gigots issus des deux lots ont présenté des taux comparables (26,31% vs 26,08%).

➤ **Importance des viscères dans la carcasse**

Tableau 48. Représentation des viscères dans la carcasse ressuée (Kg)

Lot paramètres	GCV	Témoin	Effet régime
Poids de la carcasse ressuée (Kg)	18,66±0,83	19,36±1,40	P<0.05
Poids des viscères (Estomac+intestins) (Kg)	4,98 ± 0, 34	5,28 ± 0,69	NS
Viscère / carcasse ressuée (%)	26,78±0,58	27,30±1,04	NS
Poids du foie (Kg)	0,54±0.05	0,62± 0,07	NS
P. du foie/ Carcasse %	2.81±0,44	3,17±0,73	NS

Les résultats enregistrés ont permis de constater un développement non significatif des viscères (estomac+intestin) des animaux du lot témoin comparativement à ceux du lot expérimental (5,28 Kg vs

4,98 Kg). La même tendance a été observée pour le poids du foie des agneaux de deux lots (0,62kg vs 0,54kg).

Rapporté aux poids de la carcasse, les viscères des agneaux du lot témoin présentent un taux comparable à ceux du lot expérimental (27,30% vs 26,78%) ($P>0,05$).

2. Composition biochimique de la viande

2.1. Matière sèche et matière minérale

Les matières sèches et minérales de la viande n'ont pas été influencées par la nature du régime (Tableaux 49 et 50). On enregistre respectivement une moyenne de 30 à 31% de matière sèche de 2.5 à 2.7% de matière minérale. La seule différence apparaît dans les lipides du gigot et des cotes, où l'on observe un écart important pour le lot GCV comparativement au lot témoin (3.9 vs 2.8% pour le gigot) et (23.8 vs 19.0% pour les cotes). Cette tendance se poursuit après cuisson de la viande.

Tableau 49. Teneur en matière sèche de la viande (g/100g)

	Lot témoin		Lot GCV		Effet régime	Effet muscle	Interaction
	Cote	Gigot	Cote	Gigot			
gMS /100g	31,72±2,22	27,51±4,47	30,72±5,14	29,00 ±6,70	P<0.05	p<0.05	ns

Chaque valeur est la moyenne de n= 5 suivie de l'écart type

Tableau 50. Teneurs en matières minérales (g / 100g)

	Lot témoin		Lot GCV		Effet régime	Effet muscle	Interaction
	Cote	Gigot	Cote	Gigot			
gMM/100	2,56 ±0.53	2,74±0.23	2,72 6±0,46	2,84 ± 0,77	P<0.05	p<0.05	ns

2.2. Protéines

Les protéines du muscle du gigot n'ont pas été affectés par la nature du régime ou par contre l'effet est beaucoup plus important ($P<0.05$) sur les protéines des cotes (19.6% vs 17.2%).

Tableau 51. Teneurs en protéines brutes des viandes de côtes et de gigot (%)

	Lot témoin		Lot GCV		Effet régime	Effet muscle	Interaction
	Cote	Gigot	Cote	Gigot			
gPB/100g	19.60 ±1.85	192.9±1.41	17.27±0.77	17.79 ± 1.20	P<0.05	p<0.05	ns

Dans chaque lot, les viandes de côtes et de gigot ne présentent pas de différence significative (19,60% vs 18,98%) et (17,27% vs 18,31%) respectivement pour le lot témoin et le lot expérimental. Soit des écarts de 3% et 5%. La comparaison par lot, montre une différence significative pour la viande de côtes mais non significative pour la viande de gigot. (Tableau 51)

3. 2. Discussion

3.2.1. Poids et rendement des carcasses

La baisse du rendement moyen des carcasses des agneaux du lot expérimental comparativement à celui du lot témoin (46,12% contre 44,82%), peut vraisemblablement s'expliquer par une perte plus importante en eau après ressuage (3,8% contre 3,2%) et probablement d'une différence pouvant provenir du poids de la peau plus important chez les animaux du lot expérimental. Ce poids peut selon Debrot et Constantin, (1968) varier entre 10 et 15% du poids du mouton.

D'une manière générale, les agneaux du lot ayant reçu le régime GCV ont présenté des carcasses maigres comparativement à ceux du lot orge où l'épaisseur du gras est très importante. Malgré cette différence, l'état d'engraissement des animaux des deux lots ne paraît pas excessif. Selon Debrot et Constantin (1968), la couche de gras de couverture ne doit pas dépasser 0,50cm. Le gigot et le dessus de l'épaule ne doivent pas être totalement recouverts de graisse. La viande doit être encore visible. De leur côté, Henri Dupin et al. (1992) considèrent que l'optimum de l'épaisseur du gras de couverture pour des carcasses de 16Kg à 20Kg doit varier entre 1 et 3mm.

3.2.2. Poids du gras abdominal

Les poids du gras abdominal n'ont pas présenté de différences significatives entre le lot témoin et le lot expérimental. Pour les mêmes niveaux d'ingestions de concentré et de faibles variations dans l'ingestion de fourrage observés pour, les deux lots (1750g et 1850g), l'incidence sur les dépôts adipeux omentaux et perirenaux (640 g vs 600 g), n'a pas été remarquable, ce qui corrobore les observations de Bas et al., (2005) sur la pulpe d'argan et le concentré. Par contre, le régime GCV a montré un effet positif sur l'état de l'engraissement vu que les agneaux de ce lot ont développé moins de gras de couverture que ceux issus des animaux nourris au régime témoin.

La faible différence du gras abdominal provient vraisemblablement de la différence en énergie entre les régimes GCV et Orge (1506 Kcal et 1469 Kcal).

Les quantités de gras obtenues (0,600 kg et 0,640 kg) sont significativement supérieures à la fourchette variant de 250g à 300g pour une carcasse de 16 à 17Kg rapporté par Kelling et al, (1968) qui

constitue selon ces auteurs, un optimum. La différence peut s'expliquer probablement par le type d'alimentation ou de race.

3.2.3. Importance des viscères dans la carcasse

L'importance des viscères par rapport à la carcasse (25,83% vs 25,40%) semble être supérieure à la fourchette donnée par Debrot et constantin (1968) qui varie entre 16% et 20% pour le mouton. Cette différence peut être vraisemblablement liée à la race et l'âge qui peuvent être différents. Le foie considéré comme étant la plus grosse glande du corps représente par rapport à la carcasse ressuée (3,17% et 2,81%), respectivement pour les animaux du lot témoin et expérimental. La différence de 1,36% entre les deux lots reste non significative. Ces résultats apparaissent plus élevés par rapport aux pourcentages variant de 1 à 1,50% rapporté par Debrot et constantin, (1968).

Selon Samson et al., (1980), de nombreuses et importantes observations montrent que les régimes alimentaires jouent un rôle important dans le développement du foie. Ces auteurs montrent que le poids du foie varie en fonction de la composition du régime. Il peut varier entre 1,8 à 2,5% du poids vif.

3.2.4. Poids des gigots par rapport à la carcasse

Pour les deux catégories de viandes (Gigot ; côtes), les poids des gigots par rapport à la carcasse ressuée ont représenté respectivement 26,31% et 26,08%. Ces résultats corroborent ceux trouvés par Debrot et Constantin (1968) qui rapportent un pourcentage de 26% chez des agneaux de 19,5kg. Ils viennent à dire que dans les carcasses d'agneaux quel que soit leur races, mais en même poids et en même état d'engraissement, une certaine harmonie anatomique rend constante la proportion relative des différentes régions corporelles.

3.2.5. Matière sèche et minérales

Les teneurs en matières sèches relevées sur les viandes de gigot et de côtes apparaissent plus élevées comparativement au taux rapporté par Gruszecki et al, (1999) qui est de 25,55% en moyenne pour la viande. Ceci s'explique par la différence de race et du type d'alimentation utilisé.

Pour les matières minérales les teneurs observées pour les deux catégories de viandes dans les lots témoin et expérimental apparaissent significativement importantes au taux de 1,05% rapporté par Gruszecki et al, (1999).

3.2.6. Protéines brutes

Selon les régimes, les résultats relevés sur les gigots et les côtes des lots expérimental et témoin ne présentent pas de différences significatives (19,60% vs 18,98% en moyenne) et (17,27% vs 18,31% en moyenne) (Tableau 51). Pour chaque catégorie de viande, celle des côtes du lot témoin a présenté une teneur significativement élevée comparativement au lot expérimental, alors que des teneurs identiques sont notées pour le gigot. D'une manière générale, les viandes du lot témoin sont mieux pourvues en protéines brutes. Globalement, les teneurs observées semblent être en accord avec celle de 19,28% rapportée par Gruszecki et al, (1999) pour la viande.

3.3. Lipides totaux et composition en acides gras

3.3.1. Résultats

3.3.1.1. Lipides totaux

Les quantités des lipides totaux des muscles du gigot et de côtes crues sont illustrées dans le tableau 52. Les gigots issus des animaux nourris au régime GCV ont montré une prédominance très significative ($P < 0,01$) des lipides totaux intramusculaires, comparativement au lot témoin (3,88% vs 2,83%) soit un écart de 27%. Par contre, dans le tissu adipeux interne, le lot témoin a présenté un taux de lipides totaux significativement supérieur au lot expérimental (66,48 vs 56,06%), ceci peut vraisemblablement provenir d'une meilleure utilisation du régime par les animaux de ce lot (3,98% vs 1,13%). Les mêmes tendances ont été observées par Chesneau et al., (2005), sur les jeunes bovins charolais et blonds montrant des différences respectives de 13,5% et 6%, comparativement au lot témoin. Ceci peut être en relation avec les acides gras issus du métabolisme ruminal qui comprend ces acides gras synthétisés de Novo par les microorganismes du rumen, mais aussi de l'hydrolyse de triacyl glycérol alimentaire (Jouany et al., 1995), comme c'est le cas du régime gland, comparativement au régime orge.

Tableau 52 : Teneurs en lipides totaux (g/100g)

	Lot témoin			Lot GCV			Effet régime	Effet muscle	Interaction
	Cote	Gigot	T. Adipeux	Cote	Gigot	T. Adipeux			
Muscle							P<0.05	P<0.05	P<0.05
g/100g	18.99	2.83	66.48	23.82	3.88	56.06			

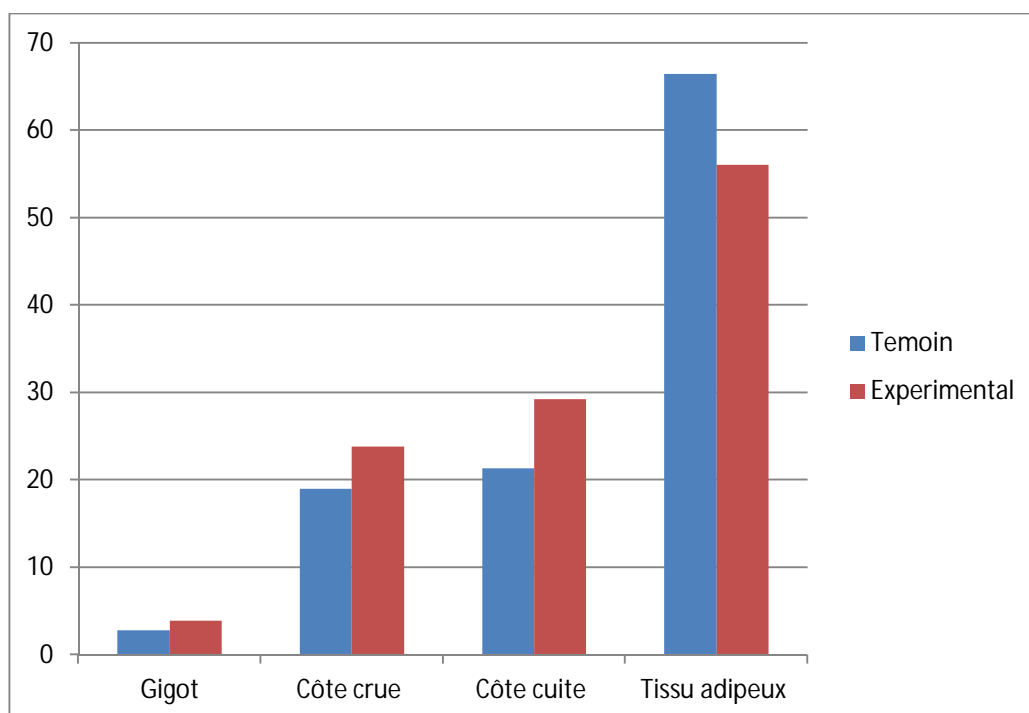


Figure 16. Lipides totaux des différents morceaux de viandes en %

3.3.2.1. Profil des acides gras du gigot

Le profil des acides gras du muscle du gigot cru et tissu adipeux exprimé en pourcentage d'AG identifiés et en mg/100g d'échantillon est illustré dans les tableaux 53 et 54.

Globalement, cette composition montre des proportions comparables en AGS (48,15% et 47,34%) entre le lot expérimental et le témoin. Dans cette classe d'acides gras, l'acides palmitique et l'acide stéarique sont prédominants (49 et 38 %) vs (53% et 38%), respectivement dans le lot gland et le lot orge.

De même, des taux comparables en AGMI ont été remarqués (44,50% et 45,76%) respectivement. Parmi cette catégorie, l'acide oléique (C18 :1n-9) demeure le plus important.

Pour la somme des AGPI, les analyses révèlent une proportion légèrement supérieure (7,36% vs 6,91%) soit un écart de 41% en faveur de la viande du lot expérimental. Parmi, ces acides gras polyinsaturés, l'acide linoléique (C18 :2 n-6), constitue le nutriment essentiel aussi bien dans le lot expérimental que le lot témoin (5,52% vs 5,27%, $p < 0,05$).

Par ailleurs, l'expression des résultats (Tableau 54) d'acides gras en mg/100g de lipides laisse présager que le régime GCV favorise une bonne incorporation des AGPI dont l'acide linoléique dans les muscles des agneaux d'où l'on note un écart de plus de 41% entre les deux régimes (10.21 vs 6.20 mg/100g de lipides). Cette tendance s'est poursuivie même sur les acides gras dérivés n-3 de longues

chaines. Dans l'ensemble, les AGPI du régime GCV ont été mieux incorporés dans les muscles du gigot (159 vs 113 mg/100g). De là, on en déduit que la viande issue d'animaux nourris par le régime GCV est devenue plus insaturée (1.21 vs 1.19) que celle du régime témoin. Le rapport AGPI/ AGS obtenu dans les gigots issus des deux régimes est de 0.15 mais reste faible comparativement à la valeur de 0.45 recommandée par les nutritionnistes.

Tableau 53.Composition en acides gras du muscle du gigot (en % d'AG identifiés).

Types d'acides gras	GCV	Témoin	SEM	Effet du régime
C ₁₄ :0	3.46	3.55	1.07	NS
C ¹⁴ :1	0.64	0.55	0.49	NS
C ₁₆ :0	23.67	25.44	1.11	P< 0.05
C ₁₆ :1 n-7	2.98	3.19	0.58	NS
C ₁₈ :0	20.87	18.19	1.17	P<0.05
C ₁₈ : 1 n-9	39.93	41.05	1.38	NS
C ₁₈ :2 n-6	5.52	5.27	1.11	NS
C ₂₀ :0	0.15	0.15	0.20	NS
C ₁₈ :3 n-3	0.42	0.37	0.31	P<0.05
C ₂₀ : 1 n-9	0.81	0.80	0.51	NS
C ₂₂ :2	0.08	0.00	0.20	P<0.05
C ₂₀ :4 n-6	0.90	0.94	0.71	NS
C ₂₀ : 5 n-3 EPA	0.08	0.07	0.21	P<0.05
C ₂₄ :1 n-9	0.13	0.17	0.17	NS
C ₂₂ : 5 n-3	0.26	0.21	0.33	P<0.05
C ₂₂ : 6 n-3 DHA	0.09	0.05	0.20	P<0.05
AGS	48.15	47.34	1.55	NS
AGMI	44.50	45.76	1.28	NS
AGPI	7.36	6.91	1.38	P<0.05
n-6	6,34	6,28	0,50	NS
n-3	0.86	0.70	0.44	P<0.05
n-6 / n-3	7.37	8.97	1.17	P<0.05
AGPI / AGS	0.15	0.15	0.20	NS
Index d'insaturation	1.21	1.19	0.23	P<0.05

SEM: Standard Error of means

Chaque valeur représente la moyenne de 05 échantillons suivie de l'erreur standard de la moyenne.

Tableau 54. Composition en acides gras du muscle du gigot exprimée (mg/100 de lipides musculaires).

Types d'acides gras	GCV	Témoïn	SEM	Effet du régime
Lipides Totaux	3.88	2.83	1.41	P<0.05
C ₁₄ :0	102.31	59.33	8.49	P<0.05
C ₁₄ :1	19.19	8.85	3.64	P<0.05
C ₁₆ :0	610.23	439.45	18.30	P<0.05
C ₁₆ : 1 n-7	81.41	55.03	7.06	P<0.05
C ₁₈ :0	538.71	322.40	17.21	P<0.05
C ₁₈ : 1 n-9	1018.56	709.33	23.26	P<0.05
C ₁₈ :2 n-6	122.67	87.13	6.84	P<0.05
C ₂₀ :0	3.72	2.73	1.47	NS
C ₁₈ :3 n-3	10.21	6.02	2.14	P<0.05
C ₂₀ :1 n-9	22.51	12.24	3.42	P<0.05
C ₂₂ :2	1.05	0.00	0.70	P<0.05
C ₂₀ :4 n-6	15.39	14.53	2.19	NS
C ₂₀ : 5 n-3 EPA	1.56	0.94	0.63	P<0.05
C ₂₄ :1 n-9	3.33	3.07	1.51	NS
C ₂₂ : 5 n-3	6.16	3.75	1.75	P<0.05
C ₂₂ : 6 n-3 DHA	2.40	0.88	1.23	P<0.01
AGS	1254.98	823.90	26.49	P<0.05
AGMI	1145.00	788.53	24.81	P<0.05
AGPI	159.53	113.26	7.53	P<0.05
n-3	20.42	11.60	2.95	P<0.05
n-6 / n-3	7.37	8.97	1.17	P<0.05
AGPI / AGS	0.13	0.14	0.29	P<0.05

SEM = standard error of means

Chaque valeur représente la moyenne de 05 échantillons suivie de l'erreur standard de la moyenne.

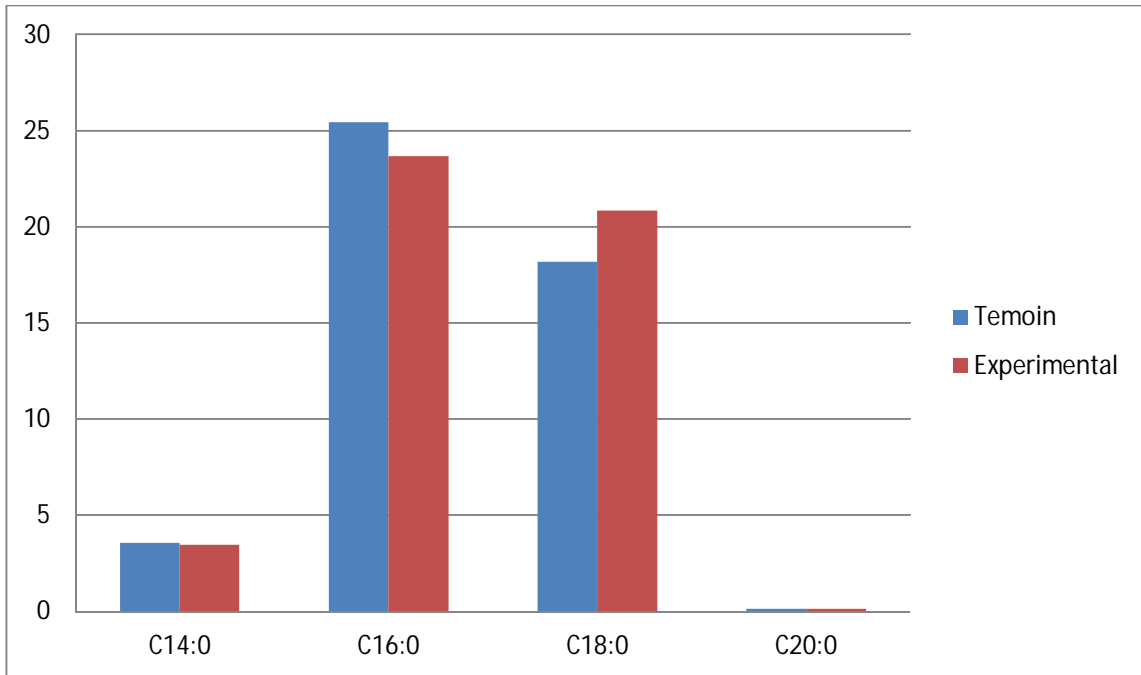


Figure 17 . Teneurs en acides gras saturés en %

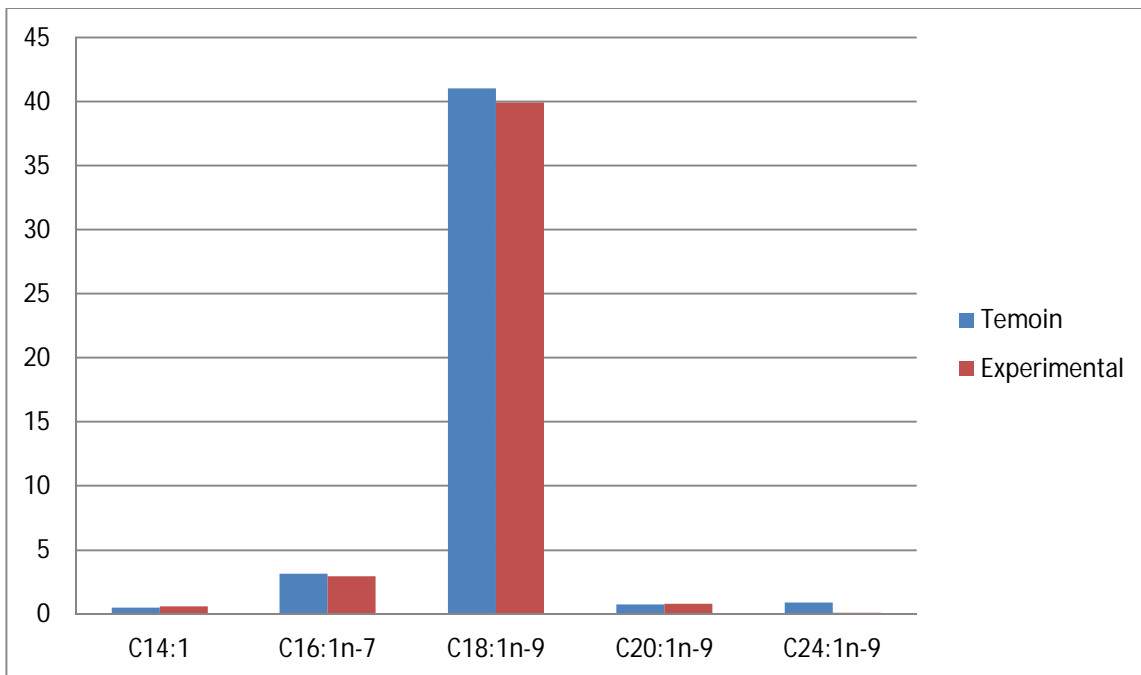


Figure 18. Teneurs en acides gras monoinsaturés

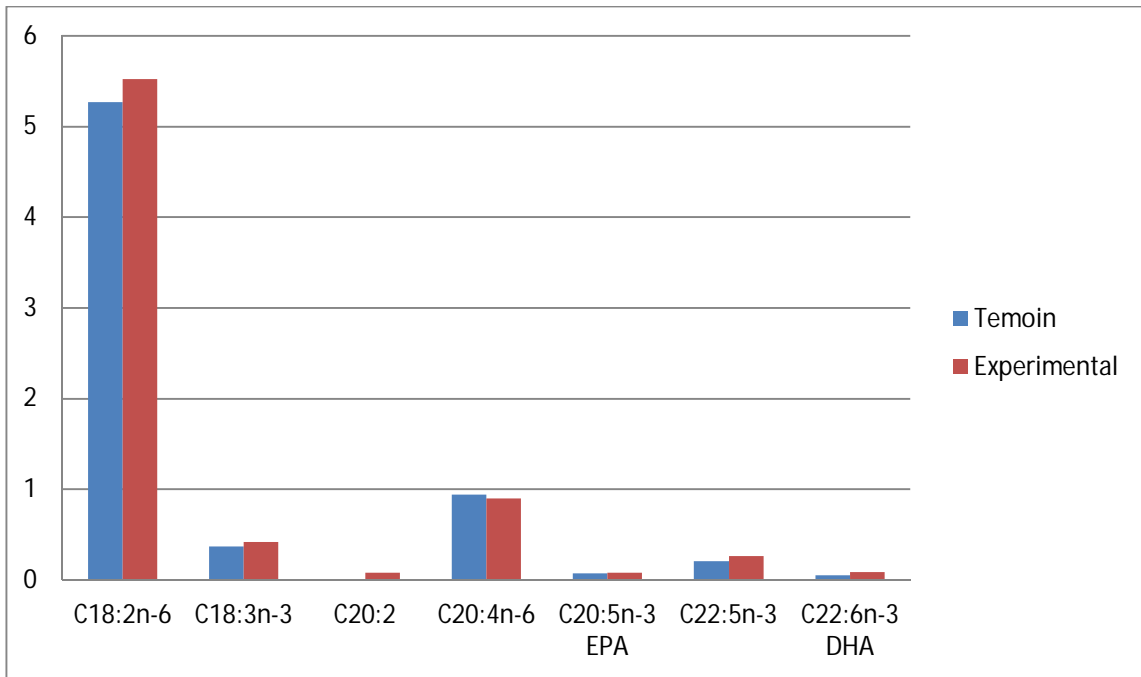


Figure 19. Teneurs en acides gras polyinsaturés en %

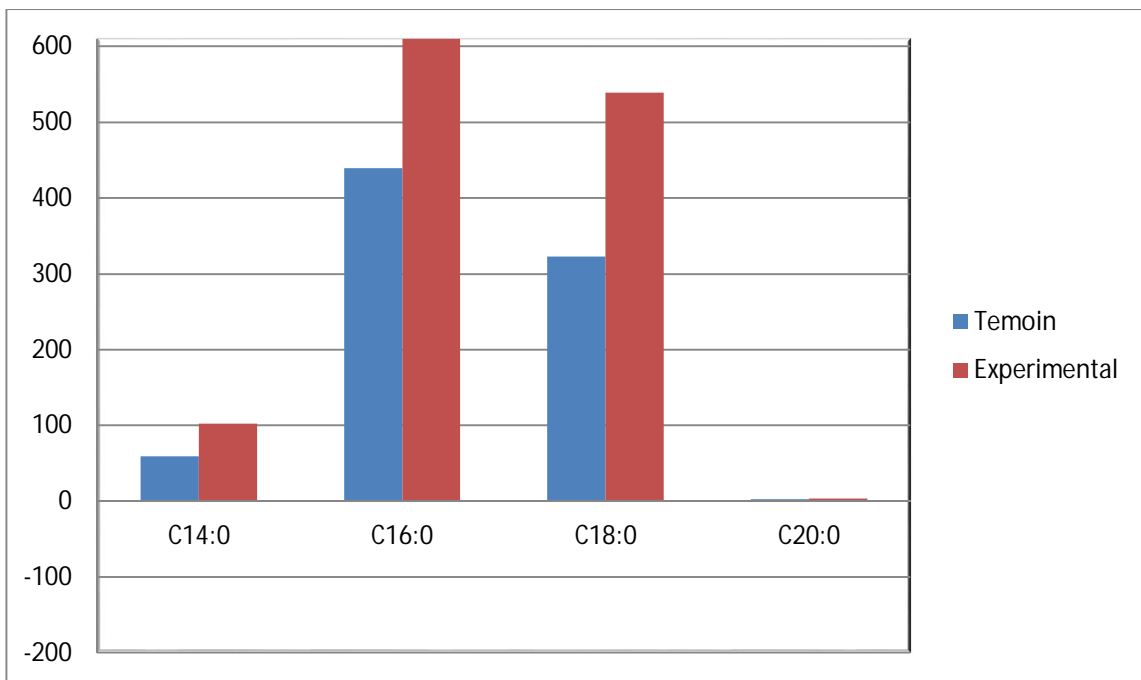


Figure 20. Teneurs en acides gras saturés (mg /100g d'échantillon)

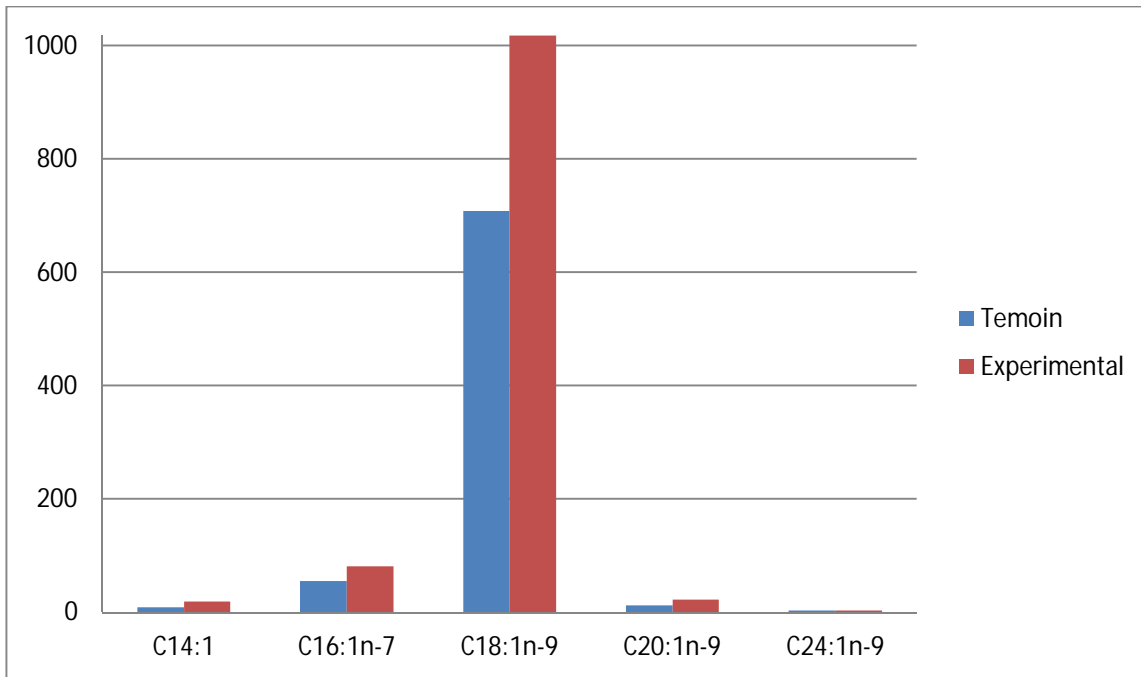


Figure 21. Teneurs en acides gras monoinsaturés (mg/100g d'échantillon)

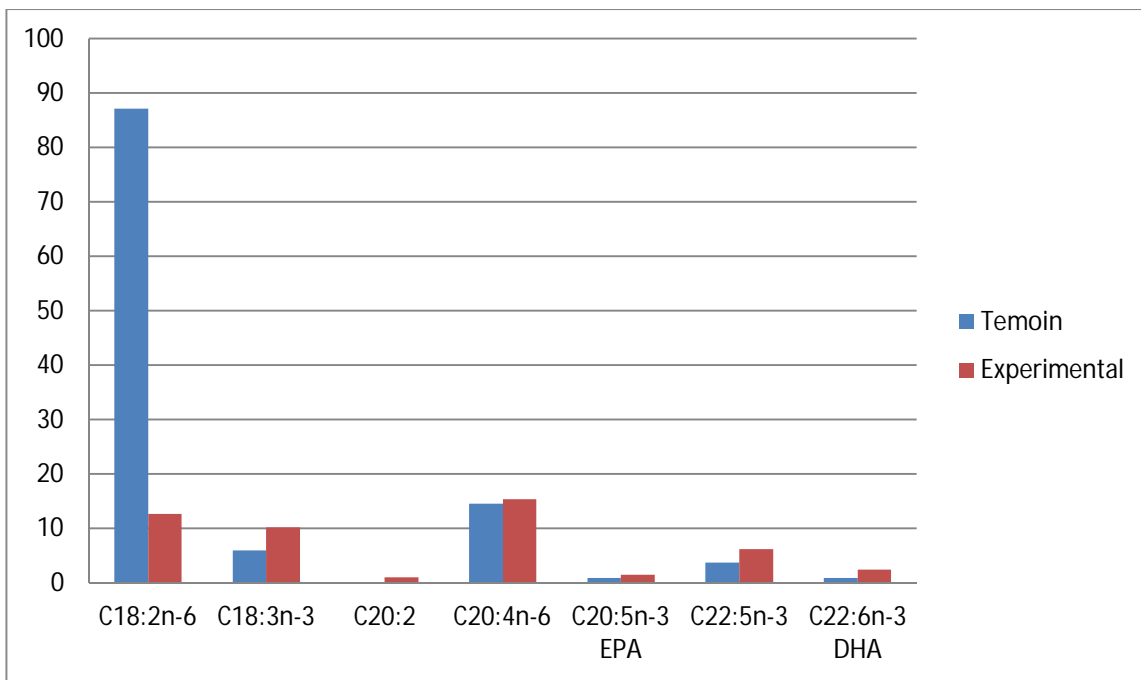


Figure 22. Teneurs en acides gras polyinsaturés (mg /100g échantillon)

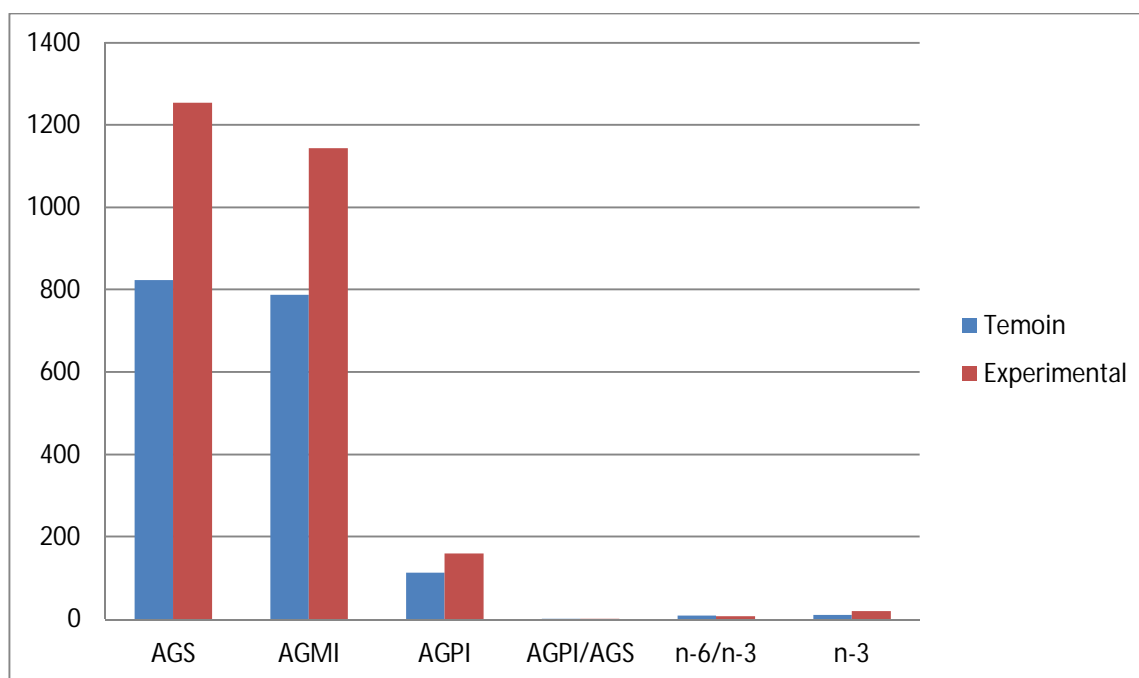


Figure 23. Teneurs en acides gras totaux et leurs rapports

Toutefois, les résultats (Tableau 52) montrent que les lipides totaux sont mieux représentés dans les gigots du lot expérimental (3,88% et 2,83%). Ces teneurs en lipides des muscles apparaissent compatibles par rapport à celles rapportées (3 et 4%) par Johnson,(1995).

Les AGS du muscle du lot expérimental exprimé en mg /100g de muscle sont très bien représentés comparativement à celui des animaux du lot témoin (fig.21)

En terme de représentation quantitative (mg/100g de lipides) et par rapport aux AGMI totaux, le C18:1 représente approximativement 89% et 80 respectivement pour le lot expérimental et le lot témoin. La même tendance est remarquée par rapport au total des AGMI, exprimé en %.

Le rapport n-6/n-3 du muscle du gigot semble être en faveur de la viande issue du lot GCV comparativement au lot orge qui se rapproche le mieux de la norme de 5 recommandée par les nutritionnistes (7,37vs8 97%). Un écart significatif de 17,83% à été remarqué.

Dans l'ensemble, le régime à base de gland engendre une augmentation des AGMI (1145 vs 788,86 mg/100g) et en AGPI (159,44 vs 113,65mg/100g) soit des écarts respectifs de 31% et 29%.Globalement, l'analyse de la composition en acides gras musculaires exprimée en % d'AGI identifiés fait ressortir pour les deux régimes une pertinence du C16 :0 et C18 :0 (23,67% et 20,87% vs 25,50% et 18,19%); respectivement pour le GCV et le régime orge. Ces deux acides gras représentent 91,83% et 92,28%, respectivement par rapport au total des AGS.

3-3.2. Discussion

3-3.2.1 Profil des acides gras du gigot

L'impact de la composition lipidique de la ration sur la composition en acides gras dans le muscle est plus réduite chez les ruminants que chez les monogastriques. Ceci provient du phénomène de la biohydrogénation spécifique aux animaux polygastriques où une forte proportion des acides gras insaturés de leur ration alimentaire est hydrogénée dans le rumen de sorte que les acides gras intramusculaires des bovins et des ovins soient moins insaturés que ceux des volailles (Hocquette et Bauchart, 1988).

L'étude de la composition en acides gras des régimes montre que les teneurs en C14 :0 (0,28% vs 0,09 %) ; C16 :0 (18,04% vs 13,28%) et C18 :0 (2,77% vs 3,24%) contenues dans les régimes GCV et Orge sont dépendants des quantités en AGS du muscle. Au vu des proportions en C16:0 contenues dans les aliments, (13,28% vs 18,04%) respectivement pour les régimes alimentaires, expérimental et témoin et celles retrouvées dans le muscle du gigot (23,68% vs 25,5%), il est permis de penser que cet acide gras est grandement absorbé par les parois intestinales et déposés dans le muscle sans aucune isomérisation parallèle (Lawrence.,1992 ;Tamminga et Doreau.,1991). Ceci confirme l'observation de Bauchard (2001) qui relève un coefficient d'absorption de 80% des acides gras saturés contenus dans les régimes classiques à faibles teneurs en matières grasses (2% à 3%). En termes de pourcentage, les teneurs respectives en acides palmitique et stéarique représentent les deux acides gras majeurs de la viande de mouton (25,5% vs 23,67%) et (18,19% vs 20,87%). Ils atteignent 95,47% et 92,50% des AGS totaux, respectivement dans le muscle de gigot du lot témoin et celui du lot expérimental. Selon Van De Vosanberg et Joblin., (2003), les recherches ont permis d'isoler une souche de *Vibrio Hangatei* capables de transformer entièrement le C18 :1 en C18 :, contrairement aux souches bactériennes isolées auparavant, incapables de réaliser toutes les étapes de la biohydrogénation classées en bactéries A et B. Les résultats montrent que la viande du lot témoin est mieux pourvue en C16 :0 (+ 7%) contrairement au la viande du lot expérimental où c'est le C18 :0 qui domine (+13%), ce qui confirme l'observation faite par National Research Council, (2001) et Streenivassan (1968).

Néanmoins, il y a lieu de signaler la prédominance du C16 :0 comparativement au C18 :0 qui semblent être en contradiction avec le résultat rapporté par Iverson et al. , (1995) Où il est indiqué que le C18 :0 est largement mieux distribué dans le règne animal que végétal. Effectivement, dans les deux régimes distribués, il ne représente que 23,67 vs 20,87%, pour le régime GCV et 25,44 vs 18,19% dans le régime orge. Les acides myristique et arachidique ne sont que faiblement représentés.

Globalement, les acides gras saturés sont présents en proportions comparables aussi bien pour la viande de gigot de lot test que celle de lot témoin (48,15% et 47,34%). Un écart de 1,68% est observé.

Ceci s'explique vraisemblablement par une même activité de la lipogénèse pour les deux régimes. Ces résultats sont comparables à ceux observés par Chesneau et al., (2005). Ils sont de 45,1% et 48,4% chez les jeunes bovins charolais, et légèrement supérieurs aux taux notés chez les jeunes bovins blonds. Il apparaît que les résultats obtenus sont plus intéressants que celui de 50% d'AGS admis par le Centre d'information sur les viandes (CIV,1996) dans les lipides de muscle de bœuf et d'agneau, soit un écart de 3,2% et 5,8% respectivement pour la viande du lot expérimental et celle du lot témoin.

Comparativement aux moutons nourris au régime GCV, chez les poulets de chair nourris au même régime, Boudroua et Selselet(2005) ont noté des teneurs en AGS de 32,39% vs 36,40% significativement moins importantes, de l'ordre de 32,73%, ceci s'explique par l'absence du phénomène de la biohydrogénation chez la volaille. Les teneurs en acide arachidique retrouvées au niveau musculaire des deux lots (GCV et orge) sont équivalentes, mais aussi restreintes (0,15%), ceci corrobore le taux rapporté par Rondia,(2003) mais sensiblement faible à la teneur de 1% rapporté par Steenivassan., (1968).

Pour les acides gras insaturés, l'analyse de la composition en ces acides gras laisse apercevoir que l'acide oléique est le plus représentatif des AGMI (89.73 vs 91.22) respectivement pour la viande du lot GCV et celle du lot orge. Quant à l'acide palmitoléique, il ne constitue que 6,7% et 6,9% comparativement aux AGMI totaux. Pour cet acide gras, on retrouve près de 3% pour le lot expérimental et 3,19% pour le lot témoin. Ces résultats apparaissent significativement supérieurs aux taux de 1,5% rapportés par Steenivassan., (1968) et Sonnetag., (1979) qui notent un taux inférieur à 1%.

Par ailleurs, il est important de signaler que les taux d'acide oléique retrouvés dans la viande des deux lots (39,93% et 41,05%), à celui de 40% trouvé par Fink-Gremmels., (1993), mais restent significativement supérieurs à la teneur de 30% observée par Steenivassan (1976) pour la viande de mouton. Selon Sonnetag, (1979), la proportion de l'acide oléique varie entre 5 et 10% dans la viande de bœuf.

Par rapport aux acides gras totaux, les AGMI présents dans les muscles des gigots des deux lots (GCV et Orge), apparaissent comparables (44,50% vs 45,76%), mais inférieurs au taux de 50% rapporté par National Research Council(2001). Avec un régime témoin et un régime expérimental contenant 5% de graines de lin extrudées, Chesneau et al., (2005) ont relevé des teneurs comparables en AGMI de l'ordre de 41,40 % et 41,70% chez les bovins blonds et des taux légèrement meilleurs chez les jeunes bovins charolais (42,90% et 43,90%), ceci montre à quel point le régime influe sur les teneurs en AGMI.

Globalement, les teneurs en AGPI de la viande de gigot sont légèrement meilleurs dans le lot GCV comparativement à celles provenant du lot orge (7,37% Vs 6,91%), néanmoins l'écart entre eux demeure non significatif.

Comparés à la somme des acides gras polyinsaturés (AGPI), l'acide linoléique et l'acide linoléique représentent la plus grande proportion. Il est important de signaler que ces deux acides gras ont une origine exclusivement alimentaire, ils doivent donc être apportés par l'alimentation. Dans la composition musculaire du gigot, les taux de C18 :2 apparaissent en quantités comparables (5,52% et 5,27%) entre les deux lots. Aucune différence significative n'est constatée. Cependant, ces teneurs restent intéressantes, comparativement aux taux de 1% rapporté par Bowland et Newel.,(1974) dans les graisses animales, excepté le cheval en pâture où ces graisses atteignent les 10%. Pour sa part Gandemer,(1998) rapporte que les lipides intramusculaires renferment 2 à 3% d'AGPI chez les ruminants contre 20 à 25% chez la volaille. Chez le poulet de chair, Boudroua et al.,(2003 et 2005) rapportent des teneurs de 17% et 18% avec des animaux nourris au gland de chêne vert.

D'une manière générale, le C18 :2n-6 représente 75,10% et 75,26% des lipides insaturés totaux, respectivement pour le lot expérimental et le lot témoin. Les teneurs en C18 :3n-3 sont de l'ordre de 0,42% et de 0,37% respectivement pour le lot GCV et le lot orge. Le taux trouvé dans le gigot issu du régime GCV, semble être en conformité avec les teneurs observées par Berian et Horcada, (2002) qui notent des valeurs de 0,42% vs 1%. Cependant, les teneurs en C18 : n-3 restent faibles que celles rapportées par Bauchart et al.,(2005);Nurnberg et al (2005) ;Loor et al., (2005) qui ont observé dans le flux duodénal d'acide gras des augmentations ($P < 0,01$) de C18:n-3 variant de 1,7% à 3,6%. De leur côté, Gonthier et al.,(2004) observent une variation de 1,7% à 6,6% avec un régime contenant le grain de lin.

D'une manière générale, l'essai avec le grain de lin extrudé réalisé par Chesneau et al (2005) sur des jeunes bovins charolais montre des teneurs en AGPI n-3 et n-6 de la viande relativement supérieure à celle observée dans la viande de gigot d'agneau nourris au gland de chêne vert. Ces valeurs sont de (7,78% vs 7,37%), soit un écart de 5,76%. Une différence significative de 12,5% est relevée entre les viandes des lots témoin et expérimental (7,79 vs 6,91%). Cet écart est vraisemblablement influencé par la nature de l'alimentation. Comparativement aux qualités nutritionnelles des viandes, les teneurs en C18 :2n-6 des muscles de gigot témoin et expérimental restent élevées (5.52% vs 5.57%) par rapport à celles observées par Bas et al. (2005) sur des chevreaux élevés dans l'arganeraie au Sud Ouest du Maroc, respectivement entre le lot expérimental et le lot témoin (0,80% vs 1,9%) chez les chevreaux élevés à la chèvrerie avec du concentré, et ceux élevés dans l'arganeraie. La teneur en acide arachidonique (C20 :4 n-3) retrouvé dans les muscles de gigots reste comparable entre les deux groupes de viandes analysées (0,90% et 0,94%). Selon Sonnetag, (1979), le C20 :4 n-6 se rencontre dans les

graisses d'origine animales. Les résultats observés semblent être en accord avec le taux rapporté par cet auteur qui indique que cet acide gras constitue moins de 1% du lard et du suif.

En terme de représentation quantitative (mg pour 100g de lipides), l'acide alpha linoléique présent dans le muscle du gigot est significativement plus élevé dans le lot GCV, par rapport au lot témoin (10,21mg vs 6,02mg) soit un écart de 41%. Ces valeurs restent significativement moins importantes à celles observées par Bauchart, (2005) ; Nurnberg et al, (2005) avec le régime de lin extrudé qui ont obtenu 20mg/100g de lipides, mais restent comparables à celle du régime lin aplati, dosant une quantité de 10mg pour 100g de viande. Dans un autre essai, Normand et al, (2005) ont enregistré des teneurs trois fois supérieures dans l'essai lin extrudé, comparativement au lot témoin (44,8mg Vs 14,2mg). Par ailleurs, Berlot et al, 2005 ont relevé des valeurs deux fois plus élevées dans l'essai lin aplati par rapport au lot témoin (28,4mg Vs 14,2mg).

Le C20 :0, très faiblement présent dans les régimes GCV et Orge (0,26% et 0,34%) se retrouve en quantité plus importante dans les viandes des deux lots (3,72mg et 2,73mg). Cela peut provenir vraisemblablement de la biohydrogénation du C18 :3. L'EPA, le DPA et C22 :6 et le DHA, proviennent des doubles liaisons supplémentaires, vers l'extrémité COOH qui allonge la chaîne C18 :2n-6 et C18 :3n-3. Ils constituent les deux familles d'acides gras essentiels nécessaires au maintien de la fonction biochimique cellulaire ou physiologique (Delorgueril et al., 1994). Non présent dans les régimes distribués, ces acides gras (C20 :5 n-3 EPA ; C22 :5 n-3 et C22 :6 n-3 DHA) sont retrouvés dans les muscles de gigots des deux lots, avec des taux plus importants dans le lot GCV (1,56mg vs 0,94mg), (6,16mg vs 3,75mg) et (2,40mg vs 0,88mg). Ces teneurs apparaissent significativement plus élevés que celles rapportées par Mahdjoub et al, 2007 dans la viande des agneaux élevés en bergerie et en parcours, (0,09mg Vs 0,35mg) ; (6,29mg Vs 0,78mg) et (0,05mg Vs 0,12mg). Par ailleurs, le C22 :5n-3 est le plus représenté (6,16mg vs 3,75mg) comparativement au C22 :6 n-3 (2,40mg vs 0,88mg) et au C20 :5 n-3 (1,56mg vs 0,94 mg) dans la viande de gigot.

Les quantités de ces AGPILC retrouvées dans les muscles de gigot du lot GCV sont significativement plus élevées que ceux du lot orge. Ces écarts sont respectivement de 39%, 63% et 40%. Cela provient vraisemblablement de la meilleure richesse du GCV en matières grasses que l'orge. Selon Geay (2002), il est possible d'augmenter la part des d'AGPILC en adjuvant certaines huiles dans la ration. Ainsi, Scolan (2005) observe avec l'huile de poisson une augmentation variant de 11mg à 16 mg pour le C20 :5 soit un enrichissement de l'ordre de 31,25%. Malgré leurs faibles présences dans la viande des deux lots, ces acides gras à chaînes longues présentent, selon Wood et al, (2009) un caractère important dans la préservation des maladies cardiovasculaires. La même observation a été remarquée pour le C20 :4 (15,39mg Vs 14,93%). L'écart n'est pas significatif (2,98%). Ces teneurs, restent faibles comparativement aux taux rapportés par Scollan, (2005) qui a noté une différence de 8.7% entre le lot

témoin et lot huile de lin (23mg à 21mg), et une diminution de 39% entre le lot témoin et le lot huile de poisson (23 mg à 14 mg). L'acide selacholéique (C24 :1n-9) n'est présent qu'en infime quantité dans les viandes des deux lots étudiés (0,13mg Vs 0,17mg pour 100g), ceci confirme l'information de Sonnetag (1979) qui rapporte que cet acide gras à longue chaîne n'est présent qu'à l'état de traces dans la viande.

Le rapport AGPI/AGS dans le muscle de gigot représente un quotient de 0,15. Il correspond au rapport de la viande bovine ou d'agneau qui varie selon Wood et Enser., (1997) ; Diaz, (2002) entre 0,11 à 0,15, mais demeure inférieure à la valeur de 0,45 recommandée en nutrition humaine (Wood et al, 2008).

Le rapport n-6/n-3 de la viande de gigot issue du régime orge apparaît supérieur à celle provenant du régime gland (7,73 Vs 8,97) soit un écart de 18%. Ce rapport reste élevé de 35% et de 44% à la valeur de 5 recommandée par Martin., (2001), Normand et al., (2005) pour la viande de ruminants.

Selon Wood et al., (1999), ce rapport doit être inférieur à 4 pour répondre aux ANR sans modifier les habitudes alimentaires ; la solution consiste donc à enrichir naturellement les viandes en acides gras bénéfiques à la santé humaine via l'alimentation des animaux (Wood et al., 1999 ; Mourot et Hemier., 2001 ; Scollan et al., 2005) tel est le cas du gland de chêne vert qui a permis une valeur santé encourageante. Il semble que malgré le phénomène de bio hydrogénation spécifique aux ruminants, des petites quantités mais très significatives échappent à ce processus et s'accumulent dans le tissu adipeux intramusculaire (Bauchart et al.2005) ; Givens., 2005). Certains auteurs (Asches et al, 1992) considèrent que les AGPI font l'objet d'une hydrogénation négligeable, pour cela une augmentation enAGPI n-3 avec un rapport n-6/n-3 <4 est fortement recommandé. ((Gibny., 1993). Selon Wachira (2002) ; Geay (2002); Anderson et al., (2003), la variation du rapport n-6/n-3 et du rapport AGPI /AGS est relative à la richesse de l'aliment en huiles végétales.

Comparativement au muscle de gigot issu du lot orge, l'enrichissement des AGPI totaux apparaissent plus importants en faveur de la viande du lot gland représentant un gain de 29% (113,65mg vs 159,44mg) (P<0,01), cette teneur en AGPI totaux, reste supérieure à celle trouvée par Boudroua et al (2005) qui trouvent une teneur appréciable de 142mg/100g dans la viande de poulet. D'où l'intérêt que présente le gland dans l'enrichissement naturel de la viande en AGPI qui s'avère une voie intéressante permettant de rehausser la valeur nutritionnelle de la viande ovine.

Tableau 55: Teneurs en acides gras de la viande des cotes crues (exprimées en % d'AG identifiés)

Acides gras	Expérimental	Témoin	SEM	Effet régime
C14:0	3,22	4,14	0,97	P<0,05
C16:0	23,81	26,65	1,05	P<0,05
C18:0	24,27	24,39	1,69	NS
C20:0	0,18	0,18	0,20	NS
C14:1 n-7	0,89	0,84	0,69	NS
C16:1 n-9	3,11	3,39	0,54	NS
C18:1 n-9	38,64	36,15	1,61	NS
C20:1 n-9	0,70	0,68	0,51	NS
C24:1 n-9	0,17	0,15	0,24	NS
C18:2 n-6	3,41	3,01	0,68	P<0,05
C18:3 n-3	0,25	0,25	0,30	NS
C20:4 n-6	0,60	0,11	0,73	P<0,05
C20:5 n-3	0,43	0,03	0,65	P<0,05
C22:5 n-3	0,22	0,08	1,41	P<0,05
C22:6 n-3	0,052	0,018	0,10	P<0,05
Σ AGS	51,56	55,28	1,33	NS
Σ AGMĪ	43,39	41,21	1,25	NS
ΣAGPI	4,97	3,51	1,01	P<0,05
dont n-3	0,96	0,38	0,68	P<0,05
n-6	5,33	3,16	0,6	P<0,05
n-6/n-3	5,55	8,31	1,34	P<0,05
AGPI/AGS	0,096	0,063	4,82	P<0,05

SEM = standard error of means

Chaque valeur représente la moyenne de 05 échantillons suivie de l'erreur standard de la moyenne

Tableau 56 : Teneurs en acides gras des côtes crues (exprimée en mg/ 100 g de lipides)

Acides gras	Lot GCV	Lot orge	SEM	Effet régime
Lipides Totaux	23,82	18,99	3,68	P<0,05
C14 :0	588,25	487,77	14,24	NS
C16 :0	3705,83	3680,00	54,18	NS
C18:0	3728,41	3104,64	44,15	P<0,05
C20:0	27,75	23,09	4,09	P<0,05
C14:1 n-7	132,89	101,62	7,03	P<0,05
C16:1 n-9	465,68	418,54	15,56	NS
C18:1 n-9	5818,96	4507,02	29,10	P<0,05
C20:1 n-9	115,46	77,95	7,35	P<0,05
C24:1 n-9	25,88	18,46	3,77	P<0,05
C18:2 n-6	497,38	368,00	13,87	P<0,05
C18:3 n-3	39,77	29,43	4,24	P<0,05
C20:4 n-6	125,29	13,30	11,05	P<0,05
C20:5 n-3	94,44	3,33	9,87	P<0,05
C22:5 n-3	33,58	10,71	4,01	P<0,05
C22:6 n-3	8,04	2,76	1,93	P<0,05
Σ AGS	7946,11	6888,21	61,40	P<0,05
Σ AGMĪ	6558,92	5125,59	53,02	P<0,05
ΣAGPI	798,52	427,54	19,12	P<0,05
dont n-3	175,83	46,24	10,75	P<0,05
n-6	576,00	384,00	1,45	P<0,05
n-6/n-3	5,55	8,31	1,33	P<0,05
AGPI/AGS	0,10	0,06	1,41	P<0,05

SEM = standard error of means

Chaque valeur représente la moyenne de 05 échantillons suivie de l'erreur standard de la moyenne

3-3.2.2. Profil des acides gras des côtes

Les résultats de l'incidence des régimes sur la composition en acides gras des viandes ont permis de relever que la viande de côtes issues du régime orge renferme des quantités supérieures en acides gras saturés (+6,70%) que celle provenant du régime gland de chêne vert (55,28% Vs 51,56%). Dans ce type d'acides gras, l'acide palmitique (C16 :0) et l'acide stéarique (C18 :0) représentent l'essentiel des acides gras saturés, respectivement dans la viande de côtes du lot orge et du lot gland de chêne de vert (GCV).

Pour chacun des acides gras, des teneurs analogues sont relevées pour le C18:0 (24,27% et 24,39%) dans les lots GCV et Orge. Cependant, la teneur en C16:0 que renferme la viande de côtes du lot témoin reste significativement supérieure ($P < 0.05$) à celle du lot GCV (26,65% vs 23,81%). De même, la teneur en acide myristique de la viande issue du lot GCV (3,22% vs 4,14%) a significativement diminué (22%) par rapport à celle du lot Orge (Tableau 55).

L'analyse des teneurs en acides gras insaturés de la viande de côte issue du lot GCV serait en proportion supérieure en AGMI totaux (+5%) que celles du lot orge (43,39% vs 41,25%). Dans cette classe, le C18 :1n-9 est l'acide gras majoritaire dans la viande des deux lots, avec toutefois, une légère richesse pour la viande du régime GCV.

S'agissant des acides gras polyinsaturés totaux (AGPI), un taux significativement plus élevé ($P < 0,05$) est recensé dans la viande des côtes du lot GCV comparé à celle du lot orge (4,97% Vs 3,51%), soit un écart de 30% environ. Cette teneur est multipliée par 1,25.

Parmi les AGPI totaux, l'acide linoléique (C18 :2) est le plus présent (3,41% vs 3,01%) respectivement dans les viandes du lot GCV et du lot témoin. Quant à l'acide alpha linoléique (C18 :3 n-3) présent en faible quantité, des teneurs équivalentes (0,25%) sont relevées aussi bien dans la viande issue du lot GCV que celle provenant du lot orge (Tableau 55). Globalement, la somme des AGPI n-3 de la viande du lot GCV est multipliée par 1,41 comparativement au lot témoin.

Dans l'essai, le rapport C18 :2n-6/C18 :3n-3) apparait significativement plus bas dans le lot gland que dans le lot orge (8,31 Vs 5,55) ($p < 0,05$) ce qui correspond au seuil recommandé par les nutritionnistes. Les analyses montrent que les lipides totaux sont significativement plus importants (+20,27%) dans la viande du lot GCV (23,83% Vs 18,99%). Parmi les acides gras polyinsaturés longues chaînes, le C20 :5, le C22 :5 et le C22 :6 dans le lot GCV semblent être mieux présents comparativement à celles issues du lot orge. Les teneurs sont respectivement de (0,11 Vs 0,60) ; (0,08 Vs 0,22) et (0,02 Vs 0,05), ces valeurs

sont multipliés par 5,45 ; 2,75 et 2,5 respectivement. En terme d'expression des teneurs en mg /100g de lipides (tableau 56) les mêmes tendances sont observées en termes de pourcentages d'acides gras. Enfin, les teneurs en AGS du lot GCV restent supérieures de 13% par rapport au lot témoin ($P < 0,05$). Le C18 :0 et C16 :0 demeurent toujours les plus représentatifs.

Le tableau 56 montre que les teneurs en AGMI totaux exprimées en mg sont significativement plus élevées (21,87%), ($P < 0,05$) dans la viande du lot expérimental, comparativement à celle du lot témoin (6559mg vs 5126mg). Dans cette classe, le C18 :1 est le plus dominant. Il représente par rapport à la somme des AGMI (88% et 89%), respectivement dans le lot orge et le lot GCV.

La même tendance est aussi constatée pour les AGPI totaux. Les viandes issues du lot GCV ont présenté des teneurs plus conséquentes (46,50%) que celles du lot témoin (798 mg Vs 427 mg) ; ($P < 0,05$). Parmi les AGPI présents, la quantité d'acides linoléique (C18 :2 n-6) est significativement plus élevée ($P < 0,05$) dans la viande du lot GCV, par rapport à celle du lot orge (497,38mg vs 368mg). Présent en faible quantité dans les viandes de côtes, l'acide α linoléique (C18 :3 n-3), suit la même tendance que les AGPI totaux (40mg Vs 30mg) ; ($P < 0,05$).

Dans la catégorie des acides gras polyinsaturés longues chaînes (AGPILC), la viande de côtes issue du lot GCV semble être mieux pourvue ($P < 0,05$), comparativement à celle du lot orge, (94,44mg Vs 3,33mg pour le C20 :5 ; 125,29mg Vs 13,32mg pour le C20 :4) ; (33,58mg Vs 10,71mg pour le C 22 :5 et (8,04mg Vs 2,76mg pour le C22 :6). Ces quantités sont multipliées respectivement par 28,36 ; 9,42 ; 3,13 et 2,91 fois en faveur de la viande du lot GCV. L'acide arachidonique (C20 :4) et l'acide Ecosapentaénoïque C20 :5n-3) sont les acides gras les plus remarquables dans la viande de côtes du lot GCV. Pour l'acide gadoléique (C20 :1n-9) et l'acide selacholéique (C24 :1n-9), les mêmes tendances sont notées (115,45mg Vs 77,95mg) et (25,88mg Vs 18,46mg). Quant au rapport C18 :2n-6 / C18 :3n-3, la viande de côtes du lot GCV présente un résultat plus conforme à la recommandation des nutritionnistes, comparativement à celle du lot orge qui présente un quotient plus élevé (5,55 vs 8,31).

Les teneurs en lipides des entrecôtes observées sont conformes à la fourchette rapportée par AFSSA (2003) qui varie entre 13% et 23% pour le plat de côtes et l'entrecôte. Les teneurs en AGS des viandes de côtes issues des lots orge et GCV sont significativement plus élevées que celles trouvées par Prache et al., (2009) sur les viande du long dorsal d'agneaux élevés en bergerie (44,03%) et de l'herbe (47,18%).

Les teneurs en C16 :0 relevées dans les viandes du lot orge et du lot GCV (26,56% vs 23,81%) restent supérieures à celles observées par Mahdjoubi et al., (2007) qui sont de 20,65

% vs 20 % pour des agneaux élevés en bergerie et sur parcours et celles rapportées par Prache et al.,(2009) qui ont enregistré 23,74% vs 20,75% dans les mêmes conditions.

Cependant, des teneurs significativement plus élevées en C18 :0 ont été relevées dans les viandes de côtes du lot orge et du lot GCV (24,39% et 24,27%). Comparativement aux résultats rapportés par Mahdjoubi et al, (2007) qui ont observé (21,44% vs 20,95%), et ceux notés par Prache et al, (2009) sur des agneaux nourris en bergerie et à l'herbe (13,12% vs 18,32%). Les résultats de cette comparaison montrent que l'introduction de GCV dans l'alimentation des agneaux a induit une diminution du taux d'acide palmitique C16 :0, réputé pro-athérogène (10,15% $p < 0,05$). Mahdjoubi et al, (2007) ; Prache et al, (2009) ont enregistré respectivement des diminutions de l'ordre de 12,6% et 5,95%.

La lecture des résultats des AGMI montre que le régime GCV a permis d'enrichir la viande de côtes de 5%, comparativement à celle du régime orge. Cette élévation reste moins importante à la teneur rapportée par Prache (2009) sur les côtes d'agneaux nourris en bergerie et sur l'herbe, reconnue être riche naturellement en AGMI et AGPI (42,83% à 46,19%). Cependant, des teneurs comparables sont remarquées entre les côtes d'agneaux nourris au régime GCV et celles d'agneaux nourris à l'herbe (43,39% et 42,83%). L'écart reste insignifiant (1,29%). Parmi les AGMI totaux, l'acide oléique (C18 :1, n-9) est le plus représenté (36,15% et 38,64%) respectivement dans la viande de côtes du lot orge et du lot GCV. Ces teneurs restent légèrement inférieures à celles trouvées par Prache et al, (2009) dans les côtes d'agneaux nourris en bergerie et sur l'herbe (39,91% et 37,22%). Dans le même sens, Mahdjoubi et al, (2007) montrent que les teneurs en C18 :1 n-9 dans les viandes de côtes du lot orge sont relativement inférieures (7,30%) à celle trouvées dans la viande du *Longissimus dorsi* des agneaux nourris en bergerie (38,75% vs 35,92%).

Comparé au AGMI, le C18 :1 représente 89% et 88%, respectivement pour les côtes du lot GCV et du lot orge. Ces taux sont plus élevés au taux de 80% rapporté par Piers et al., (2003).

D'une manière générale, la teneur en AGPI totaux de la viande du lot expérimental est significativement plus élevée (29%) que celle du lot témoin (4,97% Vs 3,51%). Une telle différence est comparable à celle (de +28,5%) rapportée par Prache et al .,(2009) entre les agneaux nourris à l'herbe et en bergerie (6,97% vs 4,98%) respectivement. Par ailleurs, les teneurs observées durant l'expérimentation pour les deux régimes, restent très faibles, comparativement à une teneur de 6% rapportée par Piers et al, (2003) dans la viande d'agneau.

Parmi les AGPI totaux, Prache et al, (2009) ont observé des teneurs en C18 :2 n-3 (4,6% V Vs 3,29%) se rapprochant à celles de nos résultats sur le lot GCV (3,01vs3,41%) contrairement à Mahdjoubi et al, (2007) qui rapportent des teneurs élevées sur les viandes d'agneaux nourris en bergerie et sur l'herbe (6,16% vs8,16%). Il apparaît que l'incorporation du gland de chêne vert dans la ration induit une augmentation du taux de C18 :2n-6 de l'ordre de 11,73%.

Présents en très faibles quantités, les teneurs en C18 :3 restent identiques entre les viandes de côtes du lot orge et du lot GCV. Ce taux reste très minimes comparativement aux teneurs enregistrées par Mahdjoubi et al, (2007) sur les viandes du *Longissimus dorsi* des agneaux élevés en bergerie et sur parcours (0,57% et 1,5%). D'autres valeurs sont rapportées par Prache et al, (2009) sur des côtes d'agneaux nourris en bergerie et sur l'herbe (0,85% et 1,86%) respectivement.

Parmi les AGPILC, des teneurs comparables en acide arachidonique son remarquées dans la viande du lot GCV (+5.25%). Ces valeurs semblent être en accord avec celles trouvées par Sonnetag, (1999), qui rapporte que le C20 :4 et le C24 :1 n-9 constituent moins de 1% du lard ou du suif.

Le C20 :0 présent en quantité égale entre les viandes des deux lots (0,18%) et le C20 :1 n-9 serait plus marqué dans le lot GCV (0,68% vs 0,78%), au regard de leurs contenus dans les régimes. Ces teneurs laissent apercevoir qu'ils n'ont fait l'objet que d'une faible biohydrogénation, ceci corrobore l'observation faite par Ashes et al, (1992).

Le C20 :3 et le C24 :0, qui étaient présents dans les régimes orge et GCV (0,13% et 0,39%) et (0,15% et 0,21%) sont par contre entièrement hydrogénés dans le rumen des agneaux étant donné qu'aucune trace n'est retrouvée dans la viande des deux lots. A ce propos, Doreau et Chillard., (1997) estiment au contraire que c'est tous les AGPILC qui sont largement hydrogénés dans le rumen.

La synthèse du C20 :2 ; C20 :4 ; C24 :1n-9 ; du C22 :5n-3 et du C22 :6n-3 DHA non présents dans les régimes et qui sont retrouvés dans les viandes des deux lots, s'explique selon Harfoot et Hazlewood, (1997) ; Sauvant et Bas, (2001), par une synthèse endogène qui peut s'effectuer à partir des précurseurs courts tels que les acides gras volatiles (AGV) et le glucose.

Parmi les AGPI LC, l'acide arachidonique qui provient selon Scollan et al.; (2005) du C18 :2n-6 est le plus présent dans la viande issue des deux régimes (orge et GCV).

De l'analyse des résultats (Tableau 53), il ressort que le rapport C18 :2 n-6 / C18 :3 n-3 de la viande de côtes du lot GCV (5,55) est conforme à la valeur de 5 recommandée par les nutritionnistes (AFSSA., 2010).

L'utilisation du GCV a permis une amélioration importante de ce rapport comparativement au lot orge (5,55 Vs 8,31) $p < 0,05$; ce qui valorise la qualité nutritionnelle d'une telle viande.

Des rapports AGPI/AGS trop faibles ont été observés (0,06%) pour la viande de côtes du lot orge, et 0,10% pour celle du lot GCV. Malgré une amélioration du rapport occasionnée par le régime GCV, cette valeur reste en deçà de la valeur 0,45 rapportée par Diaz., (2002) ; Wood et al. (2008). Cet état de fait pourrait être associé à la forte biohydrogénation des AGPI alimentaires dans le rumen.

3.4. Comparaison de la composition en acides gras selon le muscle

L'incidence du type de muscle sur la composition en acides gras des viandes a été abordée (Tableau 57).

Quel que soit le régime, l'analyse des résultats (Tableau 57) fait ressortir que la viande de côtes est plus riche en AGS totaux, que celle du gigot (51,56% vs 48,15% et 55,28% vs 47,34%) respectivement.

Par catégorie de viande, les taux d'AGS totaux des gigots sont comparables entre les lots GCV et orge (48,15% Vs 47,34%), alors que les côtes issues du lot orge renferment une teneur plus conséquente que celles issues du lot GCV (55,28% vs 51,56%, $P < 0,05$).

D'une manière générale, la proportion en AGMI totaux du gigot du lot GCV est comparable à celle des côtes du même régime. Par contre, pour le régime orge, la teneur en AGMI totaux de la viande de gigot apparaît plus élevée (+9,92%) que celle des côtes.

Par ailleurs, les AGPI des viandes de gigot des deux lots (7,35% et 6,91%) sont significativement très élevées que ceux des côtes (4,91% et 3,51%).

Dans le lot GCV, des teneurs comparables en C18 :1 n-9 entre les deux muscles (38,64% et 39,94%) sont relevées. Toutefois, dans le lot orge, la teneur en C18 :1 n-9 de la viande de gigot est significativement plus élevée (11,93%, $P < 0,05$) que celle de la viande de côtes.

Tableau 57 : Teneur en acides gras du muscle du gigot et des côtes (en % d'acides gras identifiés).

Lot \ Acides gras	Muscle	Lot GCV	Lot orge	SEM	Effet régime	Effet type de muscle
C16 :0	Gigot	23,67	25,50	1.41	P < 0,05	NS
	Côtes	23,81	26,56	1.03		
C18 :0	Gigot	20,87	18,19	1.17	NS	P < 0,05
	Côtes	24,27	24,39	1.69		
C18 :1 n-9	Gigot	39,93	41,05	1.50	NS	NS
	Côtes	38,64	36,15	1.14		
C18 :2 n-6	Gigot	5,52	5,27	1.10	NS	P < 0,05
	Côtes	3,41	3,01	0.68		
C18 :3 n-3	Gigot	0,42	0,37	0.31	P < 0,05	P < 0,05
	Côtes	0,25	0,25	0.30		
∑ AGS	Gigot	48,15	47,34	1.55	P < 0,05	NS
	Côtes	51,56	55,28	1.32		
∑ AGMI	Gigot	44,49	45,75	1.27	NS	NS
	Côtes	43,39	41,21	1.25		
∑ AGPI	Gigot	07,35	06,91	1.37	P < 0,05	P < 0,05
	Côtes	04,91	03,51	1.01		
n-6 / n-3	Gigot	7,37	8,97	1.17	P < 0,05	P < 0,05
	Côtes	5,55	8,31	1.15		
AGPI/AGS	Gigot	0,15	0,15	0.20	P < 0,05	P < 0,05
	Côtes	0,10	0,06	0.15		

Sem : standard error of means

NB. Seuls les AG majeurs ont été présentées dans le tableau

Quant au C18 :2 n-6 et quelque soit le régime, la viande de côtes, apparaît en contenir moins que celle du gigot (3,41 vs 5,52%) et (3,01 vs 5,27%) respectivement dans le lot GCV et dans le lot orge.

En ce qui concerne les AGPI, les teneurs de la viande de gigot issue des deux régimes sont significativement plus élevées (P<0,05) que celles des côtes (7,35% Vs 4,91% et 6,91% vs 3,51%), soit des écarts de 33% et 49% respectivement.

Du constat du tableau 57, il apparaît que le rapport n-6 /n-3 des côtes du lot GCV est significativement plus bas que celui du gigot (5,55 vs 7,37), ce qui n'est pas le cas pour le lot orge où les ratios restent comparables entre les deux catégories de viandes (8,31 vs 8,97).

Selon la catégorie de viande, les résultats montrent que le régime GCV a permis d'améliorer les valeurs des rapports n-6/n-3 des viandes de côtes et du gigot, comparativement au régime orge, avec toutefois une amélioration plus marquée pour la viande de côtes du regime GCV.

Selon le régime, le rapport AGPI/AGS, montre des valeurs équivalentes (0,15) pour la viande de gigot. Pour celle des côtes, le régime GCV a permis une amélioration très importante ($P < 0,05$) du rapport, comparativement au lot orge (0,06 à 0,10).

L'expression des résultats en mg pour 100g d'échantillon (Tableau 58), montre que la quantité d'AGS de la viande de côtes est significativement ($p < 0,05$) plus élevée que celle du gigot (7946 mg vs 1245 mg et 6888 mg vs 823 mg).

Selon la catégorie de viande, les côtes et les gigots du lot GCV semblent être plus riches en AGS totaux ($P < 0,05$) que ceux du lot orge (7946 mg vs 6888 et 1246 mg vs 824 mg) respectivement.

Parmi les AGS totaux, le C16 :0 et le C18 :0 des viandes de côtes sont majoritairement représentés dans les deux lots (3705 mg et 3728 mg vs 3680 mg et 3104mg) respectivement dans les lots GCV et orge.

Selon le type d'acide gras saturé, les teneurs en C16 :0 des viandes de côtes n'ont pas présenté de différences significatives ($P > 0,05$) entre le lot GCV et orge (3705 mg et 3680 mg). Par contre, pour le C18 :0, le muscle du lot GCV a présenté une meilleure teneur ($P < 0,05$) que celui du lot orge (3728 mg vs 3105 mg).

Globalement, la viande des côtes des deux groupes reste mieux pourvue en AGMI, que celle des gigots. En effet, dans le lot GCV, la quantité d'AGMI de la viande de côtes dépasse de 82,5% celle de la viande de gigot. Une même tendance est observée, dans le lot orge.

Parmi les AGMI, l'acide oléique est plus représentatif aussi bien pour la viande de côtes que celle du gigot. En effet, selon le régime, la viande de côtes du lot GCV apparaît renfermer des quantités plus importantes que celles du gigot (5819mg Vs 1019mg) et (450.7mg Vs 709mg).

La quantité d'AGPI totaux dans les viandes de côtes et de gigots du lot GCV est plus importante que celles du lot orge.

Tableau 58 : Teneur en acides gras du muscle du gigot et du muscle de côtes d'agneaux (en mg/100g de lipides).

Lot Acides gras	Muscle	Lot GCV	Lot orge	SEM	Effet régime	Effet type de muscle
C16 :0	Côtes	3705	3680	54.17	NS	P < 0,05
	Gigot	610.23	439	18.28		
C18:0	Côtes	3728.41	3104.61	46.89	P < 0,05	P < 0,05
	Gigot	538.71	322.4	17.20		
C18 :1	Côtes	5818.96	450,7	50.00	P < 0,05	P < 0,05
	Gigot	1018.56	709.33	23.25		
C18 :2	Côtes	497.38	368	13.87	P < 0,05	P < 0,05
	Gigot	122.67	87.13	6.85		
C18 :3	Côtes	39.77	29.43	4.24	P < 0,05	P < 0,05
	Gigot	10.21	6.02	2.23		
Σ AGS	Côtes	7946	6888	61.40	P < 0,05	P < 0,05
	Gigot	1245	823.90	26.49		
Σ AGMI	Côtes	6559	5126	53.02	P < 0,05	P < 0,05
	Gigot	1145	788.86	24.80		
Σ AGPI	Côtes	798.52	427.54	19.11	P < 0,05	P < 0,05
	Gigot	159.44	113.65	7.51		
n-6 /n-3	Côtes	5,55	8,31	1.20	P < 0,05	P < 0,05
	Gigot	7,37	8,97	1.17		
AGPI/AGS	Côtes	0,10	0,06	0.15	P < 0,05	P < 0,05
	Gigot	0,13	0,14	0.29		

Sem : standard error of means

Chaque valeur représente la moyenne de 05 échantillons, suivis de l'écart type.

Pour chacun des deux régimes, les quantités d'AGPI totaux de la viande de côtes sont significativement plus élevées que celles de la viande de gigot (798,5 mg Vs 159 mg) et (427,54 mg Vs 114 mg). L'écart est multiplié par 5 pour la viande du lot GCV et par 3,75 pour la viande de lot orge.

Parmi les AGPI totaux, c'est le C18 :2 qui est le plus remarqué aussi bien dans le lot GCV que dans le lot orge, mais c'est la viande de côtes qui renferme des quantités importantes que celles du gigot (497,38 mg Vs 123 mg) et (368 mg Vs 87 mg).

Ces quantités sont multipliées par 4 et 4.22 dans les côtes respectivement pour le lot GCV et lelot orge. Même présent en faibles quantités dans les deux viandes des deux lots, la viande de côtes demeure la mieux pourvue en acide alpha-linolénique que celle du gigot (39,77mg Vs 10,21mg) et (29,43mg Vs 6,02mg). Ces quantités ont été respectivement multipliées par environ 4 et 5 fois.

3.5. Effet de la cuisson sur la composition en lipides et en acides gras de la viande de côtes.

En nutrition humaine, les viandes sont dans tous les cas consommées cuites. L'étape de la cuisson est capitale quant à l'élaboration des qualités nutritionnelles de cette denrée.. C'est ainsi, que des analyses ont été réalisées, en vue de voir l'influence de la cuisson sur la teneur en lipides et en acides gras de la viande du *Longissimus dorsides* deux groupes d'animaux.

Les résultats de l'incidence de la cuisson des viandes de côtes issues du lot orge et du lot GCV ont permis d'observer des variations dans les teneurs en lipides et acides gras (Tableau 58 et 59).

En effet, des gains de lipide de l'ordre de 11% et 19% ont été constatés pour les deux lots. En effet, les lipides sont passés avant et après cuisson de 19% à 21% et 24 à 29% respectivement pour le lot orge et le lot GCV. Ces teneurs demeurent significativement plus élevées que celles observées par Mourot et al.,(2006) sur les côtes de porc, (12,80 et 13,33%) nourris par un régime témoin et un régime à base de lin.

Tableau 59 : Effet de la cuisson sur la teneur en acides gras des côtes d'agneaux en mg/100g de lipides.

AG	Côtes d'agneaux				Effet cuisson
	Etat	Témoïn	Expérimental	SEM	
Lipides totaux (%)	Cru	18.99	23.82	1.67	P<0,05
	Cuit	21.34	29.25	1.71	
C16 :0	Cru	3680	3705.83	54.18	P<0,05
	Cuit	2980	3853.23	32.19	
C18 :0	Cru	3104	3728.41	44.14	P<0,05
	Cuit	2768	3543.13	35.27	
C18 :1n-9	Cru	4507	5818.96	50.00	P<0,05
	Cuit	4054	6287	39.85	
C18 :2n-6	Cru	368	497	13.87	P<0,05
	Cuit	398	674.37	12.90	
C18 :3n-3	Cru	29.43	39.77	4.24	P<0,05
	Cuit	31.99	52.69	4.47	
Σ AGS	Cru	6888.21	7946.11	61.40	P<0,05
	Cuit	6219.54	7981.14	47.8	
Σ AGMI	Cru	5125.59	6558.92	53.00	P<0,05
	Cuit	4627.14	7120.38	42.69	
Σ AGPI	Cru	427.54	798.52	19.12	P<0,05
	Cuit	451.78	789.86	13.87	
n-3	Cru	46.24	175.83	10.77	P<0,05
	Cuit	43.91	97.81	5.34	
n-6/ n-3	Cru	8.31	5.55	1.33	P<0,05
	Cuit	5.93	7.42	1.85	

SEM : standard error of means

Chaque valeur représente la moyenne de 05 échantillons

Tableau 60 : Effet de la cuisson sur la teneur en acides gras des côtes d'agneaux en % d'acides gras identifiés.

AG	Côtes d'agneaux				Effet cuisson
	Etat	Témoin	Expérimental	SEM	
C16 :0	Cru	26.56	23.81	1.04	P<0,05
	Cuit	21.15	24	2.53	
C18 :0	Cru	24.39	24.27	1.69	P<0,05
	Cuit	19.13	22.30	2.73	
C18 :1n-9	Cru	36.15	38.64	1.22	NS
	Cuit	28.71	39.50	2.62	
C18 :2n-6	Cru	3.01	3.41	0.47	NS
	Cuit	2.86	4.28	1.10	
C18 :3n-3	Cru	0.25	0.25	0.09	P<0,05
	Cuit	0.23	0.33	0.14	
Σ AGS	Cru	55.28	51.56	1.32	NS
	Cuit	43.96	50.28	3.83	
Σ AGMI	Cru	41.21	43.39	2.06	P<0,05
	Cuit	32.80	44.74	3.31	
Σ AGPI	Cru	3.51	4.97	1.01	NS
	Cuit	3.25	4.99	1.18	
n-3	Cru	0.38	0.96	0.89	P<0,05
	Cuit	0.32	0.61	0.42	
n-6/ n-3	Cru	8,31	5.55	1.32	P<0,05
	Cuit	7.93	7.42	1.85	

SEM : standard error of means

Chaque valeur représente la moyenne de 05 échantillons.

D'une manière générale, les AGMI totaux des viandes ont subi des pertes lors de la cuisson. Elles sont de 20,40% dans le lot orge et un gain de 3% dans le lot GCV. Les teneurs ont varié respectivement de 41% à 33% et de 43,% à 45%.

Dans ce cadre, l'acide oléique a subi les mêmes tendances avec une diminution après cuisson de l'ordre de 21% et un gain insignifiant de 2%, respectivement dans la viande du lot orge et GCV.

Globalement, les teneurs en AGPI des viandes de côtes du lot orge ont régressé de 8,5% après cuisson contrairement à celles du lot GCV où les taux restent stables.

S'agissant de l'acide α linoléique, les essais montrent des modifications après cuisson selon que la viande soit crue ou cuite. Après cuisson, une légère diminution de l'ordre de 5% est notée pour la viande du lot orge (3,01 à 2,86) alors que dans la viande du lot GCV, la teneur en C18:2 a subi un gain de 20% (3,41% à 4,28%).

La teneur en acide alpha linoléique de la viande des deux lots a varié après la cuisson. En effet, cet acide gras a subi une perte de 8% dans la viande du lot orge (0,25% à 0,23%) et un gain de 24% dans la viande du lot GCV (0,25% à 0,33%, $p < 0,05$).

La cuisson s'est aussi traduite par des modifications dans les teneurs en différents AGPILC. En effet, la cuisson a permis l'augmentation en acide gadoléique (C20 :1) dans la viande du lot GCV de l'ordre de 2,5% alors qu'une diminution d'environ 12% dans la viande est alors observé pour le lot orge. En contrepartie, le DHA (C22 :6 n-3) de la viande du lot orge a augmenté de près de 10%, alors que celui de la viande du lot GCV a diminué de 3%.

Avant la cuisson, le rapport n-6/n-3 de la viande du lot GCV reste meilleur que celui du lot orge (5,55 vs 8,31%). Après la cuisson, ces rapports restent comparables pour les deux lots (7,93 et 7,42).

Globalement, la cuisson a permis de réduire d'une manière significative (+ 20,50%), la teneur en AGS de la viande du lot orge (55,28% à 43,96%), contrairement à celle du lot GCV où la diminution est insignifiante (2,24%).

L'expression quantitative en (mg/100g) d'acide gras montre que la cuisson a engendré dans la viande du lot orge une perte en AGS de l'ordre de 10% (6888,21mg à 6219,54mg) alors qu'elle n'a engendré qu'une augmentation négligeable de 0,43% (7946,11mg à 7981,14mg) dans le lot GCV.

L'analyse détaillée des AGS de la viande du lot orge montre que la cuisson a occasionné des diminutions de l'acide palmitique ; de l'acide stéarique et de l'acide myristique de l'ordre de 19% (3680mg à 2980mg), de 11% (3104mg à 2768mg) et de 8% (488mg à 451mg) respectivement dans la viande du lot orge.

Au contraire, dans le cas du lot GCV, la cuisson a engendré une relative stabilité de l'acide myristique et de l'acide palmitique, soit des variations de l'ordre de 1,61% et de 2,73% respectivement. Seul l'acide stéarique a connu une légère diminution de l'ordre de 5% (Tableau 59).

S'agissant des AGMI totaux, la viande du lot orge a entraîné une diminution de 10% environ, à l'inverse de celle du lot GCV où une augmentation de l'ordre de 8% a été notée.

En outre, de légères baisses sont remarquées pour l'acide myristoléique, de l'acide palmitoléique et de l'acide oléique de l'ordre de 8% et 10% respectivement dans la viande du lot orge.

A l'opposé, la cuisson a engendré une diminution significative de 65% du C14 :1 et de légères augmentations des teneurs en acide palmitoléique de +12,61% et de l'acide oléique (7,5%) du lot GCV.

Quantitativement, les AGPI totaux ont présenté après cuisson une légère augmentation de 5% dans le témoin (427,54 mg à 451,78mg). Cependant, une relative stabilité est remarquée dans la viande du lot GCV (798,52% à 789,86mg).

Parmi les AGPI totaux, l'acide linoléique est le plus présent aussi bien dans la viande du lot GCV que dans la viande du lot orge, avec toutefois une proportion double après cuisson dans le lot GCV (674,37 mg vs 398 mg) comparativement au lot témoin.

L'incidence de la cuisson laisse apercevoir une légère élévation du C18 :2 (7,65%) au sein du lot orge, et une progression marquée de l'ordre de 27% dans la viande du lot GCV (368mg à 398,48mg) et (497,38mg à 674,37mg).

La cuisson a aussi occasionné une augmentation de la quantité d'acide alpha linoléique de 29 à 32mg dans la viande du lot orge, et une augmentation très significative dans la viande du lot GCV variant de 40mg à 53 mg, soit respectivement des gains chiffrés à 8% et 24,50%. Par ailleurs, la cuisson ne semble pas avoir entraîné une modification importante du rapport n-6/n-3 pour le lot témoin 8,31 à 7,93 elle a engendré une augmentation du rapport qui passe de 5,55 à 7,42.

3.6. Discussion

Dans les deux viandes, la cuisson s'est traduite par une élévation de la teneur en lipides, plus importante dans la viande de côte du lot GCV. Comparativement à la viande du lot orge. Ces tendances sont conformes à la bibliographie (ADIV-INRA, 2004 ;, Smith et al 1989), et s'expliqueraient par la perte en eau du muscle lors de la cuisson (Normand et al., 2006).

A travers les résultats de l'effet de la cuisson, il est permis de constater que l'évolution de l'acide linoléique et de l'acide alpha linoléique ont varié différemment ; une régression de

l'ordre de 8% dans la viande du lot orge et une élévation de 20% dans le lot GCV ont été constatées.

Globalement, une stabilité relative des AGPI totaux après cuisson est observée dans la viande du lot GCV (4,97% et 4,99%) avec une légère diminution dans la viande du lot orge (3,51% à 3,25%). Selon ADIV-INRA, (2004); cette stabilité est un phénomène bien connu, elle s'expliquerait par la stabilité de ces acides gras dans la matrice viande, puisqu'ils sont principalement associés aux phospholipides et donc bien intégrés dans les membranes cellulaires (Normand et al., 2006). Cette état n'altérerait donc pas la valeur santé de la viande, surtout que celle issue du lot GCV renferme plus d'AGPI que celle du lot orge.

Les différences de variations des teneurs en acides gras après cuisson, s'expliquent selon Normand et al, (2006) par un simple phénomène de concentration lié aux pertes d'eau à la cuisson. Après la cuisson, la viande du lot GCV a permis de montrer une amélioration sensible de la qualité nutritionnelle des lipides comparativement à celle du lot orge.

Ainsi, pour 100g de viande du lot GCV, la cuisson a permis d'atteindre, une élévation du taux de l'acide alpha linoléique de 25%, de l'acide linoléique de 20%, et de l'acide oléique de 2 %.

A l'opposé, dans la viande du lot orge, les teneurs en C18 :1, C18 :2, C18 :3 ont subi respectivement des pertes de 21 ; 5 et 8%.

Enfin, la cuisson a entraîné des pertes importantes en AGS totaux (20%) dans la viande du lot témoin et une stabilité dans celle issue du régime GCV.

La cuisson ne semble pas avoir modifié d'une manière importante les rapports C18 :2 /C18:3 (7,42% vs 7,93%) qui restent tout de même proches de la valeur de 5 préconisée par les nutritionnistes (Normand et al, 2006). Toutefois, elles peuvent être prise en considération au regard du rapport enregistré en Europe, voisin de 11 (Normand et al, 2006)

Ces résultats corroborent le rapport 7,14 observé par Normand et al (2006) sur les génisses blond d'Aquitaine. La relative stabilité lors de la cuisson n'altérerait pas la valeur santé de la viande surtout que cette viande provenant du lot GCV renferme plus d'AGPI n-3, que celle du lot orge, de l'ordre de 789,86mg vs 451,78mg. Il est donc clair que l'enrichissement de la viande du lot GCV est directement proportionnel à la qualité de lipides gagnée au cours de la cuisson. Malgré les améliorations observées, le rapport AGPI/AGS reste loin de la norme admise de 0,45.

Le profil des acides gras de la viande reflète l'équilibre entre les acides gras du régime et la synthèse hépatique. Ce profil est donc fortement influencé par la composition en acide gras du régime qui corrobore les résultats obtenus par Mossab (2001).

4. Propriétés sensorielles de la viande

1. Résultats

La méthode d'appréciation rigoureuse de ces qualités est l'analyse sensorielle de la viande de mouton.

Le jury de dégustateurs ayant effectué une analyse sensorielle sur la viande de muscle *Biceps femoris* et du *Longissimusdorsi* a permis de fournir une comparaison entre les caractéristiques de la viande issue de chacun des lots (orge et gland de chêne vert). Il est important de signaler que l'utilisation d'un jury de dégustation comme instrument de mesure est cependant délicate, car chacun des membres a ses propres appréciations.

1-1 Jutosité

La viande du gigot issue du lot orge est jugée moelleuse par 73% de dégustateurs contre 48,34% pour la viande provenant du lot GCV. Toutefois, ces taux semblent être satisfaisants malgré l'écart observé entre les deux lots (Tableau 61).

Par ailleurs près de 47% de panelistes estiment que la viande issue du lot GCV est sèche, contre seulement 25% pour la viande du lot orge.

Peu de dégustateurs (1,66% et 5%) ont jugé que la viande du gigot est très moelleuse, respectivement pour la viande du lot orge et du lot GCV.

Pour la viande des côtes, la majorité des dégustateurs pensent qu'elle est juteuse aussi bien pour le lot orge que celui du lot GCV (81,66% et 68,34%).

Pour la même catégorie, 13% des panelistes pensent que la viande du lot GCV est très juteuse, contre seulement 10% pour celle du lot orge. Par ailleurs 18,33% de dégustateurs estiment que la viande du lot GCV est sèche, contre seulement 8,33% pour celle du lot orge.

Comparativement au muscle de gigot du lot GCV, la viande des côtes est jugée très juteuse que celle du lot orge (68% et 82%; 48 et 73%).

De même, les panelistes estiment que la viande des côtes est très moelleuse que celle du muscle du gigot (10% et 13,33%) Vs (1,66% et 5%). Par contre, ils estiment que la viande

du gigot est plus sèche que celle des côtes, aussi bien pour le lot orge que celui du lot GCV (25% et 46,7%) Vs (8,33% et 18,33%).

Tableau 61 : Evaluation de la jutosité (% de dégustateurs).

Catégorie	Dégustateurs	Lot orge			Lot GCV		
		Moelleux	Très moelleux	Sèche	Moelleux	Très moelleux	sèche
Gigot	Effectif du jury	44.00	01.00	15.00	29.00	3.00	28.00
	%	73.33	01.66	25.00	48.34	5.00	46.66
Côtes	Effectif	49.00	06.00	05.00	41.00	8.00	11.00
	%	81.66	10.00	08.33	68.34	13.33	18.33

1-2 Tendreté

Elle correspond à l'ensemble des sensations mécaniques perçues dans la cavité buccale pendant la mastication. Après la cuisson la viande du muscle gigot du lot GCV est jugée moins tendre, comparativement à celle du lot orge (58,34% Vs 85%). Par contre, pour la viande des cotes, celle-ci a été appréciée dans des proportions comparables par les dégustateurs (73,34% et 75%) respectivement pour le lot GCV et le lot orge (tableau 62).

Quoique la majorité des panelistes estiment que les viandes des deux lots sont tendres, il apparait dans le lot GCV que celles des cotes présentent une meilleure tendreté que celle du muscle gigot.

Néanmoins, il est important de montrer qu'un nombre non négligeable de dégustateurs estime que la viande des cotes des deux lots est très tendre, comparativement à celle du *gigot* (18,33% et 13,33% vs 1,67% et 5%).

Tableau 62 : Évaluation de la tendreté (% dégustateurs)

Catégorie	Dégustateurs	Lot orge			Lot GCV		
		tendre	très tendre	dure	tendre	très tendre	dure
Gigot	Effectif	51	01.00	08.00	35.00	03.00	22.00
	%	85	01.67	13.33	58.34	05.00	36.66
Côtes	Effectif	45	11.00	04.00	44.00	08.00	08.00
	%	75	18.33	06.67	73.34	13.33	13.33

1.3. Flaveur

Les résultats de l'évolution sensorielle montrent que la flaveur des viandes du gigot et des côtes d'agneaux du lot orge est plus intense que celle des viandes du lot GCV. En effet, 82% des dégustateurs jugent que la flaveur de la viande du gigot du lot orge est intense, contre seulement 62% pour celle du lot GCV. Les mêmes tendances sont relevées dans la viande de côtes (80% vs 73%).

Moins de 10% estiment que la flaveur au niveau du gigot des deux lots est très intense. Quant à la viande de côtes, une évolution comparable (11,67% et 10%) est remarquée entre la viande du lot orge et du lot GCV.

La même remarque est relevée dans la viande côtes avec 16,66% contre 11,67% respectivement dans le lot GCV et le lot orge (tableau 63). Dans chaque lot, la viande du gigot du lot orge est jugée sans goût, comparativement à la viande des côtes (15% vs 8,33%). La même tendance est relevée dans le lot GCV, mais avec des taux significativement plus élevés que dans le lot orge (30% vs 16,66%).

D'une manière générale, c'est la viande du gigot qui est jugée sans goût, comparativement à la viande de côtes.

Tableau 63: Évaluation de la flaveur (% de dégustateurs)

Catégorie	Dégustateurs	Lot orge			Lot GCV		
		Intense	Très intense	Sans Goût	Intense	Très intense	Sans Goût
Gigot	Effectif	49,00	02,00	09,00	37,00	05,00	18,00
	%	81,67	03,33	15,00	61,67	8,33	30,00
Côtes	Effectif	48,00	07,00	05,00	44,00	06,00	10,00
	%	80,00	11,67	08,33	73,34	10,00	10,66

2 Discussion

2-1 Jutosité

La jutosité de la viande repose sur deux composantes, l'impression d'humidité pendant la mastication qui se traduit par libération rapide du jus de la viande et la jutosité soutenue due à l'effet stimulant des gras sur la salivation (Lawrie., 1966 ; Winger et Hagiyard., 1994).

Pour une même viande, les appréciations de jutosité varient selon que la dégustation est effectuée sur une viande chaude ou froide (Harries et al., 1976). Selon ces auteurs, la jutosité augmente avec la teneur en gras du jus. De cela, il ressort effectivement que les viandes du long dorsal sont jugées plus juteuses que les viandes de biceps fémoris. De la même manière, les panélistes ont jugé que les viandes de *Biceps femoris* ou des viandes du long dorsal du lot orge sont moelleuses comparativement à celles du lot GCV. Cependant, plus de 50% pensent que les viandes sont moelleuses. Ceci semble contredire les observations de Vestergard et al., (1999) qui rapportent que la nature de la ration n'influe pas sur la jutosité. Ces auteurs ne constatent aucune différence significative de jutosité entre des viandes de taurillons alimentés soit au pâturage, soit à l'auge avec des céréales malgré des différences d'adiposité et de tendreté de la viande.

De même, Mandell et al, (1998) n'observent aucune différence de jutosité entre les viandes de bouvillons recevant à l'auge, soit une ration d'ensilage de luzerne, soit une alimentation riche en concentrés.

Toutefois, la viande de Taurillons (*Longissimus thoracis et semi-tendinosus*) engraisés au foin a présenté une jutosité plus grande que celle issue de Taurillons alimentés avec l'ensilage d'herbe de l'étude de Litrat et al.,(1999).

Par ailleurs, Bouton et al, (1975) observent que les variations des pertes au chauffage expliquent 75% des variations de la jutosité, pour un type de chauffage donné.

Contrairement à ces auteurs, Bouton et al.,(1975) observent un coefficient de corrélation le plus élevé (0,92) avec les pertes à la cuisson.

Jemeriah et al,(1971) ; Kemp et al,(1976) ayant, étudié la relation entre les pertes à la cuisson et la jutosité, ont obtenus un coefficient de corrélation de 0,49.

2-2 Tendreté

La dégustation réalisée sur la viande du long dorsal et celle du *Biceps femoris* a montré dans le lot orge une préférence pour la tendreté de la viande de *Biceps fémoris* (85% Vs 75%), alors que pour le lot GCV, c'est la viande du long dorsal qui a récolté un taux supérieur de voix exprimant la tendreté (73,34% Vs 58,34%).

Par catégorie de viande, celle du *Biceps femoris* du lot orge a enregistré une estimation de la tendreté significativement importante par rapport à la même viande du lot GCV (85% Vs 58,34%).

Par ailleurs les dégustateurs ont apprécié de la même manière la tendreté de la viande du long dorsal provenant du lot orge et du lot GCV (75% et 73,34%).

Les différences de tendreté perçues à la bouche peuvent vraisemblablement être liées à la quantité et le degré de solubilité du collagène qui selon Kopp, (1977), sont des composants essentiels de la tendreté. D'une manière générale, Krylova et al.,(1971) ont remarqué que la tendreté de la viande du long dorsal est non seulement corrélée avec le collagène soluble, mais également avec la quantité d'eau résiduelle présente dans la viande cuite, donc avec les pertes de jus à la cuisson (Goll et al, 1964).

L'âge des agneaux a joué vraisemblablement en faveur de la tendreté de la viande qui s'est confirmé par l'appréciation des dégustateurs.

Par ailleurs, il est utile de montrer que dans le lot GCV, 36,66% estiment que la viande de gigot est dure à la mastication, alors qu'il y a seulement 13,33% de dégustateurs qui ont jugé que la viande de côtes est sèche, ceci peut vraisemblablement s'expliquer par la faible teneur de la viande en eau. La meilleure tendreté de la viande du lot orge s'explique selon Watanabe et al., 1996 par son pouvoir de rétention en eau plus élevé que celle provenant du lot GCV.

Selon Goll et al, (1964), les conditions nutritionnelles modifient le type de fibres musculaires et leur teneur en collagène augmente ou diminue sa solubilité, rendant ainsi, la viande plus ou moins tendre. Selon ces auteurs, ces effets peuvent s'expliquer par des différences dans la solubilité du collagène, ainsi, que l'activité métabolique des fibres et de la teneur en lipides intramusculaires.

2.3 Flaveur

La flaveur correspond au goût et à l'arôme perçue respectivement par les papilles gustatives de la bouche et les récepteurs de l'épithélium nasal (Farmier, 1994). La viande crue a une odeur faible, son arôme se développe à la cuisson. selon Elmore, (2000), la flaveur dépend aussi des différentes proportions d'acides gras qui conditionnent les composés volatiles. Caractérisant la flaveur des viandes de gigot et des côtes d'agneaux du lot GCV par une moindre intensité que celle des viandes du lot orge, ceci apparaît être un avantage, car les consommateurs sont sensibles à la présence du goût du mouton qui peut devenir un facteur de rejet s'il est trop prononcé (Aurousou, 1966). Chez l'agneau, la flaveur est en étroite corrélation avec les acides gras à courtes chaînes ramifiées (C : 7 ; C : 10) et les scatoles (3 méthyles, indoles). (Yong, 1997 ; SH Reurs et al, 2007).

Parmi les composés responsables de la flaveur typique de la viande ovine, les acides gras à courtes chaînes jouent un rôle important, en particulier les acides 4méthyl-octanoïques et 4méthyl-monanoïque (Mottram, 1988 ; Renaccius, 1994).

L'enrichissement des viandes en AGPI obtenu par l'incorporation du GCV dans la ration de l'agneau à une incidence sur les qualités gustatives perçues par le consommateur. Le goût étant moins prononcé que les viandes du lot orge.

Aucun goût désagréable (Rancissement) lié à l'oxydation de la viande n'est détecté, cela explique l'absence d'une peroxydation des AGPI. Dans ce cadre (Bonneau, 1988) rapporte que les tissus adipeux participent de façon cruciale à la formation de la flaveur des produits carnés qui peut être altéré par une peroxydation des AGPI. La crainte liée à une oxydation des lipides conduisant à une altération de la flaveur, ne semble pas être justifiée par les niveaux d'enrichissement en oméga3 obtenus par le régime GCV chez agneau ; ceci rejoint l'observation de (Normand et al, 2006) qui montrent que l'enrichissement en AGPI n-3 obtenus par l'incorporation du lin dans la ration des gros bovins n'a aucune incidence sur les qualités gustatives perçues par le consommateur.

Conclusion générale

Au terme de la présente étude, les résultats sur les performances zootechniques et les différentes analyses effectuées ont montré que :

L'étude chimique du régime GCV a permis de mettre en évidence les principaux constituants qu'il renferme.

Des mêmes teneurs du MS, et des teneurs comparables en matières minérales sont notées.

Le régime GCV reste légèrement moins riche en protéines que le régime orge.

Dans les deux régimes, les teneurs en matières grasses restent faibles. Cependant la teneur du régime GCV renferme 3,5 fois plus de lipides que le régime orge.

Malgré les teneurs faibles en CB, le régime orge reste mieux pourvu que le régime GCV.

La composition en acides gras a révélé une prédominance significative en acides gras monoinsaturés du régime orge (2,97 fois celle du régime GCV). Constituant le principal acide gras, l'acide oléique du régime orge est 3,14 fois supérieur à celui du régime GCV.

Contrairement au AGMI, ou c'est le régime orge qui renferme de meilleurs taux, c'est le régime GCV qui renferme une quantité très importante en AGPI qui représente 2,3 fois celle du régime orge. L'acide linoléique (C18 :2) et l'acide linoléique (C18 :3 n-3), principaux acides gras dans les deux régimes montrent aussi une meilleure richesse du régime GCV (2,24 et 3,27 fois supérieure que dans le régime orge).

D'une manière générale, les analyses montrent une teneur plus importante en AGPI n-3 du régime, GCV que celle du régime orge (3,09 fois).

Le rapport n-6/n-3 montre une valeur intéressante (12,43) par rapport au régime orge (17,07)

Sur le plan efficacité alimentaire, les résultats montrent que les régimes sont totalement consommés, avec des variations non significatives dans la consommation moyenne de foin d'avoine (1850 et 1780g.)

Des teneurs en UFV comparables sont trouvées pour les deux régimes (0,78 et 0,80) avec toutefois une teneur très légère richesse du régime GCV.

Le profil des acides gras des régimes fait ressortir une richesse non négligeable de l'aliment gland en AGI, notamment en acide linoléique, linoléique et en acide oléique ; conférant à ce régime des qualités nutritionnelles intéressantes.

Pour les performances de croissances ; les gains moyens quotidiens, les poids finaux, sont tout à fait comparables entre le lot GCV et le lot orge ; ce qui prouve que les aliments ont été valorisés de la même manière.

L'étude des paramètres des carcasses, poids moyens poids avant abattage, carcasses éviscérées, ressuées, ainsi que les rendements moyens des carcasses du lot orge et du lot GCV

n'ont pas montré de différences significatives, avec toutefois un avantage pour les carcasses du lot orge.

Les mesures réalisées sur le gras, montrent que les carcasses provenant du lot orge en présentent des épaisseurs de gras de couverture deux fois plus importantes que celles du régime GCV qui présentent des carcasses maigres, néanmoins, les carcasses des deux lots présentent des épaisseurs répondant à la norme rapportée dans la littérature (0,5cm).

Le gras abdominal et périrénal extrait des carcasses ne montre pas de différence significative entre les 2 lots. Des rapports gras abdominal/ poids de la carcasse comparables sont remarqués dans les carcasses des deux lots (3,09 et 3,28). Ces résultats constituent un avantage en égard à la norme exigée par les nutritionnistes (2). Les mesures des poids des gigots, ont montré des poids proportionnels aux poids des carcasses, mais sans différences significatives. Par rapport aux poids des carcasses, des taux identiques sont relevés. Ils représentent le un quart des carcasses, ce qui corrobore les données rapportées par la littérature (26%).

La composition biochimique, met en évidence que la viande de côtes est plus riche en matière sèche que celle du gigot. Dans la viande des côtes des deux lots des teneurs comparables sont observées ; par contre pour les gigots, c'est la viande du lot GCV qui présente un meilleur teneur. Néanmoins des teneurs comparables en matières minérales sont notées pour les deux catégories de viandes et dans les deux lots.

Les teneurs en protéines ne révèlent aucune différence significative entre les viandes de gigots des deux lots. Malgré les variations constatées, il n'existe pas de différence significative entre les deux catégories des viandes. Néanmoins, il y a lieu de remarquer que dans le lot témoin c'est la viande de côtes qui renferme la meilleure teneur en protéines. Dans le lot GCV, c'est l'inverse qui est constaté.

Pour les lipides totaux, les viandes de gigots et côtes du lot GCV ont montré une prédominance des teneurs en lipides intramusculaires ($p < 0,05$) par rapport à celles du lot orge.

Dans le tissu adipeux, les analyses ont montré que le régime gland a engendré un effet très significatif, dans la teneur en lipides totaux. La viande de carcasses du lot GCV est vraisemblablement de meilleure qualité au regard d'une part à la quantité de la protéine observées qui est comparable à celle notée sur le régime orge et d'autre part, par le faible dépôt de gras de couverture.

Du point de vue qualité des lipides, sur la composition en acides gras des viandes celle-ci est très marquée. Exprimée en % ou en mg, la proportion d'acide linoléique, d'acide linoléique, et plus généralement d'AGPI n-3 est fortement augmenté et le rapport n-6/n-3 diminué pour se rapprocher davantage aux recommandations des nutritionnistes. Si l'on considère les teneurs relatives en AGPI n-3, l'effet du régime GCV est plus important pour la viande maigre, mais exprimé en mg/100g de viande, la quantité d'oméga3 apparaît être plus importante pour le muscle gras, qui présente une teneur en AGPI n-3 supérieure à celui des viande maigres. De même, les teneurs des viandes en acides gras monoinsaturés ont été significativement augmentées. D'une manière générale, le régime GCV a permis d'améliorer sensiblement les qualités nutritionnelles, des lipides des viandes ovines.

Étant comparables en terme de %, les teneurs en AGS exprimées en mg/100g montrent une prédominance dans la viande du lot GCV. La composition de ces acides gras laisse apercevoir pour les deux régimes une pertinence du C16 :0 et de C18 :0.

Des mêmes tendances sont remarquées pour les AGMI entre les deux lots (GCV et orge). Dans cette catégorie, le C18 :1 n-9, constitue l'élément prédominant.

Des résultats de l'étude laisse apercevoir aussi une répercussion conséquente ($p < 0,05$) des acides gras insaturés. Parmi la somme des acides gras, des analyses ressortent que le 18 :2 n-6, constitue l'acide gras majeure.

D'une manière générale, les AGPI n-6/ et n-3 sont mieux représentés dans le lot GCV, que celui du lot standard, pour se rapprocher davantage aux recommandations des nutritionnistes.

L'étape de la cuisson a modifié la composition de la viande crue. En effet l'incidence de la cuisson a provoqué une modification plus importante des lipides de la viande de côtes des deux lots ; et à un degré moindre celles de la viande du lot témoin.

En termes de %, le taux des acides gras monoinsaturés totaux de la viande de côtes à régressé d'une manière importante (20%) dans le lot orge. Une augmentation de l'ordre de 3% est relevée dans le lot GCV. Exprimée en mg, une même allure a été notée, une perte en AGPI de 10% dans le lot orge est une augmentation de la teneur de l'ordre de 40% dans le lot GCV.

En termes de %, la cuisson a aussi engendré une perte en AGPI de l'ordre de 8% dans le lot orge ; alors que dans la viande du lot GCV, une stabilité a été remarquée. En mg, une légère augmentation (5%) a été relevée dans la viande du lot orge, avec aussi une relative sensibilité dans celle du lot GCV.

La cuisson a aussi permis de réduire d'une manière avantageuse la teneur en AGS de la viande du lot orge (20,5%). contrairement à celle de lot GCV ou une fois de plus, une relative stabilité est remarquée (-2,5%) Exprimé en mg, une diminution de l'ordre de 10% est notée dans le lot orge et une stabilité dans le lot GCV

La comparaison de la composition en acides gras selon le muscle, montre évidemment que la viande de côtes du lot GCV est plus riche en acides gras insaturés que celle du lot orge, que ce soit en % ou en mg. Par catégorie de viande, des teneurs comparables en AGS sont remarquées entre la viande de gigot du lot GCV et de lot orge. Pour la viande de côtes, il y a lieu de souligner la faible teneur en AGS au sein du lot GCV. Les teneurs en mg des viandes de gigots et de côtes du lot gland sont supérieures ($p < 0,05$) à celle du lot orge.

Concernant les AGMI, la comparaison exprimée en % par catégorie de viande met en évidence des différences non significatives entre les régimes gland et orge. En mg les quantités en AGMI, aussi bien dans la viande de côtes ou de gigots, celles du lot GCV sont significativement plus élevées que celles du lot orge.

Quel que soit le régime, il apparaît que la viande de gigot renferme plus d'acides gras polyinsaturés, comparativement à celle des côtes. Au contraire, en termes de mg pour 100g d'échantillon, c'est la viande de gigot qui apparaît plus dotée dans les deux lots.

Non trouvées dans les régimes, les AGPILC (C22 :5 et le C22 :6 se retrouvent dans la viande. Ils peuvent provenir vraisemblablement d'une synthèse par les bactéries rumen.

Concernant les qualités sensorielles perçues à la bouche, plus de la moitié des dégustateurs jugent que pour les paramètres étudiés (tendreté, jutosité, flaveur), les viandes des deux lots sont acceptables, malgré une légère préférence pour la viande du lot standard. Pour la tendreté, les résultats des sensations perçues dans la cavité buccale pendant la mastication, le test montre une préférence pour la viande du lot orge. Par contre pour la viande de côtes, celle-ci a été appréciée dans des proportions comparables entre les viandes des deux lots. Il est important de signaler que la majorité des dégustateurs estiment que la viande de côte est tendre que celle de gigot.

L'évaluation de la jutosité montre que la viande de côtes des deux lots est jugée moelleuse. Bien que plus de la moitié jugent que la jutosité est bonne pour, la viande des deux lots. Les résultats montrent que c'est les viandes du lot orge qui sont jugées moelleuses que celles du lot GCV. Par catégorie de viande, il apparaît qu'il y a plus de dégustateurs qui jugent que la viande de côtes est moelleuse que celle du gigot.

Pour la flaveur, les résultats de l'évaluation sensorielle montrent que le goût des viandes de côtes et de gigots du lot orge sont intenses que celles du lot GCV. Dans le lot témoin aucune préférence n'est portée entre les viandes du gigot et celle des côtes, par contre dans le lot GCV, plus de dégustateurs pensent que la flaveur de la viande de côtes est moelleuse que celle du gigot.

En définitive, les caractéristiques sensorielles de la viande de gigot du lot GCV ont été jugées acceptables pour la tendreté (58,35%), la flaveur (61,67%) et en jutosité (48,34%).

Pour les côtes, une meilleure appréciation a été relevée pour la tendreté (73%) ; la flaveur (73%) et la jutosité (68%).

Non encore conformes aux recommandations des nutritionnistes, concernant les rapports n-6/n-3 et AGPI/AGS, la solution préconisée consisterait à enrichir davantage la viande ovine en complétant l'alimentation de l'agneau par l'herbe verte reconnue très riche en AGPI n-3, par de nombreux chercheurs, particulièrement l'acide Alpha linoléique qui représente plus de 50% de sa teneur en AGPI. C'est une voie prometteuse qu'il conviendrait d'encourager afin d'enrichir la viande en AGPI et rendre la composition de ce produit conforme aux attentes des nutritionnistes.

Des études déjà réalisées sur des bovins, ont prouvé que cette ressource subit une hydrogénation moins sévère des AGPI n-3, permettant ainsi d'augmenter le flux duodéal et de ce fait, rendre conforme à moins de 5 le rapport n-6/n-3 et 0,45 le rapport AGPI/AGS, tel que recommandé par les nutritionnistes.

Au vu de l'amélioration de la valeur santé de la viande d'agneau, l'utilisation du GCV dans l'alimentation du mouton est donc tout à fait indiquée. Dans l'avenir il appartient aux pouvoirs publics de mettre en place les voies et moyens nécessaires à l'exploitation de cette ressource, ou il a été démontré qu'il est tout à fait possible de remplacer l'orge et surtout le maïs importé à coût de devises.

En vue d'améliorer davantage la valeur santé de la viande d'agneaux locale d'autres investigations peuvent être menés sur l'utilisation d'herbes vertes riches en AGPI comme complément alimentaire de la ration. L'utilisation d'arbres et d'arbustes fourragers de terroir connus pour leur vertus diététiques et largement répartis à travers le pays (Armoise, Attriplax, Frêne...etc).

La supplémentation de la ration en Vit E dans les futures investigations sur le gland est à conseiller.

Il y a lieu aussi de mettre les voies et moyens nécessaires à l'exploitation des ressources endogènes locales en vue de produire un label de viande

Un travail de démonstration et de vulgarisation est à recommander aux éleveurs quant à l'utilisation du gland de chêne dans l'alimentation animale. Les chambres de l'agriculture se doivent de jouer leur rôle sur le terrain.

Références bibliographiques

- A Fraitane K. 1990** Contribution à l'étude biochimique du fruit de chêne liège (*Quercus—suber* L) de la suberaie de la Marmora. Maroc. Thèse de doctorat 3^{ème} cycle. ENSA de Rabat.125p.
- A.F.NOR. 1985** Association française de normalisation. Aliments des animaux, méthodes d'analyses française et communautaires 2eme édition.200p.
- A.O.A.C. 1990** (Association of official analytical chemists).Official methods of analysis 14 th Ed.AOAC.Arlington.VA.
- Abdelghani Chabane Sari. 2007.** Président de l'association de lutte contre l'athereselerose.Oran.
- AFSSA. 2003** Acides gras de la famille Omega3 et systeme cardiovasculaire : interet nutritionnel et allégations. Rapport d'étude.
- AFSSA. 2010** . Rapport de l'étude individuelle nationale de la consommation nationale [2 INCA] 2006-2007-2009.
- Albert C.M., Camposhet Stampfer M.J. 2002.** Blood levels of long chain n-3 fatty acids and the risk of sudden death.M.Engl.J.Med, 346, 1113-8.
- Anderson D.B . ; Breidentein B.B.; Kauffman R.G.; Cassen R.G.; Bray R.W. 1971**Effect of cooking on fatty acid composition of beet lipids.J.Fd Technol.;6,141-152.
- Anderson J.M.L. 2003**Scheepmeat: Can we adapt to forth-coming demands meat and livestock commission. P.O box winterkill house snow don drive, Milton kaynes MK 61AX,UK.
- Appel J.K.; Burke J.M. 2005** Growth performance and carcass of forage fed hair sheep wethers.Small ruminants research, 67,264-270.
- Asherio A., Katan M.B., Zock P.L., Stramfer M.J., Willet W.1999**Trans fatty acids and coronary disease. The New England journal of medicine, 340, 1994-1998.
- Ashes J.R., Siabert B.D., Gulati S.K.; Cuthbertson A.Z.; Scott T.W. 1992**Incorporation of n-3 fatty acids of fish oil into tissue and serum lipids of ruminants.Lipids.27, 629-631.
- Astorg P . ; Bertrais S. ; Laporte F et al. 2008**Plasma n-6 and n-3 polyunsatured fatty acids as biomarkers of their dietary intakes: a cross sectionel study within a cohort of middle aged french men and women.Eur J.clin Nutr ;62(10):1155-61.
- Astorg Pierre. 2005**Acides gras alimentaires cancer colorectal et cancer de la prostate.Etudes épidemiologiques: alimentation et cancer: Dietary fatty, acids and colorectal and prostate cancers epidemiological Studies: Food and cancer UMR.IMSERM 557/INRA/CNAM Bult.Cancer ISSM 0007 4551 vol.92.n 7-8 pp.670-684.
- Backer O.M.; Deary P.A. 1975**Quality charecteristics of broiled and roasted beef steacks.J.Food Sci., 40,745-746.
- Baker R.C.; Darfler J.M.; Vadehra D.H. 1972** Acceptability of frankfurters made from chicken, rabbit, beef and pork.Poultry Sci.; 51, 1210-1214.
- Barber L.2007** Journée d'information et de sensibilisation sur les dangers de l'obésité. Secteur Sanitaire Remich. Tlemcen.
- BARBERO M, et LOISEL R.1980** Le chêne vert en région méditerranéennes, Rev, Franc. Agric.Vol.2:47(p).
- Bas P., Mprant Fehr P. 2000** Effect of nutritioonnal factors on fatty acid composition of lamb fat dispositive .Livest Prod. Sci, 64, 61-69.

- Bas P., Morand Fehr P., El aich A., Dahbi F., Araba A. 2005** Systèmes d'alimentation. Performances de croissance et qualités nutritionnelles des viandes de chevreaux élevés dans l'arganeraie sud-ouest du Maroc. Cahiers agricole. Vol 14 n°5.
- Bastien D. 2001** Caractérisation des viandes de jeunes bovins charolais complémentés en graine de lin extrudée. Compte rendu. Institut de l'élevage N°213-216.
- Bauchardes C., Girard J.P., Desmoulin B., Yaan C.W., Bomet M.1987** Influence des lipides ingérés et du type sexuel des animaux sur la composition et les propriétés fonctionnels des tissus adipeux sous cutanés. Revue française des corps gras press.
- Bauchart D., Legay Carmier F., Doreau M. 1997** Ruminant hydrolysis of dietary triglycerids in dairy cows fed lipid supplemented diets. *Reprod, Nutr, Dev, Suppl.*, 2, 187p.
- Bauchart D., De la torre A., Durant D., Peyron. 2002** L'apport des la graine de lin riche en acide linoléique favorise le dépôt de CLA principalement dans les triglycérides des muscle chez les bouvillons 9ème journées des sciences du muscle et technologies de la viande, 15-16 Octobre 2002. Clermont Ferrand.
- Bauchart D., Durand D., Mouty D., Dosias D., Ortigues Marty I., Micol D. 2001** Effets d'un régime à base d'herbe sur la teneur et la composition en acides gras des lipides de muscles et du foie chez le bouvillon à l'engrais. *Renc.Rech.Ruminants*, 8,108.
- Bauchart D., Legay Carmier F., Doreau M.1993** Ruminant hydrolysis of dietary triglycerides in dairy cows fed lipid supplemented diets. *Reprod. Nutr.Dev.Suppl*, 2,187p.
- Bauchart D., le gay carnier F., Doreau M. 1990** Ruminant hydrolysis of dietary triglycerides in dairy cows fed lipid supplemented diets. *Reprod. Nutr. Dev Suppl.*2, 187.
- Bayard CC.; Wolf R.L. 1996** Analysis of Trans 18:1 isomer content and profile in edible refined beef Tallow *Jaocs* 73,531-533.
- Beaucoussin Annick. 2001** Revue votre santé des graisses animales et risque du cancer colorectal. *AM*.184.p113.
- BELARBI M. 1990** Contribution à l'étude des composés chimiques des glands de différentes espèces, thèse de magistère en biologie. Université de Tlemcen 187(p).
- BELAROUSSI L.N. 1991.** Les reboisements en Algérie et leurs perspectives d'avenir Vol 1. Ed. OPU Alger 1350(p).
- Bellury M.A. 2002** Inhibition of carcino-genesis by conjugated linoleic acid potential mechanisms of action. *J. Nutr* 132(10) 2995-8.
- Bengtsson N.E.; Jakobson B.; Dagerskog M. 1976** Cooking of beef by oven roasting a study of heat and mass transfert. *J.Food Sci.*, 41,1 047-1 053.
- Berber L. 2007** Journée d'information et de sensibilisation sur les dangers de l'obésité. CEM«Abou Korra El Fernidi» Hennaya initié par le secteur sanitaire de Remchi Tlemcen.
- Bergman E.N. 1990** Energy contributions of volatile fatty acids from the gastro intestinal tract in various species. *Physiol.Rev.*70, 567-590.
- Berian M.,Horcada A., Lizado G., Chasco J., Mendizabal J. 2002** Characteristics of lacha and rasa aragonesa lambs straightred at their live weights. *Journal of Animal Science.*,78,3070-3077.
- Berthelot V., Poissonnet P., Saad M., Bas P. 2004** Modulation de la composition en acides gras du muscle par l'apport de graine de lin extrudée et de type de céréale de la ration chez l'agneau en croissance. *Renc.Rech. Ruminants*; 11:77 P.
- Bessa R.J.B., Santos silva J., Ribeiro 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.

-**Blum J.C. 1984** Alimentation des animaux monogastriques Ed. INRA.282 (p).

Boles J.A., Kott R.W., Hatfield P.G., Bergman J.W., Flynn C.R. 2005Supplemental sunflower oils affect the fatty acid profile, including conjugated linoleic acid of lamb. J. Anim.Sci, 83, 2175-2181.

Bouderoua K. 1994Caractéristiques biochimiques et aptitudes nutritionnelles des farines de gland de chêne vert et du chêne liège en alimentation du poulet de chair. Thèse de Magister.INA El Harrach.139p.

Bouderoua K. 2004 Lipogenese Hépatique et composition en acides gras du tissu adipeux et musculaire du poulet de chair nourri par des régimes à base de gland de chêne vert et de chêne liège. Thèse de doctorat d'état en sciences agronomiques. INA. Alger.125p.

Bouderoua K., Selselet Attou G. 2003 Fatty acid composition of abdominal adipose tissue in broilers fed green oak (*Quercus ilex*) cork oak corn (*Quercus suber.L*) based diets. Anim Res ; 52,377-382.

Bouderoua K., Selselet Attou G., Mourot J. 2005 Lipogenèse hépatique des poulets de chair nourris au gland de chene vert. In nutri. Clinic. Metabol. Journées francophones de nutrition 15-17 Déc., Lyon France.

Bouderoua K.; Mourot J.; Selselet Attou.2009The effect of green OAK a corn (*Quercus ilex*) based diet and meat fatty acid composition of broilers. Asian Aust.J.Anim.Sci. Vol 22(6) 843-848.

-**BOUDY P. 1995** Guide du forestier en Afrique du nord. Ed. la maison rustique .Paris. p 525.

Bouton P.E.; Harris P.V.1972Theeffect of cooking temperature and time on some mechanical properties of meat. J.Food Sci., 37,140-144.

Bouton P.E.; Ford .I. Harris P.V.; Ratcliff D.1975 Objective-subjective assessment of meat **tenderness**.J Texture Studies, 6,315-328.

Bouton P.E.; Harris P.V.; Shorthose W.R.;RatcliffD.;1974Changes in the mechanical properties of veal muscles produced by myofibrillar contraction state, cooking temperature and cooking time.j.Food Sci.,39, 869-875.

Bouton P.R.; Harris P.V.; Shorthose W.R. 1976. Dimentional changes in meat during cooking .j. Texture Studies, 7, 179-192.

Bouyahiaoui R .2010 La filière des viandes rouges en Algérie. INRA.P-4.

Bowland J.P., Newell J.A.1974Fatty acids composition of shoulder fat and perine phric fat from pasture fed horses.Can.J.Anim., Sci.,54,373-376.

Bramblett V.D.; Martin T.G.; Harrington R.B.; Evans G.J. 1971Breed vitamin A supplementation and position effects on quality characteristics of beef short loin steacks.J. Anim.Sci. 33,349-354.

Buck E.M.; Hickey A.m.; Rosenau J. 1979Low temperature air oven vs a water bath for the preparation of rare beef. J. Food Sci., 44,1 602-1 0605,1 611.

C.I.V (Centre d'informations des viandes) 1996Valeurs nutritionnelles des viandes. Analyse réalisées par la société scientifique d'hygiène alimentaire, 64 Rue Tatbout 75009.Paris.

C.I.V 2006Découvrir les qualités organoleptiques de la viande p8.

Calder P.C. 2002Conjugated linoleic acid and humans, Reasons to be cheerful current opinion in chemical nutrition and metabolism. Carre 5,123-126.

Camacho M.L.; Isabel Viera Alcaide, IsabelL. Vicario M.; 2004Acorn (*Quercus suber L.*, *Quercus Mex.*, *Quercus Faginea*, Fruit lipids SaponifiableFractions): A Detailed study Jaocs, Vol 81,N 5. Institut de la Grasa. Seville. Spain.

Campbell A.M., Turkki P.R. 1967Lipids of raw and cooked ground beef and pork.J.Food Sci., 32,143-146.

-Carter W.J, Thomas L.; Adkisson C.S. 1993 Dietary circumvention of acorn tannins by blue jays. *Oecologia*. Vol 94:159-164(p).

Chesneau G., Kemener B. Weill P. 2005 Qualités nutritionnelles des lipides de la viande. Ecarts liés à l'espèce. Ecarts liés à l'alimentation 59-60 p.

Chillard Y., Ferlay A., Mansbridger M., Doreau N. 2000 Ruminant milk fat plasticity nutritional control of saturated, polyunsaturated, trans and conjugated fatty acids. *Ann. Zootech.*, 49, 181-205. Conjugated linoleic acid to man's diet: a review. *Nutr. Res. Rev.*, 14, 153- 173

-Commergnat J., 1973 Rapporté par revue med.vet(1974). Intoxication des bovins par les glands Bult. Mensuel. Soc, Vet, Rev pratique. France .P 1-14.

Crapelet C. et Thibier M. ; 1984 Le mouton, productions reproduction génétique alimentation et maladies 4 édition Vigot France 249-251p

Cristian Dudalet. 2003 La production du mouton. Edition France Agricole ISBN 2-85557-086-7.

Cross H.R.; Carpenter Z.L.; Smith G.C. 1973 Effects of intramuscular collagen and elastin on bovine muscle tenderness. *J.Food Sci.*, 38, 998- 1 003.

Cross H.R.; Tennenti Í. 1980 Accelerated processing systems for USDA and good beef carcasses. *J.Food Sci.*, 45, 765-768.

Cuvelier C., Cabaraux J.F., Dufrasne I., Hornik J.L., Isabel L. 2004 Acides gras: nomenclature et sources alimentaires. *Amm.Med.Vet.* 148, 133-140.

Davey C.L.; Gilbert K.V. 1974 Temperature-dependent cooking toughness in beef. *J. Sci.Fd Agric.*, 25,, 931-938.

De Iorgueril M.; Renaud S.; Mamelie N. ; Salen p. ; Martin J.L. ; Monjaud L et al. 1994 Mediterranean alpha linoleic acid rich diet in secondary prevention of coronary heart disease, 343, 1454-59.

Debrot S., Constantin A. 1968 Hygiène et production de viande. *Appreciation du bétail abattu* 167-182(325p).

Demarquilly C., Farse M.H., Journet. 1995 Nutrition des ruminants domestiques. *digestion Ingestion* : Paris 25-81.

Demeyer D., Doreau M. 1999 Targets and procedures for altering ruminant meat and milk lipids. *Proc. Nutr.Soc.* 58, 593-601.

Demirel G., Ospinar H., Nasli B., Kesero. 2006 Fatty acids of lamb meat from two fed different forage: concentrate ratio. *Meat Science.*, 72, 229-235.

Denoyer C. ; Girard J.P. ; Gandemer G. 1998 Transfers de lipids lors de cuisson de la viande à l'état rôti. Réunion des chercheurs en viandes, Paris 2-4 Mars 1983. *Viandes et produits carnés n special* 53.

Desaulmers M., Debrot M. 2003 Table de composition des aliments, Vol 1, Dpt de Nutrition. Univ de Montréal, Canada.

Diaz M.T. ; Velaseo S. ; Caneque V. ; Lauzurica S. ; Ruiz de Huidobro E. ; Perez C. ; Gonzalez J. ; Manzanres C. 2002 Valeur santé de la viande d'agneau nourri à l'herbe, en parcours et en bergerie. *Meat Sci.* 43, 2 57-268.

Dimick P.S.; Macneil J.H. 1970 Poultry product quality. 2. Storage time temperature effects on carbonyl composition of cooked Turkey and chicken skin fraction. *J.Food Sci.*, 35, 186-190.

Doreau M., Chillard Y. 1997 Digestion and metabolism of dietary fat in farm animals. *British journal of nutrition.* 78, 515-535.

Drackley J.K. 2000 Lipid metabolism in: d'mello J.P.F (Ed) *Farm animal metabolism and nutrition* C.A.B. international: Walling ford 97-119.

Dudaïet C. 2003 La production du mouton. Edition France Agricole ISBN 2-85557-086-7.

Dumont B.L.; Hudzick E.1983 Comparaison de methods d'appréciation de la «rétenion d'eau» de la viande en laboratoire (cas de la viande de veau). Réunion des chercheurs en viande, Paris 2-4 Mars 1983, Viandes et Produits carnés n special 90.

Dupin H., J. L. C.V.Q. ; M. Vieme, Malawa K. ;C. Leynaud Rouaud. ; A. M. Beltier. ; M. Henri. 1992 Les viandes de boucherie 17 Rue du montparnass Paris Cédex P470-471.

Enser M., Hallet K., Hewith B., Fursey G.A.D., Wood J.D. 1998 Fatty acid content and composition of U.K, beef and lamb muscle in relation to production system and implication for human nutrition. Meat Sci.49, 329,341.

F.A.O. 2005 Productions de viandes dans le monde. Annuaire statistique de la F.A.O stat.

FAO. 2007-2008-2009 Annuaire statistique de la FAO-Stat.

Farouk M, lovatt S.J. 2000Initial chilling rate of pre-rigor beef muscles an and indicator of colour of thawed meat. Meat, Sci, 56,139-144.

Fauconnau G. (1997) Aspect nutritionnels de la consommation des viandes. Perspective d'avenir, Viande prod. Carnes.18, 79-83.

Finelin M. 2000 La dietetique, les regimes, les aliments et la santé.10p.

Fink Gremmel S.J.1993Nutrition, residues and health. Fleischwirtsch internation. 2, 3-13

Flachowsky G., Richter G.H., Wen de muth M., Mockel P., Graf H., Jahreis G., Lube F. 1994Influence of respessed in beef cattle feeding on fatty acid composition vitamine E concentration and oxidative stability of body fat. Zeischrift Ern Ahrungswissens chaft.33.277-285.

Fonty G., jouany J.P., Forano E., Gouet P., Jarriger., Ruckebuch Y., Demarkillyc., Farce M.H., journet M. 1995 Ecosystème du reticulo-rumen. Nutrition des ruminants domestique, Ingestion-digestion. Institut National de recherche Agronomique. Paris: 229-347.

Fossati.P. 2000 Hypertriglyceridemic Waist : A Marker of the Atherogenic Metabolic Triad (Hyperinsulinemia; Hyperapolipoprotein B; Small, Dense LDL) in Men.,Circulation v. 102, p.179-184.

-FOUDHIL M. 1990 Contribution a l'étude de la valeur nutritionnelle du gland .Possibilité de son incorporation dans l'alimentation animale. Mémoire d'ingénieur agronome I.N.E.S de biologie Tizi ouzou.

French P. , Lewiese C. 2002 Fatty acid composition including conjugated linoleic acid intramuscular fat from steers offeredgrazed grass silage or concentrate based diets, J.aim.Sci.78, 2849-2855.

Gadoud R., Josef M.M., juissau R.,Lisberney M.J., Mangeol B., Montmeas L.,Tarrita A.,Danny J. L., Drogoul C., Soyer B. 1992. Nutrition alimentation des animaux d'élevage. INRAP. Ed. Fourchet 286p.

Gaillardon.J et Meliani C. 1984 Le classement des carcasses réalités et innovations. B.T.Ï ; 394 / 395. 551-556 p.

Galea F., Bourdillon A., Rouillere H. 2005 Effets de différents niveaux et sources alimentaires d'AGPI Omega3 sur le profil en acides gras de l'œuf sur la poule pondeuse. Journées de recherche avicole 6,473-476.

Gandemer G. 1998 Lipids and meat quality. Lypolysis oxidation and flavor, Proc 44th, OCOMST, Barcelona, p 106-119.

Gandemer G. 2000 Lipides et arôme des produits animaux : l'exemple de la viande. CA du 4 Mai 2000.

Geay J.I., Monahan F.J. 1992Measurement of lipid oxidation in meat and meat products Trends in Food science and Technologie.3.315-319.

Geay Y., Bauchart D., Hocquette J.F., Culioli J. 2002Valeur diététique et qualité sensorielle des viandes de ruminants. Incidence de l'alimentation des animeaux.I.N.R.A prod.Anim. 15,35-52.

- Geay Y., Bauchart D., Hocquette J.F., Culioli. 2000** Nutritional effect of factors one biochemical structural and metabolic characteristic of muscles in ruminants consequences one dietetic been worth and sensory qualities of meat. *Reprod, nutri. Dev*, 41,1-26.
- Gerard A. et Sophia A. 2010** Augmentation transgénérationnelle de l'obésité par un abus d'Omega6 et un déficit en Omega 3, Labos : CNRS.Université de Nice.
- Gibny 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 n°17. PP.57-61 (wood J.D., Lawrence T.L.J., edition).
- Jimmy W. 2005** Les apports nécessaires recommandés en Omega 6 et Omega 3. Encyclopédie Wikipedia.
- Giovannuci E.; Rimm E.B. 1994** Intake of fat, meat and fiber in relation to risk of colon cancer in men. *Cancer.Res.* May 1, 54(9) 2390-7.
- Gissi H.F. 2008** Investigators. Effect of n-3 polyunsaturated fatty acids in patients with chronic heart failure (The gissi-HF Trial): a randomized, double blind, placebo-controlled trial. *Epub ahead of print* : 1-8.
- Givens D. 2005** The role of animal nutrition in improving the nutritive value of animal derived foods in relation to cheonic disease. *Proceedings of are changes in the nutrition society.* 64-365.
- Goll D.E. ; Hoekstra W.G. ; Bray R.W. 1964** Age associated changes in bovine muscle connective tissue. 2. Exposure to increasing temperature. *J.Food Sci.*, 29, 615-621.
- Gonthier C., Mustapha A.F., Berthiaume R., Petit H.V., Oullet D.R. 2004** Effects of Feeding Micronized and Extruded Flaxseed on Ruminal Fermentation and Nutrient Utilization by Dairy Cows. *J.Anim.Sci.* 84, 705-711.
- Gonzalez-Mendez N. ; Gros J.B. ; Poma J.B. 1983** Mesure et modélisation des phénomènes de diffusion lors du salage de la viande. *Viandes et Produits carnés*, 4,(1),35-41.
- GRIFFITHS L. et JONES G. 1970** Studies on abdominal fat four commercial stratum of broiler chicken built. Cité par Makhlof L (1996) l'effet des extraits de tannins du gland de chêne liège sur les performances zootechniques des animaux et incidence physico-pathologique "Mémoire d'ingénieur I.N.F.S.A Mostaganem 37(p).
- Gruszecki T., Lipecka C., Szymanowska A., Wiercinski J, Junkusew A. 1999** Kład Kwasow Tluszczowych W. Wewnstrzmie niowym Tluszczu owieci Kos [Comparaison of fatty acids in the intramuscular fat of sheep and Gouts] *Zesz. Nauk.PRZ.Hod.* 43, 87-94.
- Guenter W., Bragg D.B and Kondra P.A. 1971** Effect of dietary linoleic acid on fatty acid composition of egg yolk liver and adipose tissue. *Poultry Science.* 50; 845-850.
- Hadger D.F. 1984** Effect of extrusion upon soy concentrates solubility. *J.Agric.Food.Chem.* 32:293-296(p).
- Hamm R. 1966** Heating of muscle systems. In «The physiology and biochemistry of muscle as a food». Univ. Wisconsin press, Madison, 363-385.
- Hamm R. ; Iwata H. 1962** Chemische und physikalische veränderungen beim erhitzen von fleisch. 1, Wirkung des erhitzens in gegenwart von natriumchlorid auf wasserbindungsvermogen und pH-Wert des Rindermuskels. *Z. Lebensm untersuch.Forsch.*, 116,20-23.
- Hamm R.; Deatherage F.E. 1960** Changes in hydration, solubility and charges of muscle proteins during heating of meat. *Food Res.*, 25,587-610.
- Harfoot C.G., Hazlewood G.P. 1997** Lipid metabolism in the rumen in: Hobson P.N, Stewart C.S. The rumen microbial ecosystem. Second edition. Black academic and professional: Bry St Edmunds. 382-426.
- hawkins G.E. 1995** *Journal of diary science* 38:237(p).
- Hawrysh Z.J.; Berg R.T. 1975** Eating quality of beef from young bulls as influenced by breed. *J. Inst. Can Sci. Technol. Aliment.* 8, 149-154.

- Hawrysh Z.J.; Price M.A.; Berg R.T. 1979b**The effect of conventional and microwave cooking on the eating quality of beef from bulls of three differing breed types.*J. Inst. Can. Sci. Technol. Aliment.*, 12, 78-83.
- Hawrysh Z.J.; Price M.A.; Berg R.T. 1980**The influence of roughage level in finishing diet on the eating quality of beef from bulls and steers slaughtered at two liveweights.*J. Inst. Can. Sci. Technol. Aliment.*, 13, 71-79.
- Hawrysh Z.J.; Price M.A.; Berg R.T. 1979a**The influence of cooking temperature on the eating quality of beef from bulls of three levels of dietary roughage.*J. Inst. Can. Sci. Technol. Aliment.*, 12, 72-77.
- Higgs J.D. 2000**Leaner meat year overview of the compositional exchanges in red meat over the last 20 years and how this cuts have been archived. *Food science year technology today* 14, 22-26.
- Hocquette J.F. Lustrat A. Herpin P., Picard B. 2002.** Effet de la cuisson sur la composition en acides gras de deux types de viandes d'agneau. *Cahier de l'agriculture* vol 10. N°03.
- Hocquette J.F.; Isabelle C.M.; Lustrat A.; Jurie C. ; Roland J. ; Picard B. 2005.** Influence des facteurs d'élevage sur les caractéristiques musculaires. *Cahier d'agriculture*. Vol. 14, n4.
- 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. Sa.* 56, 115-153.
- Hofmann K. 1966** La valeur nutritive de la viande et l'influence de la chaleur. *Die Fleischwirtschaft*, 10, 1121-1124.
- Hopkins D.L., Nicholson A. 1999** Meat quality of weather lambs grazing either saltbush (*Attriplex nummularia*) plus supplements or Lucerne, meat. *Sci.* 51, 91-95.
- Horsfield S. ; Taylor L.J. 1976** Exploring the relationship between sensory data and acceptability of meat. *J. Sci. Fd Agric.*, 27, 1044-1056.
- Hu F.B. ; Stampfer M.J ; Manson J.E. ; Rimm E. 1997** Dietary fat intake and risk of coronary heart disease in women. *N. Engl. J. Med.*, 337, 1491-1499.
- Hu F.B.; Monson J.F. ; Willet W. 2001** Type of dietary fat and risk of coronary heart disease: a critical review. *J. Am. Coll. Nutr.* 2001, 20, 5-19.
- I.N.R.F., 1995.** *Annale de la recherche forestière en Algérie. Chérage* Vol 1: 32-47 p.
- Immonen K., Resunen M., Hissa K., Puolame E. 2000** Bovine muscle concentration in relation to finishing diet, slaughter and ultimate pH, meat. *Sci.* 55, 25-31.
- Imoue N, Nagao K. 2004.** Conjugated linoleic acid prevents the development of essential hypertension in spontaneously hypertensive rats. *Biochem Biophys Res. Commun.* 2004 October 15. 323(2) 679-84.
- INRA. 2002** Laboratoire viandes. Paris 354 147-155p
- Irmeter T.F.; Aldrich P.J.; Funk K. 1967** Rate of temperature rise, physical and chemical properties of ground beef cylinders fabricated from selected muscle of the round. I. Effect of fat content. *Food Technol.*, 21, 779-783.
- Iverson J.L., Eisner J., Firestone D. 1995** Detection of trace fatty acids in fats and oils by urea fractionation and gas lipid chromatography. *J. Anim. Oil Chem. Soc.*, 42, 1063-1068.
- Janicki L.J.; Appledorf H. 1974** Effect of broiling, grill frying and microwave cooking on moisture, some lipid components and total fatty acids of ground beef. *J. Food Sci.*, 39, 715-717.
- Jarrige R., Grenet E., Demarquilly C., Begle J.M. 2002** Les constituants de l'appareil végétatif des plantes fourragères.
- Jemeriah L.E.; Smith G.C.; Carpenter Z.L. 1971** Palatability of individual muscle from ovine leg steaks as related to chronological age and marbling. *J. Food Sci.*, 36, 45-47.

Jijang S.H.1998 Contribution of muscle proteinases to meat tenderization, proceedings of the national council, Roc, Part B: life Sci, 22, 97-107.

Joe-Bass. 2007 Effet de l'alimentation riche en acides gras saturés sur le rythme biologique.Cell métabolism.Endocrinologie á la North Western university-Chicago-USA.

Johnson D.D., Estriadge J.S., Neubauer D.R., Mc gowan P. 1995Effect of sex class on nutrient content of meat from young go at.J.Anim.Sci.,73 296-301.

Jones P.J. ; Mac Dougall D.E. ; Ntanios Fand.;Vanstome C.A.1997 Dietary phytosterols as cholesterol lowering agents in humans. Canadian journalof physiology and pharmacology 75(3).217-227.

Jouany J.p., Broudiscou L., Prins R.A., Komisarezuk Bontry S. 1995 Métabolisme et nutrition de la population microbienne du rumen in : Jarrige R., Reckebusch.Y., Demarquilly C., Farace M.H., Journet M.,Nutrition des ruminants domestique. Ingestion et digestion INRA Paris 349-381.

Kara C. 2007 Laboratoire Pfizer.Symposium sur la cardiologie.Medecine interne neurologie.Medecine generale. Laboratoire Pfeizer Oran.

Karene V. 2004 Les omega 3 dans la viande d'animaux nourris á l'herbe.Revue énergie santé n63 (Editions Sully).

-Kazi-Aoul N. 1982 Mémoire d'ingénieur agronome INA.8-16(p) rapporté par BELARBI M.(1990) in : "Contribution à l'étude des composés chimiques des glands des différentes espèce de chêne algériens. Thèse magistère en biologie Université de Tlemcen 187p.

Keane M.G., Allen P.1999 Effects of pasture fertiliser N. Level on herbage composition animal performance and on carcass and meat quality traits. Livest.Prod.Sci. 61, 233-244.

-Kekos D., et Kaukios EG.1985 Acid hydrolysates of acorn polysaccharides as substrates for candida utiliser growth biotechnology letters, Athens.Vol.9:348(p)

Keller J.D.; Kinsella J.E. 1973Phospholipid changes and lipid oxidation during cooking and frozen storage of raw ground beef. J. Food Sci., 38,1 200-1 204.

Kelling J.,Martin M., Casalie J.1986Technique agricole.123 rue d'alezia-Paris.

Kelling Jean. ; Marcel Martin, Jacques Casalie. 1986 Techniques agricoles.123.Rue d'alesia. Paris.

Kemp J.D.; Montgomery R.F.; Fox J.D.1976. Chemical, palability and cooking characteristics of normal and low quality pork loins as affected by freezer storage.J.Food.Sci.,41,1-3.

Kemp P., Lander D.J. 1984Hydrogenation in vitro of a linolenic acid to stearic acid by mixed cultures of pure strains of rumen. Baderia.J.CEN Microbial.130, 527-593.

-Kenk S., Et Solymos.1993 New perspectives in German OAK sylviculture. Ann. Sci.For.50.563-570(p).

Khan A.W.; Nakamura R. 1971Quality and biochemical changes during frozen storage of meat from epinephrine treated and untreated chickens. J.Food Sci., 37, 145-147.

-Koenig W.D.1991the effect of tannins and lipids on digestion of acorns wood PEKARS.the auk. Vol 108: 79-88(p).

Kouba M., Enser M., Whittington F.M., Nute G.R., Wood J-D.2003Effect of a high linoleic acid diet on lipogenic enzyme activities fatty acid composition and meat quality in the growing pig.J.Anim.Sci.81, 1967-1979.

Kramer JMG.Parodi P.W.; Jensen R.G.; Mossoba MN. Yurawecz M.P.; Adlof R.O.1998Rumenic acid: a proposed comman name for the major conjugated linoleic acid isomer found in natural products.Lipids.33, 835p.

Kristensen N.B. 2005Splanchnie metabolism of volatile fatty acids in the dairy cow.Anim. Sci. 80, 3-10.

- Lamand M. 1998** Abeille de France pollen et oligo-elements. Article sélénium.1-5p.
- Larbier M., et Leclercq B. 1992** Nutrition et alimentation des volailles. Ed. INRA. Paris.354.(p).147-155.
- Laroche M. 1976** Attendrissement par chauffage des muscles de quartiers avant de gros bovins. Résultats non publiés.
- Laroche M. 1979** Pertes de poids pendant le chauffage de la viande de bovins.Bull.Techn. CRZV-THEIX INRA, 36,19-21.
- Laroche M. 1983a**Transferts intervenant au cours du chauffage de la viande. Réunion viandes et produits carnés. Paris, 3-4 mars. Texte de la conférence : viandes et produits carnés. NS, 37-41.
- Laroche M. 1983b.** Comparaison des teneurs en matières sèches évaluées par lyophilisation et par séchage à l'étuve pour des viandes et des jus obtenus dans différentes conditions de chauffage. Réunion viandes et produits carnés. Paris, 3-4 mars. Résumé : viandes et produits carnés, NS, 97.
- Laroche M. Sale P. 1976**Quelques aspects du comportement mécanique de protéines de tournesol filées. Influence de divers adjuvants et liants simples. Ann. Techn. Agric.25, 143-158.
- Laroche M. 1982b.** Pertes de jus pendant le chauffage de la viande.2.Comparaison viande hachée- morceaux. Lebensm.-Wiss u.-Technol., 15,131-134.
- Laroche M.; Latino P. 1977** Dosage des pigments de la viande crue et chauffée par la méthode de Hornsey. Résultats non publiés.
- Laroche M.; Nicolas N. 1984 b** Cinétiques et réhydratation de viande lyophilisée apres differents temps de maturation ou diffetrents traitements thermiques (en préparation).
- Laroche M.; Nicolas N. 1984 a** Exemples d'évolution de la fraction azotée au cours du chauffage de la viande.
- Laroche M. ; Pailler M. 1980** Conséquences de la marinade acétique sur quelques propriétés de la viande bovine. Résultats non publiés.
- Laroche M.1977** Influence de la cuisson sur la qualité de la viande.Bull.Techn.CRZV-THEIX INRA, 29,5-12.
- Laroche M.1978** Mise au point bibliographique. Facteurs influençant les pertes d'eau pendant la cuisson de la viande. Ann. Techn. Agric., 27,849-871.
- Laroche M.1980b.** Stimulation électrique et pertes de poids pendant le stockaage et le chauffage.Viandes et produits carnés, 1, (5) ,26-28.
- Laroche M.1981** Libération et migration du jus pendant le chauffage de la viande. Thèse de Doctorat-ingénieur des sciences et techniques de l'industrie alimentaire, ENSIA MASSY.
- Laroche M.1982**Cinétiques de pertes aux chauffages pour 8 muscles de la carcasse de bovins.28 e Eur.Meet.Meat Res.Work.Madrid, 4.10.
- Laroche M.1982a** Pertes de jus pendant le chauffage de la viande.1.Etude avec de la viande hachée-morceaux. Lebensm.-Wiss u.-Technol.,15,126-130.
- Lawless F., Murphy J.J., Fidgeal S., O'Donovan. Gowen N., Deery R., Stanton C. 1999** Milk fat M., CLA content as enhanced by dietary supplementation with pulp 'n 'brew and as affected by intake of different rye gras cultivars, chem., phys. Lipids.101, 153p.
- Lawrence A., Boudouma D., Longo F., Ziki B. 1994**Les aliments. Constitution chimique département production animale, INA Alger 100p. 89-93.
- Lawrie R.A. 1966**Meat science.Pergamon press, London.
- Lawson R.E., Moss A.R., Givens D.I. 2001**The role of dairy products in supplying.

Lebret B., Lefaucheur L., Mourot J. 1999. La qualité de la viande de porc. Influence des facteurs d'élevage non génétiques sur les caractéristiques du tissu musculaire. INRA. Prod. Anim., 12,11-28.

Lecerf J. M. 2008 Acides et maladies cardiovasculaires de l'épidémiologie à la pratique clinique. Service médecine interne. Centre de recherche et d'information nutritionnelles. Science des aliments 28,53-67.

Lecerf J.M. 2004 Poisson, acides gras oméga 3 et risque cardiovasculaires : données épidémiologiques. Cah Nutr. Diet. 39,143-50.

Ledward D.A. 1971. On the nature of cooked meat hemoprotein. J. Food Sci., 36,883-888.

Ledward D.A. 1974 On the nature of the haematin protein bonding in cooked meat. J. Food Technol., 9, 59-67.

Ledward D.A. 1978. Scanning calorimetric studies of some protein-protein interactions involving myoglobin. Meat Sci., 241-249.

Lessire M. 2001. Matières grasses alimentaires et composition lipidique des volailles. INRA. Prod. Anim., 14,365-370.

Li D., Siriamorn P. Wahlqvist M.L. 2005 Lean meat and heart. Asian pacific J. of human nutrition and dietetics. 10, 245-251.

Listrat A., Picards B., Geany Y. 1997 Age related changes and location of types I.3 and IV collagens during skeletal muscle development of double muscled and normal bovine fetuses'. Muscle. R.E.S, Cell M.O.T.I. 18,1-14.

Locker R.H., Carse W.A. 1976. Extensibility, strength and tenderness of beef cooked to various degrees. J. Sci. Food Agric., 27,891-901.

Locker R.H., Daines G.J. 1974a. Effect of mode of cutting on cooking loss in beef. J. Sci. Food Agric., 25,939-946.

Locker R.H., Daines G.J. 1976 Transverse anisotropy in beef muscle. J. Sci. Food Agric., 27,186-192.

Locker R.H., Daines G.J. 1974b Cooking loss in beef. The effect of cold shortening, searing and rate of heating, time course and histology of changes during cooking. J. Sci. Food Agric., 25,1411-1418.

Longstaff M., McNab J.B. 1989 Digestion of fibers polysaccharides of pecan (pisum sativum) hulls, carrot cabbage adult cockerels. BR. J. Nutr. Vol 62:563-577(p).

Loor J.J., Ueda K., Ferley A., Chillard 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 linsed oil in dietary cows. J. dairy SCI. 87:2472-2485.

Lynch A., Kerry J.P., O Sullivan M.G., Lawlor J.B.P., Buckley D.J., Morissay P.A. 2000 Distribution of tocopherol in beef Dietary tocopherol acetate supplementation muscles meat Sci 56 211 214

Mac Donald B.; Gray J.L., Kakuda Y., Lee M.L. 1980a Role of nitrite in cured meat flavor: chemical analysis. J. Food Sci. 45, 889-892.

Mac Farlane J.J.; Harris V. ; Shorthose W.R. 1974 Manipulation of meat quality, particularly tenderness, by the processor. Proc. Aust. Soc. Anim. Prod., 10,219-226.

Maene D., Dehareng F., Huneau A., Davni C., Deswyen A.G. 2002 Le profil en acides gras linoléique conjugués (AGLC) de la viande d'agneau. Renc. Rech. Ruminants 9, 322p.

Mahdjoubi-Mathlouthi L.; Said B.; Kraiemk. 2007 13eme JSM TV. INRA de chote meriem; Sousse. Tunisie.

Marion J.E., Woodroof J.G. 1996 Composition and stability of broiler carcasses affected by dietary protein and fat. Poultry Science. 45; 241-247.

Martin A. 2001 Apports nutritionnels conseillés pour la population française (3eme édition). Tec et Doc Lavoisier Paris.

Mc Caughey W.P., Chiplef 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.

Mc Dowell L.R., Willams S.N., H, Draglou N., Njeru C.A., Hill Gim., Ocha L., Wilkinson N.S. 1996 Vitamine E supplementation for the ruminant. *Anim. Feed. Sci. Tech.* 60, 273-296.

Mc Lean L.R.; Hagaman K.A. ; Davidson W.S. 1993 Role of lipid structure in the activation of phospholipase A2 by peroxidized (d) phospholipids. *Lipids.* 20, 505-509.

Mendez J.A., Nelon L., Colomer.R. Lupu R. 2005 Oleic acid the main monounsaturated fatty acid of olive oil, suppresses her-2/neu(erb B-2) expression growth inhibitory effects of transtuzumab (herceptin) in breast cancer cells with her-2/neu oncogene amplification. *Amm.Oncol.* March 16(3), 359-371.

Mensink RP, Zock P L, Kester A.D.; Katan M.B. 2003 Effects of dietary fatty acids and carbohydrates on the ratio of serum total to HDL cholesterol and serum lipids and apolipoproteins: a meta-analysis of 60 controlled trials. *Am.J.Clin Nutr.* 77(5) 1146-55.

-Messaouden M. 1996. Le foret algérien. Magasine d'information sur la protection de la conservation de la foret chêne zen et chêne Afares. I.N.R.A. N° 1.15(p).

Metro F. ; Gandemer G. ; Laroche M. 1984. Nature et Composition de la fraction azotée perdue par la viande de bœuf au cours d'une cuisson type pot-au-feu : influence du sel. *30 e Eur.Meet.Meat Res.Work., BRISTOL.*

-Meuret M. 1997 Variabilité des disponibilités fourragères sue le parcours. *I.N.R.A .Prod . Anim.* 339-341.

Meziane S. et Mameri S. 2005. Etude des huiles de deux variétés de glands quercus ilex ; et quercus suber-L : Study of a corn oils from two VAK variétés (Q. ilex, QSL). Laboratoire de chimie appliquée et genie chimique Univ. Tizi-ouzou. Vol 25.n.3, p 238-248.

Miller D.; Robish P. 1969. Comparative effect of herring menhaden and safflower oils on broiler tissues fatty acid composition and flavor. *Poultry science.* 48:2146-2157.

Miller R .K. 1994. Quality characteristics in Kinsman D.M., Kotula AW., Breidenstien BC.(Eds). *Muscle Foods.* pp.296-332. Chapman and hall, New York.

Ministère de l'agriculture. 2008 Agriculture dans l'économie nationale 42p.

-Mitjavilla C., S Aint Banquat G. et Derrache R. 1970 Effets de l'acide tannique sur l'absorption intestinale de la souris, ed . *Cosmet, toxique*, 8, 1. 2733 p

Moloney A.P., Keane M.G., Dunne P.G., Monney M.T., Troy D.J. 2001 Delayed concentrate beef finishing system: Effects on fat colour and meat quality. *Proceedings 47th.O.C.O.M.S.T.* 1888-189.

Morand fehr P., Tran G. 2001 La fraction lipidique des aliments et les corps gras utilisés en alimentation animal. *INRA. Prod. Anim.*, 14, 285-302.

Morisson W.R et Smith M.L. 1964 Transmethylation des lipids par chromatographie en phase gazeuse. *J.Lipid.Res.* 5, 600-608.

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.

Morsley 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.

Mossab A., Lessire M., Hallouis J.B., Hermiér D. 1999 Effet de la nature des lipides alimentaires sur la composition corporelle du dindonneau. 3eme journée de la recherche avicole. Saint Melo., 355-357.

Mourot J., Hermier D. 2001. Lipids in monogastric animal meat, *reprod, nutr.Dev;* 41, 109-118.

Moussavi N.; Gavino V.; Receveur O. 2008 Obesity related to the type of dietary fatty acids, an ecological study .Public health Nutr; 11(11) 1149-55.

National research council.2001 Nutrient requirements of dairy cattle.Seventh revised edition. National academy press Washington. 381p.

-**Natividade J.V. 1956**Subericulture.Ed la Française. École nationale des eaux et foret. Nancy P257-260.

Normand J; Berthelot V; Delmotte C; Pottier E.; Sagot L. 2002La qualité des carcasses et la composition en acides gras de la viande d'agneau. Rencontre recherches ruminants. Institut de l'élevage Lyon p 337.

Normand J., Bastien D., Bauchart D., Chaigneau F., Chesneau G., Doreau M., Farrie J.P., Joulie A.R.,Lepichon D., Peyronnet C., Quinsac A., Renon J., Ribaud D., Turin F., Well P. 2005. Produire de la viande bovine enrichie en AGPI Omega3 à partir des grains de lin. Quelles modalités d'apport de lin et conséquence sur la qualité de la viande.Renc.Rech. Ruminants 12,359-365.

Norris H.L. ; Harrison D.L. ; Anderson L.L. ; Von Welck B. ; Tuma H.J. 1971. Effects of physiological maturity of beef and marbling of rib steaks on eating quality.J.Food Sci.,36,440-444.

Nurnberg K., Dannenberger D., Nurenberg G., Ender K., Voigt K., Scollan N.,wood J.,Nute G.,Richardson. 2005., Effect of grass based and concentrate feeding system on meat quality characteristics and fatty acid composition of longissimus muscle in different cattle breeds. Liverstock prod.Sci. 94, 137-147.

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.

Ofekarik R.P, Burn S. 1971. Chemical and physical properties of selected acorns. J. Sci. Food. Agric., 36, 576-578.

Paolum V; Dorchie P.H; Host H. 2005. Effet des tannins condensés des plantes à tanins sur les strongiloses gastro-intestinales chez le mouton et la chèvre unité mixte associé.1225 INRA/ENVIT, Physiopathologie des maladies infectieuses et parasitaires des ruminants 23 chemins des capelles 31076.

Paquay R et Bister J. 1987. Élevage, reproduction croissance et qualité des carcasses. Revue de l'agriculture.N° 3 Vol. 40.573-585 p.

Pariza M.W.; Yeonhw A.P, Coock M.E. 2001The biologically active isomers of conjugated linoleic acid.Progr.Lipid.Res.40, 283-298.

Penfield M.P.; Meyer B.H.1975 Changes in tenderness and collagen of beef semitendinosus muscle heated at two rates.J.Food Sci., 40,140-154.

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.

Phillipe anouyel. 2005 Cholestérol et risque cardiovasculaires. Institut Pasteur. Lille. **France.**

Piccolo V., Dillela V., Nizza. 1985 Composizione chimica characteristic nutritive di castogne dighiande fressgussiciale nutrizionz. Animal Agricoli.Ed. Boulogne XIV.p499-501.

Piers L.S. ; Walker K.Z. 2003. Substitution of saturated with monounsaturated fat in week diet affects body weight and composition of overweight and obese men.Br.J.Nutr.n4.

Ponte P.I.P., Mendes I., Quaresma M., Aguiar M.N.M., Lamos J.P.C., Ferreira L.M.A., Soares M.A.C., Alfaia C.M., Prates J.A.A., Fontes C.M.G.A. 2004. Cholesterol levels and sensory characteristics of meat from broilers consuming moderate to high levels of Alfalfa. Poultry Sci. 83, 810-814.

Prache S.; Ballet J.; Jailler R.; Meteau K. ; Picard B. ; Renerre M. ; Bauchart D., Pourret J. ; Legay C. ;Thomas A. 2009. Comparaison des qualités de la viande et de la carcasse d'agneau produit en élevage biologique et conventionnelle. INRA V.R 213.herbivores Qualité des produits animaux, Site de Theix,F 63 122 Génés Champanelle. France.

- Prolin V., Dorchie P.H., Host H. 2005.** Effet des tannins condensés des plantes à tannins sur les strongyloses gastro-intestinales chez le mouton et le chèvre unité mixte associée 1225. INRA. ENVT. Physiologie des maladies infectieuses et parasitaires des ruminants 23 chemins des capelles France.
- QUARRO M. 1985** Étude de la productivité du tapis herbacé des parcours de la zone d'Ain Leuh. Effets des traitements sylvicoles sur le développement des potentialités herbacées dans les taillis de chênes vert (*Quercus. Ilex*). E.N.F.S.I SAL2 Maroc p.258.
- Raes K., Fievez V., Chow T.T., Ansorena Demeyer D., de smet S. 2004.** Effect of dietary fatty acids on the transformation and incorporation of C18 fatty acids in double muscled Belgian blue young bulls. J. Agric. Food chem. 52, 6035-6041.
- Rainer L.; Heiss C.J. 2004.** Conjugated linoleic acid health implications, effects, and body composition. J. AM. Diet. Assoc. June. 104 (6). 963-8.
- Riboli E.; Norat A. 2001** Cancer prevention and diet opportunities in Europe. Public. Health. Nutr, 4(2B) 475-84.
- Riss J. 1969.** Aliments du bétail. Collection de la terre. Flammarion Ovin-Bovin porc-volaille 380p.
- Roche H.M.; Mome E.; Mugent A.; Gibney M.J. 2001** Conjugated linoleic acid: a well therapeutic nutrient. Nutr. Res. Rev. 14, 173-187.
- Rondia P., Delmotte C., Dehareng F., Maene D., Toussaint J.F., Bartiaux-thiff. 2003** Incidence d'un rapport en graine 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.
- Rondia Pierre. 2006** Aperçu de l'élevage ovin en Afrique du Nord CRAW. Département production en nutrition animale filière viande ovine et caprine n18.
- Ross E. 2003** Dietary cis monounsaturated fatty acids and metabolic control in type 2 diabetes. Am. J. Clin. Nutr. 78(3 suppl) 617 S-625 S. Review.
- Russel R.W., Gahr S.A. 2000** Glucose availability and associated metabolism in: D'Mello J.P.F Farm animal metabolism and nutrition. C.A.B, publishing : Oxom, 121-147.
- Salasar S.J. 1988.** La subéraie et la production mondiale de liège, Revue forêt méditerranéenne, Tome X : P 154-159.
- Samson Wright., Keele C.A.; Neil E. 1980.** Physiologie appliquée à la médecine. 2^{ème} édition Française. 4 Rue Casimir de la Vigne Paris 667p.
- Santé Canada. 1998** Fichier canadien sur les éléments nutritifs. 10 p.
- Santé Canada. 2005** Fichier canadien sur les éléments nutritifs. Agneaux et moutons. 01-20.
- Sauvant D, Bas P. 2001** Digestion des lipides chez le ruminant. INRA., Prod., Anim., 14, 303-310.
- Sauvant D., Perez G.M., Trans G. 2002** Table de composition et de valeurs nutritives des matières premières destinées aux animaux d'élevage. Porc, volailles, bovins, ovins, caprins, lapins, chevaux, poissons. INRA. Paris 310p.
- Savic I.; Karan-Djurđić S. 1955** The effect of heating on pH changes in meat. Acta Vet. Yugoslavia, 5, (4), 21-31.
- Schmidt J.G.; Kline E.A.; Parrish F.C.Jr. 1970** Effect of carcass maturity and internal temperature on bovine longissimus attributes. J. Anim. Sci. 31, 961-865.
- Schock D.R.; Harrison D.L.; Anderson L.L. 1970.** Effect of dry and moist heat treatments on selected beef quality factors. J. Food Sci., 35, 195-198.
- Scollan N.D., Richardson I., De smet. Monoley A.P., Doreau M., Bauchart D., Nuernberg K. 2005** Indicators of milk and beef quality. Mageningen pers, 151-192p.

- Sebedio J.I, Christie W.W, Adolf M. 2003** Avances dans la recherche conjuguée d'acide linoléique, Vol 2 (Pression de l'A.O.C.S, Champagne, Il).
- Sherman P. 1961** The water binding capacity of fresh pork.3.The influence of cooking temperature on the water binding capacity of lean pork. Food Technol., 15, (2) ,90-94.
- Sisbane I. 2009.** Effet de la cuisson sur la composition nutritionnelle et diététique des acides gras de la viande de poulet de chair nourris par des régimes à base de gland de chêne vert. Thèse magister.Univ. Mosta. 90p.
- Sonnetag N. 1979** Structure and composition of feats and oil in Swern D (Ed) Baley's industrial oil and fat products. Volume 1, Fourth edition Wiley interscience: New York.1-98.
- Streenivassan B. 1968** Composant fatty acids and composition of some oils and fats .J.Am.Oil.Chem.Soc.,45, 259-265.
- Takahashi K. 1996.** Structural weakening of skeletal muscle tissue during post-mortem ageing of meat: The non-enzymatic mechanism of meat tenderization. Meat Science.43, S 67-S 80.
- Tammaing S., Doreau M. 1991** Lipids and rumen digestion in: Jouany J.P(Ed) rumen microbial metabolism and ruminant digestion. Institut National de la recherche agronomique. Paris, 151-163.
- Tokumura A. ; Sumida T. ; Toujima M. ; Kogure K. ; Fukuzawa K. 2000** Platelet activating factor (P.F.A)-like oxized phospholipids: relevance to atherosclerosis.Biofactors 13:29-33.
- Touraille C. 1994.** Qualités organoleptique des viandes bovine et ovine. Première rencontre autour des recherches sur les ruminants. Ed. INRA. Institut d'élevage. 1, 164-176.
- Valin C. et Lacourt A. 1974** Action du froid sur les tissus musculaires des animaux abattus. Problèmes biochimiques concernant le traitement des viandes par réfrigération et congélation. Revue Générale du Froid, 65, 1 053-1 065.
- Valin C. 1978** La stimulation électrique. Revue générale du froid, (7),501-505.
- Valin C.; Fournaud J.; Lacourt A.;Touraille C. 1976** Evolution, en cours de conservation, des caractéristiques de tendreté de muscles de bovins mis sous vide ante rigor mortis. Ann. Technol. Agric. 25, 35-372.
- Van dam R.M.; Willett W.C. 2002.** Dietary fat and meat intake in relation to risk of type 2 diabetes in men.Diabetes care.March 25(3) 417-24.
- Van de Vosemberg J.L., Joblin K.N. 2003.** Biohydrogenation of C18 unsaturated fatty acids to stearic acid by a strain of butyrivibrio hangatei from the bovine rumen.Lett.App.Microbiol.37, 424-428.
- Van Nevel C., Demeyer D. 1996** Influence of pH on lipolysis and biohydrogenation of soybean oil by rumen contents in-vitro. Reprod.Nutr.Dev. 36, 53-63.
- Van soest P.J.; Robertson J.B et Lewis B.A. 1991.** Methods for dietary fiber and monstarch polysaccharides in relation to animal nutrition.Journal of dairy science, 74, 3025-3034.
- Veiseth E., Shachelford S.d., Weeber T.L., Koohmaraie M. 2001** Comparison of myofibril fragmentation index from fresh and frozen pork and lamb longissimus l. J. Anim. Sci. 79, 904-906.
- Vestergaard M., oksbjerg N., Henkel P. 2000** Influence of feeding intensity, grazing and finishing feeding lamb muscle fibre characteristics and meat colour of semotendinosus, longissimus dorsi and supraspinatus muscle in young bulls, Meat Sci.54, 177-185.
- Wang Y.; Jones P.J. 2004** Dietary conjugated linoleic acid and body composition.Am.J.Chin.Nutr.
- Washira A.M., Sinclair L.A., Wilkinson R.G., Enser M., Wood J.D., Fisher A.V. 2002** Effects 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 journal of nutrition.88.697-709.

-**Wild Menage J. (1976)** Nutrient quality and digestibility for seeds and fruits from southern forests USDA forest serv. Res. Note 40:283-289(p).

Wilfart A., Ferreira J.M., Mounier A., Robin G., Mourot J. 2004 Effet de différents teneurs en acides gras n-3 sur les performances de croissance et de la qualité nutritionnelle de la viande de porc. Journée de recherche porcine.36, 195-2002.

Williams C.M. 2001Dietary fatty acids and human health. Ann.zootech. 49,165-80.

Williamson C.S., Foster R.K., Stanner S.A., Buttris J.L. 2005Rev: Red meat in the diet. British nutrition Foundation.30, 323-355.

-**Wolf J.C., Thomson dr., wart Hesen J.J.1981** Relative importance of food composition in free lysine and methionine losses during elevated temperature processing .J.Food,Sci.,46:1074-1078.

-**Wolter R. 1974** Toxicité des glands, revue med.vet.ENV Alfort 125,12 ; P 1481-1485.

Wong K.H., Sam siw., Cheung P.C.K., Ang. JRPO. 1999Changes in lipid profiles of rats fed with seaweed based diets. Nutr. Res, 19, 1519-1527.

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.L., Sheard P.R. 1999 Manipulating meat quality and composition, Proc.Nutr.Soc.58, 363-370.

Wood J.D.; Enser M.; Fisher G.R.; Nute P.R.; Sheard R.I.; Richardson S.I.; Hugles F.M.; Whittington F.M. 2008 Fat composition, fatty acid composition and meat quality: A review. Meat Sci.78, 343-358.

Woolsey A.P. ; Paul P.C. 1969.External fat cover influence on raw and cooked beef.1.Fat and moisture content.2.Cooking time,losses,press fluid and shear force Values. J. Food Sci., 34,554-556,568-569.

Zachariah N.Y., Satterlee L D. 1973 Effect of light pH and buffer strength in the auto oxidation of porcine, ovine and bovine myoglobins at freezing temperatures. J. Food. Sci, 38,418-420.