

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique & Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Djillali LIABES de Sidi-Bel-Abbès

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Biologie



Thèse

Présentée pour l'obtention du grade de DOCTEUR EN SCIENCES

Spécialité : Sciences Biologiques

Option : Hygiène des aliments & Pathologie infectieuse

Présenté par :

Mr. ZIANI Kaddour

Étude des caractéristiques des carcasses et de la qualité microbiologique et physicochimique des viandes ovines de la race « Hamra ».

Soutenue publiquement, le devant le jury composé de :

MR. BENALI Mohamed	Professeur	Université Djillali Liabes SBA	Président
MR. BOUDROUA Kaddour	Professeur	Université de Mostaganem	Examineur
MR. ABDELHADI Si Ameur	MCA	Université de Tiaret	Examineur
MR. KAILED Méghit Boumédiène	Professeur	Université Djillali Liabes SBA	Directeur de thèse

Année Universitaire 2015 - 2016

Avant-propos

À l'issu de mon mémoire de magistère qui s'est porté sur l'étude microbiologique et physicochimique des viandes bovines congelées, en provenance de pays de l'Amérique latine et commercialisées dans notre pays, de nombreuses questions sont restées en suspens. À travers cette étude, nous avons donné une importance particulière à « filière viande en Algérie », en particulier, celles produites par les ovins de notre élevage. En effet selon nos connaissances, les études faites sur cette filière n'ont jamais présenté un suivi de la production dès la préparation d'un environnement favorable pour la naissance des agneaux et leur mode de conduite avant et après sevrage. De même que le choix du mode d'alimentation pour l'engraissement afin de produire des carcasses et de viandes de bonne qualité, notamment pour le dépôt et la teneur en gras, avec un coût rentable pour le producteur et raisonnable pour le consommateur.

Notre volonté initiale était de prélever des échantillons de viandes ovines à partir de différents points de vente i.e. boucheries installées dans le territoire de la Wilaya de Saida, et de réaliser quelques analyses physicochimiques et microbiologiques pour évaluer leur qualité. Après avoir bénéficié d'un fond de projet de recherche national (PNR), nous avons décidé d'élargir le concept de ce sujet autour de la production et de la qualité.

C'est à partir de ce constat que nous avons choisi d'entreprendre l'étude sur les caractéristiques des carcasses et de la qualité physicochimiques, microbiologiques, technologiques et nutritionnelles des viandes produites par des agneaux d'une race locale « Hamra » très répandu dans la région de Saida.

Ainsi, le travail que nous avons entrepris s'articule autour de trois parties :

- La **première partie** présentera une revue générale sur le concept de l'élevage ovins en Algérie (*cf. Chapitre 1*), la conduite d'élevage et la physiologie de croissance et développement chez les agneaux (*cf. Chapitre 2*). Enfin, la classification des carcasses et la qualité des viandes (*cf. Chapitre 3*) ;

- La **seconde partie** décrira en détail le protocole expérimental ainsi que les étapes et le déroulement de notre étude (*cf. Chapitre 4*) ;
- A La **troisième partie** qui abordera les résultats de cette étude (*cf. Chapitre 5*) ;

Des conclusions de ce travail et des recommandations pratiques seront présentées dans la partie conclusion générale (*cf. Chapitre 6*).

La rédaction du manuscrit répond aux normes AFNOR NF Z 41-006 relatives à la présentation des thèses et documents assimilés, (Paris, octobre 1983). La présentation des références bibliographiques concorde avec les directives de la norme AFNOR NF Z 44-005 (Références bibliographiques : contenu, forme et structure, Paris, 1987). Cependant, la présentation des documents électroniques correspond à la norme AFNOR NF Z 44-005-2 (Références bibliographiques : documents électroniques, documents complets ou parties de documents, Paris, février 1998).

Ce manuscrit n'aurait pas vu le jour sans l'aide d'Allah le tout miséricorde.

J'exprime mes profonds remerciements à mon directeur de thèse, le professeur **KHALED Méghit Boumédiène**, enseignant chercheur à l'université Djillali Liabès de Sidi-Bel-Abbès, pour l'aide compétente qu'il m'a apportée, pour sa patience, sa générosité et son encouragement à accomplir un travail commencé il y a longtemps. Son œil critique m'a été très précieux pour structurer le travail et pour améliorer la qualité des différentes sections.

Je tiens aussi à remercier Monsieur **BENALI Mohamed**, professeur à l'université Djillali Liabes SBA pour avoir accepté de présider le jury,

À Monsieur **ABDELHADI Si Ameur**, Maître de Conférences à l'université de Ibn Khaldoun de Tiaret et Monsieur **BOUDROUA kaddour**, Professeur à l'université Abdelhamid Ibn Baddis de Mostaganem, d'avoir accepté d'examiner ce modeste travail.

J'aimerais, par ailleurs, remercier vivement les membres du laboratoire d'hygiène de la commune de Saida et du Centre Algérien du Contrôle de Qualité et de l'Emballage (CACQE), les membres du laboratoire des analyses et les personnels d'ITELEV de Saida et d'Alger.

Une reconnaissance et un remerciement particuliers s'adressent aux ingénieurs de laboratoire de microbiologie de « Giplait » Saida, et des laboratoires pédagogiques de l'université de Saida, ainsi que les vétérinaires et les ouvriers de l'abattoir municipal de Saida.

L'aboutissement de cette thèse a aussi été encouragé par de nombreuses discussions avec des collègues de disciplines variées. Je ne citerai pas de noms ici, pour ne pas en oublier certains.

Enfin, je dédie ce travail à toute ma famille en particulier mes chers parents qui m'ont encouragée sans cesse durant toutes ces années.

Abstract

Background and Aims: The purpose of the current study was to investigate the effect of two kinds of given diets on growth, on some carcass characteristics, on microbiological, nutritional, and technological features of this meat. and on the major meat nutrients of local Algerian sheep breed. The investigated sheep breed called « Hamra » is one of the most famous breeds in Algeria.

Material and methods: Among 106 lambs, 40 were selected according to their age, similar livestock characteristics and body weight. The samples were divided into two equal groups: control and experimental lambs according to their live weight; 24.63 ± 0.47 and 24.35 ± 0.64 kg, respectively. Both groups were fed with two varieties of concentrate diets: corn diet based for the first group of control lambs ($n = 20$) and corn substituted by barley (Variety Saïda 183) for the second experimental group lambs ($n=20$). Both diets were supplemented with 200 g straw of barley/animal/ration.

A series of analysis was performed on the concentrate and barley straw used during this experiment. After 39 days of fattening period and at 37.85 ± 0.78 kg of live weight, 10 lambs fed on (EC) were slaughtered. The carcasses issued from those animals were assessed and measured before their separation into two parts. The left carcass was cut on seven pieces, each one dissected on fat, muscle, and bone. However, the right side, was cut too into pieces to undergo technological, physicochemical and microbiological analysis.

Results: The chemical analysis of diets showed an elevated crude fibre content in the commercial concentrate. However, the experimental concentrate contained higher amounts of calcium. After 39 days of fattening, no significant difference was found among the two studied groups on the growth performance ($p > 0.05$), showing the same final body weight. In contrast, a significant difference was found ($p \leq 0.001$) in relation to the cost of the given diet. This could affect the price of the produced meat. At 37.85 ± 0.78 kg live weight, 10 lambs fed with experimental concentrate were slaughtered. The dressing percentage was 46.65 %, with 2.49 % of carcass shrink. Furthermore, an interesting percentage of total muscle was obtained (63.73 %) with a good carcass conformation scoring 9.56.

In fact, the obtained feed conversion ratio of experimental concentrate (6.09) indicated a good quality diet. However, a significant difference was observed ($p \leq 0.001$) compared to the cost of food. This could affect the price of the produced meat. The carcasses of Hamra presented a good conformation (3.19 ± 0.2 on 5) and a degree of fattening (3.52 ± 0.07 on 5) considered as benefic to tenderness. These results were confirmed by the measurement of the widths of the back. The carcass yield was 46.65%. Moreover, an interesting percentage of total muscle was obtained 63.73% and a low percentage of total fat of 15.43% and 20.84% of bone. The ratios between the muscle/bone and muscle/fatty which were of 3.05 and 4.13 respectively, showed the importance of musculature among the studied carcasses.

Conclusion:

The preparation of diets for Hamra breed lamb's fattening by the substitution of corn imported by the local barley, would represent an obvious potential interests for the stockbreeders. Indeed, the performances of recorded growth and development were similar, besides accessible manufacturing costs of the prepared mixture. The obtained carcasses were generally thin with an optimal thickness of covering and cutaneous fat. Furthermore, they showed the least important bleeding losses compared to other breeds. Through the yield of cutting and dissection of the half-carcasses, we could consider those carcasses as more gainful economically. Finally, the analysis of the chemical composition, the measurements of pH, and the water losses as well as the microbiological characteristics did not show any exceptions.

Keywords: Hamra lamb, Feeding cost, Growth performance, Carcass characteristics, Meat quality.

Résumé

Objectifs : La race ovine « Hamra » est l'une des races les plus répondues en Algérie. Le but de cette étude était d'étudier l'effet de deux types de régimes alimentaires sur les performances de croissance, sur certaines caractéristiques des carcasses et sur les caractéristiques microbiologiques, technologiques, nutritionnelles de la viande de cette race.

Matériel et Méthodes : Parmi 106 animaux, 40 agneaux ont été sélectionnés en fonction de leur âge, similarité des caractéristiques zootechniques et le poids corporel. Les agneaux étaient divisés en deux groupes égaux : lot de contrôle (CC) et un lot expérimental (EC). Ces derniers pèsent environ $24,63 \pm 0,47$ et $24,35 \pm 0,64$ kg respectivement au départ de l'étude. Les deux lots ont été nourris avec deux variétés des régimes de concentré : le régime à base de maïs pour le premier lot d'agneaux de contrôle (n=20) et pour le deuxième lot expérimental (n=20), le maïs est substitué par l'orge (Variété Saïda 183). Les deux régimes ont été complétés par 200 g de paille d'orge/animal/ration.

Une série d'analyses chimiques a été réalisée sur les concentrés et la paille utilisés durant cette expérimentation. Après une durée d'engraissement de 39 jours et à poids vif de $37,85 \pm 0,78$ kg, 10 agneaux nourris à base de (EC) ont été abattus et les carcasses issues de ces animaux ont subi des mesures objectives et subjectives avant leurs séparation en deux parties. La demi-carcasse gauche a subi une découpe on sept morceaux puis chaque morceau fut disséqué en gras, muscle et os. La partie droite, et aussi découpée on morceaux pour subir des analyses technologiques, physicochimiques et microbiologiques.

Résultats : L'analyse chimique des régimes alimentaires ne montre aucune différence significative entre les deux diètes. Cependant, le concentré expérimental contenait des quantités plus élevées du calcium et faible teneur en fibre. Après 39 jours d'engraissement, aucune différence significative sur les performances de croissance ($p > 0,05$) n'a été constatée entre les deux lots étudiés, ces derniers montrant le même poids corporel en fin de l'expérimentation, cependant, l'index de conversion du concentré préparé (6,09) témoigne d'un régime de bonne qualité. En revanche, une différence significative a été observée ($p \leq 0,001$) par rapport au coût de l'alimentation. Cela pourrait influencer le prix de la viande produite.

Les carcasses de Hamra ont présenté une bonne conformation (3.19 ± 0.2 sur 5) et un état d'engraissement ($3,52 \pm 0,07$ sur 5) considéré comme bénéfique à la tendreté. Ces notations ont été confirmées aussi par les résultats de mesure des largeurs du dos. Le rendement des carcasses était de 46,65%. En outre, un pourcentage intéressant de muscle total représentait 63,73% et un pourcentage bas en matières grasses totales de 15,43% et 20,84% en os. Les calculs des ratios entre le muscle/os et muscle/gras étaient de 3,05 et 4,13 respectivement, qui ont montré aussi l'importance de la musculature chez les carcasses étudiées.

Conclusion : La préparation des diètes pour l'engraissement des agneaux de la race Hamra à la ferme, par la substitution du maïs importé par l'orge local, peut présenter des intérêts potentiels évidents pour les éleveurs. En effet, les performances de croissance et développement enregistrées ont été similaires en plus d'un coût de production abordable pour le mélange préparé. Les carcasses obtenues étaient généralement maigres avec une épaisseur du gras de couverture et du gras sous cutané optimaux, et ont montré aussi des pertes au ressuage les moins importantes par rapport à d'autres races. À partir du rendement de découpes et dissection des demi-carcasses, nous pouvons considérer ces dernières comme plus rentable sur le plan économique. Enfin l'analyse de la composition chimique et les mesures de pH, des pertes d'eau ainsi que les caractéristiques microbiologiques n'ont pas montré d'exceptions.

Mots-clés : Race Hamra, Coût d'alimentation. Performances de croissance, Caractéristiques des carcasses, Qualité des viandes.

ملخص

إن الهدف من هذه الدراسة هو معاينة تأثير نوعين من الوجبات الغذائية على نمو: ! وبعض خصائص الذبيحة وعلى المكونات الرئيسية للحوم المحلية المنتجة من سلالة الأغنام الجزائرية «الحمراء». هذه السلالة هي واحدة من السلالات الأكثر شهرة في الجزائر. من بين 106 خروف، تم اختيار 40 خروف وفقا لسنهم، ولنفس خصائص المواشي المتماثلة واعتمادا على أيضا على وزن الجسم. قسمت الحيوانات إلى مجموعتين متساويتين: مجموعة الضبط والتجريبية حيث تراوح معدل الوزن الابتدائي للتجربة ما بين 0.47 ± 24.63 و 0.64 ± 24.35 كجم على التوالي. تم تغذية المجموعتين بنوعين من الأعلاف الغذائية: اتباع نظام غذائي استنادا على الذرة للمجموعة الأولى (ن = 20) واستبدال الذرة بالشعير (نوعية سعيدة 183) للمجموعة الثانية التجريبية (ن = 20). وتستكمل كلا حمية مع 200 غرام من تبين الشعير لكل حيوان مع كل وجبة. أظهر التحليل الكيميائي للأعلاف ان محتوى الألياف الخام منخفض التركيز في العلف التجريبي. ومع ذلك، تضمن العلف التجريبي كميات أكبر من الكالسيوم. بعد 39 يوما من التسمين، لم يتم العثور على اختلاف كبير على أداء النمو بين المجموعتين ($P < 0.05$)، مما يدل على وجود نفس وزن الجسم فياخر التجربة. في المقابل، تم العثور على اختلاف ($p \leq 0.001$) فيما يتعلق تكلفة النظام الغذائي. وهذا ما يمكن أن يؤثر على سعر اللحوم المنتجة. في 0.78 ± 37.85 كجم كوزن حي، تم ذبح 10 خرفان ممن كانت تغذيهم بالعلف التجريبي. حيث كانت نسبة التصافي 46.65%، و 2.49% تقلص الذبيحة. وعلاوة على ذلك، تم الحصول على نسبة مثيرة للاهتمام من إجمالي العضلات (63.73%) مع التشكل الذبيحة جيدة بتسجيله 9.56. بالمقارنة مع سلالة الأغنام أخرى، يمكن اعتبار ذبيحة سلالة الاغنام الحمراء من بين الذبائح الأكثر قيمة من الناحية الاقتصادية.

كلمات البحث: الضأن الحمراء، تكلفة تغذية، أداء النمو، خصائص الذبيحة وجودة اللحم

Table de Matières

Avant-propos	ii
Abstract	v
Résumé	vii
ملخص	ix
Table des Matières	x
Liste de figures	xvii
Liste des tableaux	xviii
Liste des abréviations	xix
Introduction Générale	1

Partie I : Revue de la littérature

Chapitre 1 : L'élevage ovins en Algérie

1.1 Situation Socioéconomique de l'élevage ovin en Algérie	5
1.2 Typologie et caractéristiques physiques des races ovines	7
1.3 Principales races	8
1.3.1 Race Ouled-Djellal	8
1.3.1.1 Caractéristiques morphométriques	8
→ Variété Ouled Djellal (Djellalia)	9
→ Variété Ouled Nail (Hodnia)	9
→ Variété Chellala (Chellalia)	10
1.3.1.2 Aire géographique	10
1.3.1.3 Qualité et défauts	10
1.3.2 Race Hamra ou Beni Ghil	10
1.3.2.1 Caractéristiques morphométriques	12
1.3.2.2 Aire géographique	12
1.3.2.3 Qualité et défauts	13
1.3.3 Race Rembi	13
1.3.3.1 Caractéristiques morphométriques	14
1.3.3.2 Aire géographique	14
1.3.3.3 Qualité et défauts	15
1.4 Races secondaires	15
1.4.1 Race Barbarine	15
1.4.2 Race D'man	16
1.4.3 Race Berbère	16
1.4.4 Race Targuia-Sidaou	17

Chapitre 2 : Conduite d'élevage & physiologie de croissance et développement des agneaux

2.1	Utilisation des céréales dans l'alimentation	20
2.2	Particularités des grandes zones d'exploitation	22
2.2.1	Régions telliennes	22
2.2.1.1	Mode d'Alimentation	22
2.2.2	Hautes plaines steppiques	22
2.2.2.1	Mode d'Alimentation	23
2.2.3	Sahara Central	24
2.3	Production d'agneaux	25
2.3.1	Besoins alimentaires de l'agneau	25
2.3.2	Engraissement des agneaux	26
2.3.2.1	Agneaux de bergerie	27
A.	<i>Au cours de la phase lactée</i>	27
B.	<i>Alimentation des agneaux sevrés</i>	27
→	Rationnement	28
→	Engraissement à volonté	28
▪	Céréales	29
▪	Les tourteaux	29
2.3.2.2	Agneau D'herbe	29
A.	<i>Au cours de la phase lactée</i>	29
B.	<i>Alimentation des agneaux sevrés</i>	29
2.3.3	Complémentation des agneaux	29
2.3.3.1	À l'herbe	29
2.3.3.2	Avec des aliments concentrés	30
2.4	Croissance et développement des agneaux	30
2.4.1	Croissance	30
2.4.1.1	Croissance prénatale	31
2.4.1.2	Croissance Post natale	31
A.	<i>Croissance pré-sevrage</i>	31
B.	<i>Croissance post-sevrage</i>	32
2.4.2	Courbe théorique de croissance	33
2.4.3	Développement	33
2.4.3.1	Courbes de développement	33
2.4.4	Évolution de la composition corporelle de l'agneau	34
2.4.4.1	Facteurs de variation	34
A.	<i>Facteurs intrinsèques</i>	34

→ Mode de naissance	34
→ Sexe	35
→ Race	35
→ Hétérosis	35
→ Système endocrinien	36
<i>B. Facteurs extrinsèques</i>	36
→ Saison de naissance	36
→ Âge des de la brebis	36
→ Facteurs alimentaires	36
2.4.5 Métabolismes pendant la croissance	37
2.4.5.1 Métabolisme énergétique	37
2.4.5.2 Métabolisme protéique	38
2.4.5.3 Métabolisme lipidique	38
2.4.5.4 Lipogenèse	39
2.4.6 Variation de la quantité des lipides déposés	39

Chapitre 3 : Classification des carcasses & qualité des viandes des agneaux

3.1 Conditions d'abattage	41
3.2 Caractéristiques des carcasses	42
3.3 Classification et Estimation des carcasses	43
3.3.1 Critères d'appréciation	43
3.3.1.1 Critères quantitatifs	43
<i>A. Poids de la carcasse</i>	43
<i>B. Rendements de la carcasse</i>	43
<i>C. Composition de la carcasse</i>	44
3.3.1.2 Critères qualitatifs	46
<i>A. Conformation</i>	47
<i>B. État d'engraissement</i>	48
3.3.2 Méthodes d'estimation de la composition corporelle	49
3.3.2.1 Machines à classer	49
<i>A. VIAscan</i>	49
<i>B. VSS2000</i>	50
3.3.2.2 Mesure directe de l'épaisseur du gras de couverture	51
3.3.2.3 Mesure par Ultrason	51
3.3.2.4 Mesure des propriétés électriques	52
3.3.2.5 Autres méthodes	52
3.4 Facteurs de variation de la qualité de la carcasse	52

3.4.1	Facteurs intrinsèques	53
3.4.1.1	Type génétique	53
3.4.1.2	Sexe	53
3.4.1.3	Poids et âge à l'abattage	53
3.4.2	Facteurs extrinsèques	55
3.4.2.1	Système de production	55
3.4.2.2	Alimentation	57
3.5	Transformation des muscles en viande	57
3.5.1	État pantelant	58
3.5.2	Rigidité cadavérique	58
3.5.3	Maturation	58
3.6	Composition chimique de la viande	58
3.6.1	Protéines	59
3.6.2	Matière grasse	59
3.6.3	Protéines	60
3.6.4	Matière grasse	60
3.7	Qualité de la viande	61
3.7.1	Caractéristiques nutritionnelles	61
3.7.2	Caractéristiques organoleptiques	62
3.7.2.1	Couleur	62
3.7.2.2	Flaveur	63
3.7.2.3	Tendreté	63
3.7.2.4	Jutosité	63
3.7.3	Caractéristiques technologiques	63
3.7.3.1	Pouvoir de rétention d'eau	63
3.7.3.2	pH	64
3.7.4	Caractéristiques microbiologiques	65

Partie II : Volet Expérimental

Chapitre 4 : Matériel & Méthodes

4.1	Rappel sur les objectifs de l'étude	69
4.2	Présentation générale de la région d'étude	69
4.2.1	Partie I : Au niveau de l'ITTELEV	70
4.2.1.1	Matériel Végétal	70
A.	Préparation des aliments	70

→ Concentré commercial	70
→ Concentré expérimentale	70
B. Échantillonnage	71
C. Broyage et conservation des échantillons	71
D. Analyse des aliments	72
→ Détermination de la matière sèche	72
→ Détermination de la MM et MO	73
▪ Dosage du phosphore	73
▪ Dosage du Calcium	71
→ Teneur en matières azotées totales	74
→ Détermination de la matière grasse totale	76
▪ Dosage des NDF	78
▪ Détermination des ADF	78
▪ Dosage de la lignine ADL	79
E. Calcul de l'énergie métabolisable	79
4.2.1.2 Matériel Animal	80
A. Sélection des agneaux	80
B. Conduite des agneaux	80
→ Avant sevrage	80
→ Après sevrage	80
▪ Rationnement & abreuvement	80
▪ Mesures prophylactiques	81
▪ Suivi de croissance	81
- Mensurations	81
- Pesées	81
4.2.2 Partie II : Au niveau du l'abattoir	82
4.2.2.1 Traitement des carcasses, des abats et les issues	82
4.2.2.2 État d'engraissement et de conformation de carcasse	83
4.2.2.3 Mesures biométriques des carcasses	84
A. <i>Sur la face latérale</i>	84
B. <i>Sur la face ventrale</i>	85
C. <i>Sur la face dorsale</i>	86
4.2.2.4 Découpes des carcasses	86
4.2.2.5 Dissection tissulaire	87
4.2.3 Partie III : Au niveau du laboratoire	87
4.2.3.1 Caractéristiques technologiques	87
A. <i>Mesure de pH</i>	87
B. <i>Pouvoir de rétention d'eau</i>	87
C. <i>Mesures des pertes d'eau</i>	88
→ Pertes d'écoulements	88

→ Pertes après cuisson	88
4.2.3.2 Caractéristiques nutritionnelles	88
A. Mesure de la teneur en eau	89
B. Mesure de la teneur en azote total	89
C. Mesure de la teneur en matière grasse totale	90
D. Mesure de la teneur en cendres	91
4.2.3.2 Caractéristiques microbiologiques	91
A. Conservation des échantillons	91
B. Traitement des échantillons	92
C. Prise d'essai, suspension mère et les dilutions décimales	92
D. Dénombrement de la flore mésophile aérobique totale	93
E. Dénombrement des coliformes	93
F. Dénombrement et la recherche de <i>Staphylococcus aureus</i>	94
G. Recherche des anaérobies sulfito-réducteurs	95
→ Recherche des formes végétatives	95
→ Recherche des spores	95
H. Dénombrement et recherche de <i>Salmonellae</i>	95
4.3 Analyses statistiques	96
Chapitre 5 : Résultats & Discussion	
5.1 Partie I : Au niveau de l'TTELEV	98
5.1.1 Analyse de l'aliment	98
5.1.2 Performances de croissance	100
5.1.2.1 Avant sevrage (0-120J)	100
A. Poids à la naissance	100
B. Évolution du poids	101
C. Évolution du GQM	102
5.1.2.2 Après sevrage (120-200J)	103
A. Évolution du poids	103
B. Évolution de GQM	105
C. Évolution du tour de poitrine (TP)	106
D. Évolution de la hauteur au garrot (HG)	107
E. Corrélation entre les trois paramètres étudiés (Poids, TP, HG)	108
5.1.2.3 Énergie métabolisable	109
5.1.2.4 Coût de production	110
5.2 Partie II : Au niveau de l'abattoir	111
5.2.1 Traitement des carcasses, des abats et les issues	111
5.2.2 Mesures biométriques des carcasses	115

5.2.3 Découpes et dissection des carcasses	117
5.3 Partie III : Au niveau du laboratoire	121
5.3.1 Caractéristiques technologiques	121
5.3.1.1 Mesure de pH	121
5.3.1.2 Pouvoir de rétention d'eau	121
5.3.1.3 Mesures des pertes d'eau	122
5.3.2 Caractéristiques nutritionnelles	124
5.3.2.1 Teneur en eau	125
5.3.2.2 Teneur en protéines	125
5.3.2.3 Teneur en lipides	126
5.3.2.4 Teneur en matière minérale	126
5.3.3 Caractéristiques microbiologiques	126
5.3.3.1 Flore mésophile aérobie totale	127
5.3.3.2 Coliformes	127
5.3.3.3 <i>Staphylococcus aureus</i>	128
5.3.3.4 Anaérobies sulfito-réducteurs	128
5.3.3.5 <i>Salmonellae</i>	121
6.1 Conclusion générale	129
7.1 Références bibliographiques	131

Liste des Figures

Figure 1.1 : Bélier de la race Ouled-Djellal	08
Figure 1.2 : Bélier de la race Hamra	11
Figure 1.3 : Bélier de la race Rembi	13
Figure 1.4 : Bélier de la race Barbarine	16
Figure 1.5 : Aire de répartition des races ovines en Algérie	18
Figure 2.1 : Courbe théorique de la croissance	33
Figure 2.2 : Courbe de développement des différents tissus	34
Figure 3.1 : Découpes standardisés des carcasses des agneaux	45
	49
	50
Figure 4.1 : Protocole de dosage de la cellulose brute méthode de Weende	77
Figure 4.2 : Mensurations sur les carcasses	85
Figure 5.1 : Évolution des poids corporel des agneaux de la race Hamra avant sevrage (0-120 jours)	101
Figure 5.2 : Évolution de GQM des agneaux de la race Hamra avant sevrage (0-120 j)	103
Figure 5.3 : Évolution des poids des agneaux de la race Hamra après sevrage (120-200j)	104
Figure 5.4 : Évolution de GQM des agneaux de la race Hamra après sevrage (120-200j)	106
Figure 5.5 : Évolution du tour de poitrine chez les agneaux (EC)	107
Figure 5.6 : Évolution du tour de poitrine chez les agneaux (CC)	107
Figure 5.7 : Évolution de la hauteur au garrot chez les agneaux (EC)	109
Figure 5.8 : Évolution de la hauteur au garrot chez les agneaux (CC)	109
Figure 5.9 : Pourcentages moyens des tissus majeurs dans la carcasse	120
Figure 5.10 : Pourcentage des tissus majeurs/morceau	121
Figure 5.11 : Pourcentage moyen des composants majeurs dans la viande analysée	126

Liste des tableaux

Tableau 1.1 : Caractéristiques morphométriques de la race Rembi	14
Tableau 2.1 : Occupation des terres en Algérie (en km ²)	20
Tableau 2.2 : Apports alimentaires recommandés pour les agneaux en croissance et à l'engraissement selon leur potentiel de croissance	26
Tableau 3.1 : Facteurs affectant la qualité de la carcasse	41
Tableau 3.2 : Grille de classement des carcasses « EUROP ».	46
Tableau 3.3 : La composition globale de la viande	58
Tableau 3.4 : La teneur de la viande de bœuf en acide aminé (mg/100g)	58
Tableau 3.5 : Teneur de viande de bœuf en minéraux	59
Tableau 3.6 : Teneur de viande de bœuf en vitamine B3, B6 et B12	60
Tableau 4.1 : Coût et composition générale des rations utilisées	71
Tableau 4.2 : Chronologie de la distribution des aliments	81
Tableau 4.3 : Développement des profils de la carcasse, et notamment des parties essentielles de celle-ci (quartier arrière, dos, épaule)	83
Tableau 4.4 : État d'engraissement et notamment l'importance de la graisse sur les faces externes et interne de la carcasse	84
Tableau 4.5 : Description des limites anatomiques de découpes des carcasses	87
Tableau 5.1: Composition chimique des diètes et de paille d'orge	98
Tableau 5.2 : Pearson corrélation entre les mesures morphométriques, l'âge et le poids corporel	110
Tableau 5.3 : Coût de production des agneaux de la race "Hamra"	111
Tableau 5.4: Poids des pesés des abats et des issues	112
Tableau 5.5 : Mesures objectives et subjectives des carcasses "Hamra"	113
Tableau 5.6 : Mesures biométriques des carcasses	116
Tableau 5.7 : Pourcentage des morceaux et des tissus majeurs/carcasse	119
Tableau 5.8 : Mesure de pouvoir de rétention d'eau	123
Tableau 5.9 : Mesures des pertes de jus par écoulement et par cuisson	123
Tableau 5.10 : Résultats des analyses microbiologiques	128

Liste des abréviations et symboles

%	Pourcent
±	Plus ou moins
°C	degré Celsius
ADF	Acid Detergent Fiber
ADL	Acid Detergent Lignin
AFNOR	Association Française de Normalisation
AFRC	Agriculture Food Research Council
AG	Acide Gras
ANDI	Agence Nationale de Développement de l'Investissement
ANG	Angle du rebondi du gigot
AOAC	Association of Official Analytical Chemists
APS	Algérie Presse Service
ATP	Adénosine triphosphate
A_w	Activité de l'eau
BIA	Bioelectrical Impedance Analyzer
C°	Degré Celsius
Ca	Calcium
CB	Cellulose brute
CC	Concentré Commercial
CE	Concentré expérimentale
CEE	Communauté Économique Européenne
CIV	Centre d'Information de Viande
cm	centimètre
CMV	Complexe Minéral Vitaminique
CRSTRA	Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides
CUD	Coefficient d'Utilisation Digestive
CV	Coefficient de variation
DA	Dinars Algériens
EM	Energie Métabolisable
F	Longueur de gigot
FAO	Food and Agriculture Organization

G	Largeur au bassin
g/j	Grammes par jour
GMQ	Gain Moyen Quotidien
ha	Hectare
HCDS	Haut-commissariat de développement des steppes
HG	La hauteur au garrot
IC	Indice de Consommation
INRA	Institut National de la Recherche Agronomique
ISO	International Organization for Standardization
ITELV	Institut Technique des Élevages
JOUE	Journal Officiel de l'Union Européenne
K	Longueur carcasse
Kg	Kilogramme
Kj	Kilo joule
Km	kilomètre
LAC	Largeur au Thorax
m	mètre
m.s⁻¹	mètre par seconde
MADR	Ministère de l'agriculture et du développement rural
MAT	Matières Azotées Totales
mg	milligramme
ml	millilitre
MM	Matières Minérales
mm	millimètre
MO	Matière Organique
MS	Matière Sèche
n	Nombre d'échantillons
N	Normalité
NA	Norme Algérienne
NDF	Neutral Detergent Fiber
NF V	Norme française viande
NRC	Nutrient Requirements Council
OFIVAL	Office national Interprofessionnel des Viandes, de l'élevage et de l'Aviculture, France.

ONS	Office Nationale de Statistiques
PCA	Plat Count Agar
PCC	Poids de Carcasse Chaude
PCF	Poids de Carcasse Froide
PDI	Protéines Digestibles Intestinales
pHi	pH isoélectrique
PRE	Pouvoir de rétention d'eau
PSE	Peptone, Sel, Eau
RMN	Résonance Magnétique Nucléaire
S.T.H	Hormone de croissance somatotrophine
SAT	Superficie Agricole totale
SD	Erreur standard
TOBEC	Total Body Electrical Conductivity
TP	Tour de poitrine
TSC	Tryptone-Sulfite-Cyclosérine
UF	Unité Fourragère
UFV	Unité Fourragère viande
VRBLA	Violet Red Bile lactose Agar
VRBGA	Violet Red Bile Glucose Agar
<i>vs</i>	versus

Introduction générale

L'Algérie de par sa place géographique stratégique en Afrique et l'hétérogénéité des étages bioclimatiques, représente un capital naturel de biodiversité des ressources génétiques animales et végétales. Le cheptel ovin est présent presque sur tout le territoire algérien mais sa concentration est plus importante dans la partie nord du pays, avec toutefois une plus forte concentration dans la steppe et les hautes plaines semi arides céréalieres (80% de l'effectif total). Il existe aussi des populations au Sahara, exploitant les ressources des oasis et des parcours désertiques (**Kerboua et al., 2003**). Avec plus de 26 millions de têtes ovines, essentiellement des populations locales (Ouled Djellal, Rembi, Hamra, D'man, Barbarine, Berbère et Sidaou), ce cheptel occupe une place importante dans la filière viande rouge dans notre pays et forme un complexe « Ovins - Céréales -pâturage » qui domine ces filières. De plus, il compte pour 25 à 30% dans la production animale et 10 à 15% dans la production agricole et fournit plus de 50% de la production nationale en viande rouge (**MADR, 2010**).

La race « Hamra » dite « Beni-Ighil » au Maroc est la deuxième principale race ovine en Algérie en nombre et en distribution. Cette race est caractérisée par sa rusticité et sa tolérance aux conditions environnementales les plus extrêmes. Morphologiquement, ce mouton à une coloration acajou brunâtre ou marron roussâtre de sa tête et de sa peau avec une bonne conformation, tout en rondeur et une finesse remarquable de l'ossature et sa viande est d'excellente qualité (**Chellig, 1992**).

La viande ovine peut faire partie d'un régime équilibré apportant des nutriments importants bénéfiques à la santé. La viande et les produits carnés contiennent des niveaux considérables de protéines, vitamines, sels minéraux et oligoéléments essentiels. Mais il est évident que la viande d'agneau est l'un des produits alimentaires les plus chers en Algérie, en raison des coûts inconstables de systèmes intensifs d'engraisements. Cette pratique est effectuée surtout quand il devient impossible d'engraisier les agneaux dans les conditions naturelles. Dans les fermes, le choix du type de concentré est principalement basé sur son prix, dans le cas de maïs ce prix est essentiellement 30-60% supérieur que celui de prix de l'orge locale, en effet que le maïs

est totalement importé (importations de maïs 3.15 millions de tonnes en 2011) (**FAO-Stat 2013**).

Peu d'études attardées sur les caractéristiques des carcasses et de la qualité des viandes produites par les ovins de la race « Hamra ». D'après CHELLIG, (1992), Elle a été très prisée à l'exportation en France jusqu'en 1960.

À cet égard nous avons entamé cette étude dont les objectifs principaux sont répartis sur trois niveaux :

- Premièrement, au **niveau de l'ITELEV** ; À ce niveau nous avons visé à préparer un concentré à base d'un produit local (orge, *variété Saida 183*) et de suivre les performances de croissance des agneaux (Poids, GMQ, Tour de poitrine, hauteur au garrot, etc.) nourris à base de ce dernier ;
- Deuxièmement, au **niveau de l'abattoir** ; À ce niveau nous sommes intéressés à l'abattage des animaux après une période d'engraissement par le concentré préparé au niveau de la ferme et à évaluer les caractéristiques des carcasses (*Mesures objectives, subjectives et rendement, découpes, dissection, etc.*) ;
- Troisièmement, au **niveau du laboratoire** ; Nous nous sommes focalisés à l'analyse des caractéristiques nutritionnelles, technologiques et microbiologiques.

Partie I : Revue de la littérature

Chapitre 1

Élevage ovin en Algérie

1.1	Situation socioéconomique	05
1.2	Typologie et caractéristiques des races ovines	07
1.3	Races ovines an Algérie	08
1.3.1	Les principales races	08
1.3.2	Les races secondaires	12

Chapitre 1

Élevage ovin en Algérie

1.1 Situation Socioéconomique de l'élevage ovin en Algérie

Depuis longtemps, l'élevage ovin est fortement attaché dans les traditions de la population maghrébine. Le mouton joue un rôle économique, social et rituel très important. En effet, la viande ovine est conventionnellement associée aux fêtes religieuses et familiales dans ces nations. Il représente aussi une source de trésorerie facilement mobilisable. Les systèmes de production ovins sont un élément fondamental de l'économie, notamment dans les zones rurales difficiles, arides ou semi-arides où ils sont particulièrement adaptés au milieu naturel et aux ressources pastorales spontanées et variables. En Afrique du Nord, la production de viande ovine représente 40% de la production de viande rouge (RONDIA, 2006).

L'Algérie de par sa place géographique stratégique en Afrique et l'hétérogénéité des étages bioclimatiques, représente un capital naturel de biodiversité des ressources génétiques animales et végétales. Le cheptel ovin est présent presque sur tout le territoire algérien mais sa concentration est plus importante dans la partie nord du pays, avec toutefois une plus forte concentration dans la steppe et les hautes plaines semi arides céréalieres (80% de l'effectif total). Il existe aussi des populations au Sahara, exploitant les ressources des oasis et des parcours désertiques (KERBOUA *et al.*, 2003).

Le déséquilibre observé dans la répartition de l'élevage ovin en Algérie est dû aux différents modes d'élevages utilisés, système extensif sur les zones steppiques et sahariennes, intéressant la totalité du cheptel qui existe, et le reste élevé de façon semi-extensive plus ou moins sédentaire sur les hauts plateaux céréaliers (MADR, 2006).

La steppe algérienne, située entre l'atlas tellien au nord et l'atlas saharien au sud, est une région à vocation essentiellement pastorale et supporte un cheptel ovin évalué à plus de vingt millions de têtes, détenant une place prépondérante dans l'économie nationale (MADR, 2006). Ces zones steppiques sont aujourd'hui au cœur des

préoccupations des pouvoirs publics qui cherchent à répondre à une demande sociale et économique grandissante (HCDS, 2006).

Les progrès réalisés au cours du vingtième siècle en agriculture ont permis d'augmenter entre autres les rendements de l'élevage. Ainsi, les avancées dans le domaine de l'alimentation et la génétique des ruminants ont mis au profit cette particularité du métabolisme. La capacité du maintien de la gestation ou de la lactation en dépit des carences énergétiques est utilisée pour intensifier la production de lait et de viande.

La production annuelle de viande contrôlée est estimée à 16.500 tonnes ou 65% de la production nationale. À cela s'ajoute les quantités provenant de l'abattage non contrôlé (estimées à 40% de cette quantité) et les sacrifices des fêtes et périodes religieuses. En Algérie la production de viande reste insuffisante pour la demande locale, elle est complétée par l'importation des viandes bovines et ovines (CHEMMAM, 2007). Le déficit permanent de production a donc laissé une large place aux approvisionnements intracommunautaires comme aux importations en provenance de pays tiers pour satisfaire la demande intérieure.

L'importance de l'effectif ovin qui compose notre cheptel i.e. 26 millions de têtes, permettant à notre pays de prendre la 5^{ème} place en matière de production des viandes ovines avec un taux de 3% de la production mondiale de viande ovine, derrière la Chine 24%, l'Australie 8%, la Nouvelle Zélande 5% (FranceAgriMer, 2013). Néanmoins, le niveau de la consommation de cette denrée alimentaire en Algérie connaît des contreperformances dans ce créneau. En effet, selon le même bilan, l'Algérie ne figure pas sur la liste des pays consommateurs de la viande ovine. Cette situation amène à relever les faibles incidences sociales de la croissance exceptionnelle de la filière ovine en Algérie qui est passée de 19 millions têtes en 2005 à 26 millions têtes en 2015. En effet, la viande ovine reste inaccessible pour une grande partie des ménages algériens aux revenus moyens et faibles avec des prix en constante hausse se situant dans la fourchette de 1 200 à 1 500 DA/kg (Algérien Presse Service. APS, 2016).

En outre, les importations de produits d'origine animale entre 2008 et 2014 ont connu des progressions spectaculaires en se multipliant par 10, voire plus, dans certains cas, selon les statistiques émanant par Office Nationale de Statistiques (ONS). Que ce soit en bovins vivants, en viandes ou produits laitiers, les acquisitions de

l'Algérie sur le marché international observent une tendance globale en nette progression. Il en ressort ainsi, à titre indicatif, que l'Algérie, qui n'a importé que 900 bovins vivants de plus de 160 kg en 2008, a vu ce volume atteindre les 15 000 têtes en 2014 (ONS, 2014).

En revanche, les progrès techniques importants dans la culture céréalière permettent de consacrer une part de plus en plus importante des terres cultivées à la production d'alimentation animale.

L'élevage ovin représente la spéculation agricole la plus importante. Le secteur de la production animale, fournie près de 5 milliards de dollars américain. L'élevage des petits ruminants, contribue avec 52% et représente 35% de la production agricole totale. Il occupe ainsi une place importante sur le plan économique et social. Sa contribution à l'économie nationale est importante dans la mesure où il représente un capital de plus d'un milliard de dinars algérien. C'est une source de revenu pour de nombreuses familles à l'échelle de plus de la moitié du pays (MOHAMMEDI, 2006).

1.2 Typologie et caractéristiques physiques des races ovines

De toutes les espèces, l'ovin algérien constitue une véritable richesse nationale de par sa grande diversité appréciée par le nombre total de ces races et d'autre part par les effectifs importants, qui dépasseraient les 26 millions de têtes (MADR, 2015).

L'Institut Technique des Élevages (ITELV) qui a étudié les caractéristiques de ces races pendant plusieurs années au niveau des stations expérimentales, et à travers des enquêtes réalisées sur l'ensemble du territoire, a présenté des normes qui ont pour objectif de mettre en évidence l'ensemble des caractères qui permettent de décrire et de définir le standard de ces races avec les différentes dénominations.

Les ressources génétiques ovines sont composées de plusieurs races considérées comme le premier fournisseur en Algérie de viandes rouges. Elles sont regroupées en races principales, dominantes : Ouled-Djellal, Hamra, et Rembi ainsi que des races secondaires : Berbère, Barbarine, D'men, Sidahou et Tadmit (CHELLIG, 1992).

1.3 Principales races

1.3.1 Race Ouled-Djellal (NA 15457, 2007)

Appelée également la race « Arabe blanche », la race Ouled-Djellal (cf. figure 1.1), la plus répandue, environ 58% du cheptel national, adaptée au milieu steppique, présente des qualités exceptionnelles pour la production de viande et de laine.



Figure 1.1 : Bélér de la race Ouled-Djellal

1.3.1.1 Caractéristiques morphométriques

La race Ouled Djellal, qui est une race de grand format, se caractérise par :

- **Une tête** sans cornes, assez fine, un peu longue, profil sub-busqué ou busqué chez le mâle, front large, chanfrein proéminent. La face est recouverte de poils blancs, lustrés et très fins, l'œil est grand et de couleur noir ou jaune clair, les oreilles sont longues et pendantes ;
- **Un cou** long, sans fanons, nu sur sa partie ventrale ;
- **Un tronc** rectangulaire avec une ligne du dessus droite, du garrot à la base de la queue.

Les côtes sont longues et bombées. La poitrine est profonde et descend bas entre les membres antérieurs. La queue est relativement courte et s'arrête au niveau du jarret.

- *Les membres* sont longs, adaptés à la marche avec de très bons aplombs et un gigot plat ;
- *La peau* est blanche avec quelques traces de pigmentation marron sur certains sujets très visibles chez les jeunes, la dilution de ces pigmentations se fait avec l'âge.
- *La laine* est blanche, fine et peu jarreuse. La toison couvre suffisamment l'animal, elle descend jusqu'aux jarrets et aux genoux. Le ventre et la partie inférieure du cou sont nus.
- *Format et poids* : race de grand format. Taille moyenne, la hauteur au garrot représente chez la brebis 70 cm (minimum 61 cm) et 80 cm (minimum 75 cm) chez le bélier. Le poids moyen des brebis est de 60 kg (minimum 42 kg), celui des béliers est de 83 kg (minimum 73 kg).

Cette race comprend trois variétés :

➔ **Variété Ouled Djellal (Djellalia)**

Elle occupe la région des « Zibans » de Biskra et Tougourt. C'est un mouton longiligne, haut sur pattes, adapté au grand nomadisme, sa laine est blanche, fine et jarreuse, le ventre et le dessous du cou sont nus, les cornes sont moyennes, spiralées et peuvent être présentes chez les brebis. Elle a le squelette très fin, le gigot long et plat, sa viande possède un léger goût de suint (**BEURRIER et al., 1975**). Cette variété utilise très bien les parcours. C'est le mouton des tribus nomades du piémont sud de l'Atlas saharien (**CHELLIG, 1992**).

➔ **Variété Ouled Nail (Hodnia)**

Elle occupe la région du Hodna, Sidi Issa, M'sila, Biskra et Sétif. C'est la plus dominante numériquement. Ce mouton est le plus recherché par les éleveurs en raison de son poids corporel élevé par rapport aux autres. L'Hodnia est caractérisé par une forme bien proportionnée, une taille élevée, elle a une couleur paille claire ou blanche. La laine couvre tout le corps jusqu'au jarret. Cette variété est élevée dans toutes les exploitations céréalières des hauts plateaux (**ITLEV, 2002**).

→ Variété Chellala (Chellalia)

Elle occupe la région de Laghouat, Ksar Chellala, Tagine (Oued Touil) et Bokhari. Cette variété est la plus légère dans cette race. Elle est de petite taille et présente une laine très fine. Cette variété est élevée pour la production de la laine à la station de la recherche agronomique de Taadmit (wilaya de Djelfa), elle est appelée aussi race de Taadmit. Les béliers de ce type sont considérés comme moins combattifs que ceux du type Ouled Djellal et sont souvent mottes dépourvues de Cornes (CHELLIG, 1992).

1.3.1.2 Aire géographique

Ouled Djellal est le véritable mouton de la steppe et des hautes plaines. La rusticité dans les différentes conditions climatiques et la productivité pondérale de cette race expliquent sa rapide diffusion sur l'ensemble du pays sauf dans le sud, où elle tend à remplacer certaines races dans leur propre berceau, cas de la race Hamra.

De son berceau à l'Est algérien, la race Ouled Djellal a gagné du terrain. Elle occupe une vaste zone allant d'Oued Touil (Wilaya de Tiaret et de Laghouat) à la frontière tunisienne (CHELLIG, 1992).

1.3.1.3 Qualité et défauts

Cette race, malgré l'adversité du milieu (rigueur du climat, contraintes alimentaires), est caractérisée par une rusticité remarquable, elle fait preuve d'une adaptation parfaite aux objectifs recherchés par les éleveurs, et progresse dans les régions à tradition agricole par substitution aux autres races, mais aussi dans les élevages agro-pastoraux et sylvo-pastoraux en voie d'intensification, par croisement avec les populations locales (KERBOUA *et al.*, 2003).

La présence de jarre, de pigmentation trop prononcée, et présence de cornes représentent quelques défauts éliminatoires pour certains éleveurs.

1.3.2 Race Hamra (NA 15468, 2007)

La race rouge Béni Ghil (dite Hamra en rappel de sa couleur) des hauts plateaux de l'ouest (21% du cheptel). La Race Hamra dite Beni Ghil est dite autochtone d'Afrique de Nord, plus précisément du haut atlas marocain où elle est élevée par la tribu Beni

Ghil d'où elle tire son nom. L'appellation "Hamra" ou "Deghma" donnée à cette race par les éleveurs de la steppe de l'ouest est due à la coloration acajou brunâtre ou marron roussâtre de sa tête et de sa peau (BENYOUCEF & AYACHI, 2003). Comparativement aux autres races locales elle est particulièrement adaptée aux conditions climatiques des parcours plats de la steppe de l'ouest et à son vent glacial "El Gharbi".

Elle a été très prisée à l'exportation en France jusqu'en 1960 (CHELLIG, 1992). Plusieurs auteurs parmi lesquels TROUETTE (1933), SAGNE (1950), BENYOUCEF & AYACHI, (1992) ont tenté de décrire cette race à partir d'observations mais les critères utilisés paraissent variés et de niveaux d'intérêt différents. Cependant, ils s'accordent tous à dire que la race Hamra semble originaire de l'Afrique du Nord et la considèrent proche phénotypiquement de la race Beni Guil qui tire son nom d'une tribu du Haut Atlas marocain.



Figure 1.2 : Bélier de la race Hamra (ITELV Saida, 2012)

1.3.2.1 Caractéristiques morphométriques

La race Hamra est caractérisée par un corps petit et court très ramassé sur pattes. Ces dernières et la tête sont de couleur rouge acajou foncée presque noire. Sa peau est brune avec des muqueuses noires, tandis que sa laine est de couleur blanche, tassée avec des mèches de 5 à 7cm peu jarreuse, fines et colorées. Ces caractéristiques rendent cette race ovine très résistante (rustique) et bien adaptée à l'immensité plate de la steppe sans relief et aux extrêmes variations des températures dans les plateaux de l'ouest.

Le mâle adulte de cette race atteint une hauteur au garrot de 76 cm, une longueur de corps de 71 cm et un tour de poitrine de 36 cm avec un poids vif moyen de 71 kg. Tandis que la brebis présente (67 cm, 70cm et 27 cm avec 40 Kg de poids) respectivement.

La Hamra Beni Guil regroupe trois types de variété (CHELLIG, 1992 ; ITELV, 2003) selon la répartition géographique suivante :

- El Baydha-Mechria à face de couleur acajou foncé ;
- El Aricha Sebdou à couleur acajou foncé presque noire, c'est le type le plus performant et le plus recherché par les éleveurs comme le type même de la race Hamra ;
- Et Mlakou Chott chergui à couleur acajou clair.

1.3.2.2 Aire géographique

L'aire de répartition de cette race est située dans les hauts plateaux de l'ouest et le sud-ouest, elle est rencontrée également au niveau du piémont de l'atlas saharien. Son aire d'extension est comprise entre le Chott Chergui à l'est, l'Atlas saharien au sud-est, le Maroc à l'ouest et les monts de Tlemcen et de Saida au Nord.

Ils seraient dus à l'envahissement quasi-permanent par les autres races locales blanches et notamment la Ouled Djellal et la Rembi traditionnellement originaires des régions du Centre de l'est-Algérien. Cette hypothèse semble être étayée par le cantonnement de la race Hamra à quelques grandes populations d'éleveurs parmi lesquels : les Hmayadnee Méchéria et Ain Ben Khelil (wilaya de Naama), les Mekhafa

d'Arbaouat (wilaya d'El Bayadh) et les Ouled Nhar de l'Aricha et Sebdou (wilaya de Tlemcen et Sidi-Bel-Abbès).

1.3.2.3 Qualité et défauts

Cette race est de bonne conformation, tout en rondeur et une finesse remarquable de l'ossature. Cette forme reflète sur sa conformation bouchère (gigot petit et arrondi, côtelette fine). Le mouton de la race Hamra lui a valu dans le passé une grande réputation sur les marchés des pays nord-méditerranéens sous l'appellation du « petit mouton Oranais ». Elle est reconnue surtout pour sa qualité gustative de sa viande (tendre et savoureuse). Cette race est bien adaptée aux vents glacés des steppes et aux plateaux steppiques qui sont souvent très froid on période hivernale, et excessivement chaud en périodes estivales.

Certes ce mouton est résistant mais exigeant en qualité de pâturages. Il est en nette régression à cause de sa taille la plus petite que celle des races arabes ce qui rend non préférée pour certains éleveurs.

1.3.3 Race Rembi (NA 15329, 2013)

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



Figure 1.3 : Bélier de la race Rembi (NA 15329, 2013)

1.3.3.1 Caractéristiques morphométriques

La race Rembi se distingue par une tête de couleur brune-pâle avec la présence des cornes massives et spiralées et des oreilles de taille moyenne tombantes. Les pattes sont de couleur qui varie entre le fauve rouge et l'acajou. La laine est de couleur chamois qui couvre tout le corps et descend jusqu'aux genoux et aux jarrets. La queue est mince et d'une longueur moyenne.

Tableau 1.1 : Caractéristiques morphométriques de la race Rembi (NA 15329, 2013)

Sexe	Mâles	Femelles
Hauteur au garrot (cm)	79	72
Longueur du corps (cm)	77	73
Tour de poitrine (cm)	39	32
Longueur des oreilles (cm)	16.5	15
Poids vif (kg)	80	60

C'est un animal haut sur pattes, il est considéré comme le plus grand format de mouton d'Algérie. Cette conformation bonne, leur squelette massif et ces pattes très robustes donne lieu très fort de ressemblance au mouflon du Djebel Amour.

Cette race est particulièrement rustique et productive, elle est très recommandée pour valoriser les pâturages pauvres de montagnes. L'effectif total est d'environ 2.000.000 de têtes soit 11,1 % du total ovin. Il existe deux variétés de cette race :

- Rembi du Djebel Amour (Montagne) ;
- Rembi de Sougueur (Steppe).

La productivité numérique et pondérale est la plus élevée comparativement aux races de la steppe. Le poids des animaux aux différents âges est supérieur de 10 à 15% de celui de la race Ouled-Djellal. Une sélection massale et une augmentation de ses effectifs en race pure paraissent indispensables à brève échéance pour maintenir ce patrimoine génétique (KERBOUA *et al.*, 2003).

1.3.3.2 Aire géographique

Le berceau de la race Rembi s'étend de l'Oued Touil à l'est au Chott Chergui à l'ouest et de Tiaret au Nord à Aflou et El-bayadh au sud (CHELLIG, 1992).

Il est particulièrement adapté aux régions de l'Ouarsenis et des monts de Tiaret. Il occupe la zone intermédiaire entre la race Ouled Djellal à l'est et la race Hamra à l'ouest.

1.3.3.3 Qualité et défauts

Cette race est particulièrement rustique et productive et bien adaptée aux zones d'altitudes. La forte dentition résistante à l'usure lui permet de valoriser au mieux les végétations ligneuses et de retarder à 9 ans l'âge de la réforme contrairement aux autres races réformées à l'âge de 6-7 ans. Il semble ainsi qu'elle est mieux adaptée que la race Ouled-Djellal aux zones d'altitude (BELAID, 1986 ; NADJRAOUI, 2003).

1.4 Races secondaires

1.4.1 Race Barbarine

Cette race, est en général, apparentée à la race « Barbarine tunisienne », est lui-même apparenté au Barbarine du moyen orient et au Barbarine d'Asie mais s'en différencie par une demi-queue grasse, moins importante. Cette réserve de graisse rend l'animal particulièrement rustique en période de disette dans les zones sableuses. Ses gros sabots en font un excellent marcheur dans les dunes du Souf (El Oued) en particulier. Son aire d'extension couvre l'est du pays, dans l'erg oriental (Oued Souf) aux plateaux constantinois jusqu'à la frontière tunisienne. Ce faible effectif peut être expliqué par la rareté et la pauvreté des pâturages dans sa région d'élevage et par la concurrence de l'élevage bovin traditionnellement développé au Nord de la ligne Batna-Tébessa (CHELLIG, 1992).



Figure 1.4 : Bélier de la race « Barbarine » (CRSTA, 2015)

1.4.2 Race D'man

C'est une race des oasis sahariennes, originaire du Maroc. Le berceau de cette race s'étend du Sud-Ouest algérien (Béchar, Tindouf, Adrar) jusqu'à Ouargla essentiellement les oasis d'Errachidia et Ouarzazate au Maroc, même à Tozeur et Kebili (Sud Tunisien). C'est un animal de palmier, connu souvent sous le nom de race du « Tafilalet », il vit en stabulation dans la majeure partie de l'année (TURRIES, 1976 ; ARBOUCHE, 1978) et caractérisé par une tête fine, brusquée, des cornes petites, fines ou inexistantes, des oreilles longues tombantes, implantées bas, derrière la tête. Le cou long, mince, portant des pendeloques chez la brebis. Cette race est forte d'une hétérogénéité phénotypique et de squelette très fin, haut sur patte et du type longiligne, caractérisée par une pigmentation variable (la tête et la toison peuvent être entièrement noires, brunes ou blanches). Une sélection sur la conformation pourrait en faire une race d'un grand intérêt pour l'élevage en race pure en zone saharienne et pour les croisements industriels destinés à la boucherie (CHELLIG, 1992).

1.4.3 Race Berbère

Le mouton Berbère constitue probablement la population ovine la plus ancienne d'Afrique du Nord, vraisemblablement issue de métissages avec le mouflon sauvage. C'est un animal de petite taille, bréviligne, à laine emmêlée blanche et mécheuse. Sa

tête se caractérise par un profil droit, un chanfrein concave, des oreilles moyennes et demi-horizontales et des cornes petites et spiralées. La queue est fine et de longueur moyenne (SAGNE, 1950 ; CHELLIG, 1992).

C'est une bête très rustique, résistant au froid et à l'humidité, il est élevé traditionnellement dans l'Atlas Tellien de Maghnia jusqu'à la frontière tunisienne. Le caractère pastoral très extensif de cet élevage en montagnes explique les productivités numériques et pondérales inférieures à celles des races élevées en systèmes agricoles. En raison particulièrement de ses faibles performances, elle tend à être croisée ou remplacée par la Ouled Djellal (CHELLIG, 1992).

1.4.4 Race Targuia-Sidaou

Cette race se trouve dans le grand Sahara allant de Bechar et passant par Adrar jusqu'à Janet. Elle est originaire du Mali, exploitée essentiellement par la population touarègue, et mène une vie nomade. Ces moutons migrent depuis le Fezzaze en Libye jusqu'au Niger et au sud de l'Algérie (Hoggar-Tassili). C'est la seule race algérienne dépourvue de laine mais à corps couvert de poils, ressemblant à une chèvre, la queue étant longue (presque au ras du sol) et fine. Sa conformation est mauvaise. La couleur des poils est noire ou paillée, sa poitrine est étroite et les pattes sont longues et hautes aptes à la marche sur de longue distance. Toutefois il serait recommandé d'éviter la perte d'un patrimoine génétique qui a fait preuve d'adaptation aux conditions les plus rudes. On qualifie cette race de résistante au climat saharien (CHELLIG, 1992).

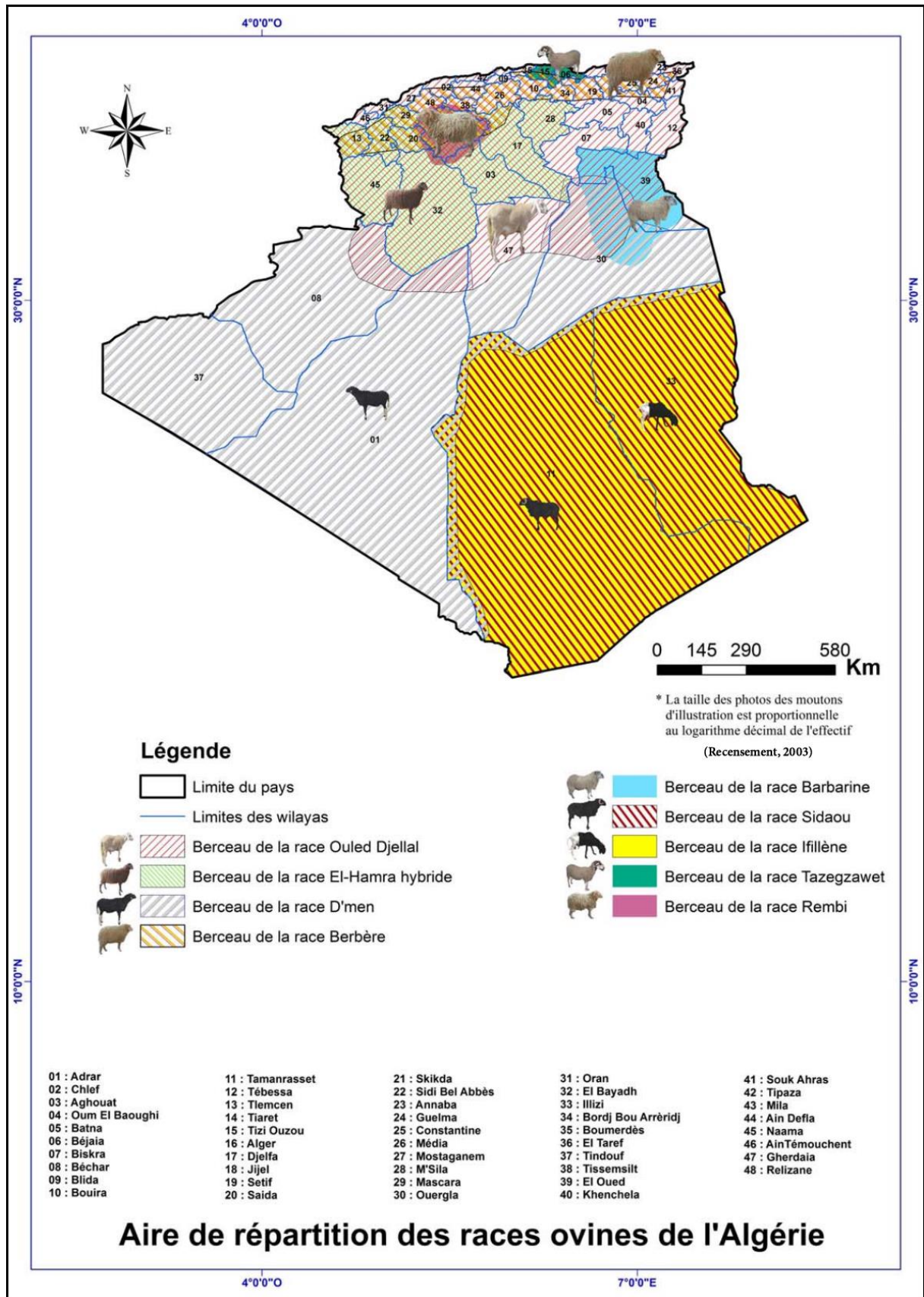


Figure 1.5 : Aire de répartition des races ovines en Algérie (CRSTRA, 2015)

Chapitre 2

Conduite d'élevage, physiologie de croissance et développement des agneaux

2.1	L'utilisation des céréales dans l'alimentation.....	20
2.2	Particularités des grandes zones d'exploitation.....	22
2.3	Production d'agneaux.....	25

Chapitre 2

Conduite d'élevage, physiologie de croissance et développement des agneaux

2.1 Utilisation des céréales dans l'alimentation

L'agriculture est un facteur très important dans l'économie algérienne, la superficie emblavée en céréales (blé, orge) n'a pas évolué depuis plusieurs années et l'Algérie possède peu de terres cultivables. Celles-ci occupent seulement 3.4% de la surface totale, ce qui limite fortement les possibilités d'augmentation des productions agricoles. En outre, les superficies des terres irriguées sont aussi très faibles et ne représentent que 8 % de la superficie des terres cultivables (BENCHERIF, 2011).

Tableau 2.1 : Occupation des terres en Algérie (en km²) Statistiques agricoles (2002)

Utilisation des terres		Superficies en km ²	Superficies en %
Superficie Agricole totale (SAT)		407 359	17.1
Terres cultivables	Totales	82 286	3.4
	Irriguées	6 711	0.2
	Non irriguées	75 575	3.2
Pacages et parcours (Pâturages)		316 247	13.3
Forêts et terres boisées		42 800	1.8
Terres improductives non affectées à l'agriculture		1 904 331	80
Totale Superficie Territoriale		2 381 741	100

La steppe en association avec la transhumance avec les zones céréalières a constitué de tout temps la principale source de l'alimentation des ovins. Cependant, ce système a subi des modifications importantes, en effet que, seuls 15% de cet effectif est concerné par la transhumance (BOURBOUZE, 2006). Cette sédentarisation accrue a conduit à une surexploitation des parcours de la steppe qui n'arrive plus à assurer les besoins alimentaires des troupeaux. La réponse des éleveurs à cette situation est la mise en culture de milliers d'hectares steppiques. Ainsi, d'année en année la steppe se

dégrade. L'arrivée massive de concentrés, très couteux, dans cette zone n'est qu'un remède provisoire et aléatoire.

Cette situation pourrait conduire à terme à un élevage en bergerie intégrale qui nécessite une alimentation rationnelle à l'auge. L'alimentation rationnelle à l'auge suppose une production fourragère suffisante et une bonne connaissance des besoins nutritionnels des ovins de race algérienne à différents stades physiologiques. L'offre fourragère, exprimée en unités fourragères (UF) est de 6,4 Milliards d'UF (DEBÈCHE, 2006), issues principalement des zones céréalières et des parcours steppiques. Les fourrages cultivés ne participent qu'à hauteur de 10% (MADR, 2006). L'élevage ovin des régions arides et semi-arides en Algérie est confronté à de grandes fluctuations dans l'offre pastorale, le contexte alimentaire chez les ruminants dans ces zones se caractérise par une offre fourragère insuffisante tant qualitativement que quantitativement. Les données publiées à ce sujet ne permettent pas d'apprécier l'étendue de l'offre fourragère, ni d'en déterminer les apports ou les déficits éventuels.

Sur le terrain l'élevage étant pratiqué de manière extensive se référant à un mode de conduite traditionnelle limitant la productivité de ce cheptel. L'alimentation des ruminants domestiques est constituée par une végétation annuelle spontanée des pâturages naturels, des jachères ainsi que par les résidus d'agriculture, principalement de la paille jachères soit de champs cultivés. Malgré quelques tentatives, il demeure très difficile d'évaluer l'apport alimentaire de cette végétation spontanée, même si dans l'ensemble, il apparaît assez maigre et se traduit par des gains moyens quotidiens en poids ne dépassant pas 200 g chez les ovins (LEMNAOUAR-HADDADI, 2001). Ceci constitue, incontestablement, l'une des contraintes majeures à l'essor de l'élevage en Algérie qui se répercutera également sur le déroulement de la gestation des brebis, un processus tenant encore une part importante de mystère. Ainsi, la femelle protège, nourrit et établit des liens avec sa progéniture dès la fécondation et cela jusqu'au sevrage et même parfois tout au long de sa vie. Parmi ces mécanismes, l'un des plus surprenants est cette faculté que possède la femelle de préserver la vie de sa portée, et cela au détriment de sa santé et parfois de sa vie.

2.2 Particularités des grandes zones d'exploitation

Suivant la localisation géographique, les grandes zones d'exploitation du cheptel ovin sont : les régions telliennes, la steppe et les régions sahariennes.

2.2.1 Régions telliennes (ou zones céréalières)

Ce sont des zones à élevage sédentaire et en stabulation pendant la période hivernale. Il est très souvent associé à l'élevage des caprins. Le système de production dominant est le semi intensif avec des troupeaux de 10 à 20 brebis suivant la taille des exploitations (BEDRANI, 1996).

2.2.1.1 Mode d'alimentation

L'alimentation des troupeaux des zones céréalières se fait en fonction de la saison :

- *Février à Mars* : les animaux sont mis sur des terres céréalières cultivées pour brouter les jeunes pousses d'orge ou de vesce avoine en plus des herbes naturelles ;
- *Avril à Juin* : sur les repousses d'herbe ;
- *Juillet à Septembre* : sur les chaumes ;
- *Octobre à Janvier* : sur les repousses d'herbe automnales (kharfia).

Pendant la période de froid, ou le développement de la végétation est très limité, les animaux reçoivent des supplémentations d'orge et de vesce avoine. Les sujets faibles, les béliers ainsi que les brebis ayant nouvellement agnelé et les agneaux sevrés sont gardés en bergerie et nourris de fourrages supplémentés d'orge (GHIMOUZ, 1978).

2.2.2 Hautes plaines steppiques

La steppe a souvent été nommée " le pays du mouton", environ 60% de l'effectif ovin national se trouve dans la steppe qui constitue la terre d'un parcours par excellence (KHELIFI, 1999). L'effectif du cheptel dans ces zones n'a pas cessé d'augmenter depuis 1968 en raison de la régression du nomadisme d'un côté et les subventions que l'état a accordé à l'aliment concentré pendant les années 70.

La population steppique, composée essentiellement de pasteurs éleveurs pratiquait le nomadisme (concernant le déplacement de l'ensemble de la famille), et la transhumance (qui ne concerne que le berger et son troupeau). Ces deux pratiques sont des formes d'adaptation à ces milieux arides qui permettent de maintenir l'équilibre et de survivre aux crises écologiques dues à des sécheresses cycliques.

En effet, la région a connu des plans d'aménagement et de mise en valeur axés sur une rentabilisation des espaces qui se sont traduit par une sédentarisation d'une partie importante de la population nomade et d'une concentration des troupeaux (ABAAB *et al.*, 1995 ; BEDRANI, 1996).

2.2.2.1 Mode d'alimentation

L'alimentation des troupeaux dans la région steppique est basée surtout sur les pâtures naturelles, en général, lorsque la pluviométrie est suffisante pendant l'hivers, la poussée de la végétation arrive à son maximum au mois d'Avril et au de Mai, par conséquent, les troupeaux profitent au maximum de cette végétation jusqu'au mois de juin moment de la disparition de ces jeunes pousses et en même temps le début de la « Achaba » qui mène les animaux vers les hautes plaines pour utiliser les pâturages sur chaumes qui présentent à ce moment (Août-Septembre) une offre maximale. Une fois ces derniers usés, les troupeaux regagnent la steppe pour utiliser les repousses de l'automne en attendant le printemps. Pendant la période d'hivers qui est la plus difficile, les animaux sont toujours conduits sur parcours mais sont supplémentés avant leur sortie par des rations composées essentiellement d'orge (ABAAB *et al.*, 1995).

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

La nature botanique et la répartition spatiale de la steppe algérienne fait apparaître différents types, selon BENCHERIF (2011) :

- La steppe à graminées notamment l'alfa (*Stipa tenacissima*), pures ou mixtes avec d'autres plantes pérennes ou vivaces. Rencontrés sur les sols bien drainés, ces

parcours ont généralement une bonne valeur fourragère grâce à la présence de nombreuses espèces annuelles, favorisées par l'existence d'un microclimat créé par les touffes d'Alfa, ainsi qu'aux épis formés au printemps par cette plante, qui a une bonne valeur fourragère (0,60 UF/Kg.MS) ;

- *Des steppes à chaméphytes*, principalement l'armoise blanche (*Artemisia herba alba*) pures ou mixtes avec d'autres plantes pérennes ou vivaces. Comme les précédentes. Ces steppes forment de bons parcours riches en espèces annuelles d'une bonne valeur fourragère (environ 0.5 UF/Kg.MS), très appréciés par les moutons et recherchés par les bergers, surtout en automne où ils produisent beaucoup de biomasse verte. La particularité de l'armoise blanche, est qu'elle donne son arôme à la viande des moutons ;

- *Des steppes à psamophytes* ; elles sont constituées d'espèces qui poussent sur les sols sableux (*steppe à drine*), et qui peuvent jouer un rôle de fixation des dunes. On peut citer : le rétam (*Retama retam*) et le drinn (*Aristida pungens*) ;

- *Des steppes à halophytes* ; ce sont des formations particulières des dépressions salées ; parmi les espèces qu'on y rencontre, signalons les Atriplex (*Atriplex halimus*, *Atriplex nummularia*, *Atriplex canescens*), le Tamarix (*Tamarix galica*).

2.2.3 Sahara Central

Nous distinguons plusieurs types d'éleveurs dans les régions du Tassili et de l'Ahaggar:

- **Les agro-pasteurs** : possédant des terres familiales de faible superficie (13 ha au maximum) dans lesquelles ils pratiquent des cultures vivrières (céréales, légumes) possédant des troupeaux de petite taille, 10 à 50 têtes dont 80 % sont des caprins. Les animaux sont soit placés chez des bergers, soit confiés aux femmes et le pâturage se fait dans un rayon de 2 à 3 km. La complémentation est apportée par les résidus de jardin ;

- **Les éleveurs semi nomades** possèdent des troupeaux de petites tailles (moins de 50 têtes) composés essentiellement de caprins (70 %) et d'ovins (20%) et de camelins (5 à 10 pourcent du cheptel) ;

- **Les éleveurs nomades** possèdent des troupeaux plus importants, plus de 100 têtes, essentiellement camelins. Les éleveurs pratiquent la transhumance qui dure entre 2 et 4 mois et qui peut être transfrontalière. Les zones de transhumance les

plus proches concernent les vallées d'oued. Des complémentations sont éventuellement données aux troupeaux quand ils sont au niveau des campements (NEDJRAOUI, 2003).

2.3 Production d'agneaux

2.3.1 Besoins alimentaires de l'agneau

Durant leur croissance, les agneaux de boucherie sont abattus à un âge tardif passant par deux phases : la première, basée sur un régime exclusivement lacté, et la seconde caractéristique d'un ruminant adulte avec utilisation d'herbe ou de fourrages récoltés, complémentés ou non par des concentrés. La part relative de ces deux périodes dépend du type d'élevage et du poids à l'abattage. Les besoins énergétiques, protéiques et minéraux qui sont reportés dans le **Tableau 2.2**.

De ce fait, les variations de la composition corporelle, les besoins énergétiques (UFV) par Kg de gain augmente rapidement avec le poids de l'animal, il est plus élevé pour les femelles que pour les mâles et pour les animaux à potentiel de croissance modéré que pour ceux qui ont un potentiel de croissance élevé. Inversement, le besoin en protéines digestibles intestinales (PDI) par Kg de gain reste à peu près constant, à même vitesse de croissance, quel que soit le poids de l'agneau (INRA, 1988).

TABLEAU 2.2 : Apports alimentaires recommandés pour les agneaux en croissance et à l'engraissement selon leur potentiel de croissance (INRA, 1988)

Potentiel de Croissance		Modéré				Élevé				Ensemble	
Poids vif en (Kg)	GMQ (g)	Mâles		Femelles		Mâles		Femelles		Ensemble	
		UFV g/j	PDI g/j	UFV g/j	PDI g/j	UFV g/j	PDI g/j	UFV g/j	PDI g/j	Ca g/j	P g/j
15	150	0.57	65	0.68	62	-	-	-	-	4.2	1.7
	200	0.58	78	0.69	75	-	-	-	-	5.3	2.1
	250	0.59	92	0.71	87	-	-	-	-	6.4	2.5
	300	0.60	108	-	-	-	-	-	-	7.5	2.9
20	150	0.72	69	0.80	65	0.63	71	0.73	67	4.6	1.9
	200	0.75	82	0.84	78	0.67	85	0.77	80	5.7	2.3
	250	0.79	96	0.89	80	0.71	99	0.80	93	6.8	2.7
	300	0.60	110	0.91	103	0.75	113	0.82	106	8.0	3.0
25	150	0.87	71	0.92	68	0.75	73	0.82	69	5.2	2.2
	200	0.93	84	0.98	80	0.77	86	0.85	82	6.4	2.6
	250	1.00	97	1.06	91	0.80	100	0.89	94	7.6	3.0
	300	1.03	110	1.10	103	0.82	114	0.92	107	8.9	3.3
	350	1.05	123	-	-	0.85	127	0.95	119	10.3	3.7
30	150	1.01	73	1.04	70	0.87	75	0.91	72	5.8	2.4
	200	1.09	86	1.13	81	0.91	88	0.96	84	7.1	2.8
	250	1.19	98	1.23	93	0.96	101	1.01	95	8.5	3.2
	300	1.25	111	1.25	104	0.98	114	1.04	107	9.7	3.6
	350	1.29	123	-	-	1.00	127	1.07	119	11.1	4.0
	400	1.33	136	-	-	1.03	142	-	-	12.6	4.4
35	150	-	87	-	-	0.99	76	1.01	73	6.5	2.8
	200	1.27	99	-	-	1.05	89	1.07	84	8.0	3.2
	250	1.38	110	-	-	1.11	101	1.15	96	9.5	3.6
	300	1.47	122	-	-	1.14	114	1.18	107	10.9	4.0
	350	1.57	134	-	-	1.16	126	1.21	118	12.4	4.4
	400	1.60	-	-	-	1.18	139	1.23	130	13.9	4.8
	450	-	-	-	-	1.20	150	-	-	15.4	5.2
40	200	-	-	-	-	1.18	90	1.21	76	9.0	3.5
	250	-	-	-	-	1.27	102	1.31	87	10.5	3.9
	300	-	-	-	-	1.32	115	1.36	99	12.0	4.4
	350	-	-	-	-	1.37	127	1.40	100	13.6	4.8
	400	-	-	-	-	1.39	140	1.43	121	15.3	5.2
	450	-	-	-	-	1.42	153	-	-	16.8	5.6

PDI : Protéine Digestible Intestinale ; UFV : Unité Fourragère Viande ; GMQ : Gain Moyen Quotidien ;

2.3.2 Engraissement des agneaux

L'engraissement est une opération qui consiste à offrir aux agneaux une conduite adéquate (alimentaire et prophylactique) pour qu'ils atteignent un poids et une conformation appropriés en un temps limité. L'engraissement peut être fait à l'herbe ou en bergerie.

2.3.2.1 Agneaux de bergerie

C'est une production relativement facile à maîtriser à cause d'un cycle de production court et de la possibilité de la maîtrise des facteurs d'environnement par l'éleveur. Seulement, la production économique d'agneaux de bonne qualité c'est-à-dire l'exploitation du potentiel de croissance des animaux qui revêt deux aspects importants : un aspect qualitatif (le développement) et un aspect quantitatif (la croissance), nécessite une rigueur dans les méthodes d'élevages et surtout de rationnement (DUDOUET, 1997).

A. Au cours de la phase lactée

C'est l'étape la plus sérieuse pour le démarrage de croissance, en effet, la croissance des agneaux de l'âge de 6 semaines jusqu'à l'abattage est corrélée à la période de lactation et la quantité de production laitière. Cette dernière atteint son maximum 2 à 3 semaines après l'agnelage pour diminuer ensuite régulièrement alors que les besoins de ses agneaux ne font qu'augmenter, c'est pourquoi dès l'âge de 2 semaines, les agneaux doivent disposer de foin et d'aliment concentré offert à volonté dont le but est l'apprentissage de la consommation d'aliments secs (INRA, 1988).

B. Alimentation des agneaux sevrés

Le sevrage peut être réalisé, quel que soit le mode d'allaitement, maternel ou artificiel, à partir de 5-6 semaines sous réserve que les agneaux aient doublé leur poids à la naissance et appris à consommer des aliments secs. L'effet du sevrage sur l'état d'engraissement des agneaux diminue progressivement avec le temps mais il est encore sensible 2 à 3 mois plus tard. Il est donc possible de produire des carcasses plus maigres à même poids avec des agneaux sevrés qu'avec des agneaux restés sous la mère (INRA, 1988).

L'alimentation durant cette étape vise à orienter le métabolisme de l'agneau afin de produire des carcasses de qualité dans un minimum de temps. La finition après le sevrage peut se faire soit par le rationnement soit par l'engraissement à volonté :

→ Par rationnement

L'objectif du rationnement est de couvrir les besoins des animaux à un moment donné, tout en tenant compte de leur poids, leur état physiologique et leur niveau de production. Chez les ovins, plusieurs périodes critiques existent : la fin de gestation, la lactation, le tarissement, la croissance et l'engraissement (DUDOUET, 2003). Le rationnement du troupeau ovin consiste à évaluer les besoins des animaux et à établir une ration alimentaire qui puisse les couvrir en faisant appel en priorité aux aliments produit par la ferme, et par la suite en acheter (TOUSSAINT, 2001). Ces aliments doivent être fournis au moment opportun en quantité et avec la qualité désirée (PETIT *et al.*, 1994), afin d'en obtenir une productivité zootechnique maximal dans le respect de son intégrité organique (PARAGON, 1995).

→ Par engraissement à volonté

Ce type consiste à « finir » les agneaux en leur procurant des aliments de choix sans restriction jusqu'au jour de l'abattage. Les aliments utilisés dans ce sens peuvent être de plusieurs types :

- **Céréales**

Qui sont les aliments les plus utilisés dans l'alimentation des élevages intensifs, ils fournissent des éléments très énergétiques permettant d'obtenir des vitesses de croissance élevées jusqu'à l'abattage avec des états d'engraissement satisfaisants. Une panoplie de céréales peut être utilisée (orge, blé, avoine, maïs, etc.). Seules ou en mélange, broyées, concassées ou entières, achetées dans le commerce ou préparées à la ferme, le choix revient à l'éleveur dans le régime qu'il offre à ces animaux.

Il est évidant qu'il existe des différences nettes de point de vue composition chimique entre les céréales ce qu'impose des impacts sur les performances de croissance des agneaux ainsi que sur la qualité des carcasses qu'ils offrent, les bons résultats sont justement dépendant aussi bien de la composition des aliments distribués (nature, qualité, valeur, mode de conditionnement), de leur pourcentage dans la ration et de leur association avec d'autres aliments que de l'âge des animaux et la manière de les nourrir (MARCHANDIER *et al.*, 1972).

- **Tourteaux**

L'utilisation des résidus issues de l'extraction des huiles à partir de fruits ou de graines oléagineuses et qui sont caractérisés par une valeur azotée élevée est une pratique courante dans l'alimentation des ovins. Il en existe plusieurs variétés tel : le tourteau d'arachide, de colza de coprah, de palmiste, de soja (largement utilisé), et de tournesol (INRA, 1988).

2.3.2.2 Agneau d'herbe

A. Phase lactée

Le lait de la brebis constitue l'aliment essentiel des agneaux jusqu'à l'âge d'un mois. Ensuite, la croissance au pâturage, de l'âge de 6 semaines à la date de l'abattage, est étroitement liée à la lactation. Le sevrage est généralement réalisé à l'âge de 8 semaines à condition que l'agneau pèse le triple de son poids à la naissance (DUDOUET, 1997).

B. Alimentation des agneaux sevrés

La production d'agneaux à l'herbe est généralement moins coûteuse que les agneaux de bergerie. Cependant, pour cette pratique d'engraissement, la quantité d'herbe distribuée aux agneaux est extrêmement variable et à des quantités suffisantes pouvant aller de 15 à 120 kg (PRACHE, 1987). Elle peut permettre aussi aux agneaux de croître de telle façon, qu'ils pourront être commercialisés entre 120 et 150 jours. En Europe, beaucoup de systèmes favorisent la croissance et la finition des agneaux au pâturage (PRACHE & THERIEZ, 1988).

2.3.3 Complémentation des agneaux

2.3.3.1 À l'herbe

L'herbe doit être l'élément de base de l'agneau et la complémentation n'a de but que de pallier à une insuffisance passagère en herbe (concentration énergétique faible), ou à un danger parasitaire, c'est une opération très délicate puisque les performances des agneaux dépendent fortement non seulement de la quantité d'herbe offerte mais aussi de sa qualité (DUDOUET, 1997).

2.3.3.2 Avec des aliments concentrés

La complémentation des pâturages par des aliments concentrés est considérée comme une méthode d'intensification de la production, des essais ont démontré que cette complémentation permettait d'améliorer significativement la croissance et l'état de finition des agneaux (MARCHADIER *et al.*, 1972).

Autrement dit, une bonne conduite de la production d'agneaux d'herbe nécessite :

- Un agnelage bien situé c'est à dire le plus précoce possible pour permettre aux agneaux de disposer suffisamment d'une herbe de qualité lorsqu'ils atteindront l'âge où l'herbe représente une grande partie de leur alimentation (plus de 80 jours) ;
- Une complémentation à l'herbe, leur permettant une finition précoce avant que la valeur de l'herbe n'ait chuté avec la sécheresse estivale (DUDOUET, 1997).

2.4 Croissance et développement des agneaux

La croissance et le développement des agneaux est sous l'influence de l'alimentation des brebis qui s'exerce surtout pendant le dernier tiers de la gestation ce qui prouve l'existence d'une phase critique pour la croissance fœtale (MELLOR & MATHESON, 1979). D'une manière générale, la sous-alimentation engendre une réduction importante du poids à la naissance, alors que la suralimentation contribue à des mise-bas dystociques voire même la mort néonatale (HEASMAN *et al.*, 2000).

La production de viande consiste alors à exploiter le potentiel de croissance des animaux qui revêt deux aspects importants : un aspect quantitatif (la croissance) et un aspect qualitatif (le développement) (DUDOUET, 1997).

2.4.1 Croissance

C'est l'augmentation de la masse corporelle (poids vif) par unité de temps depuis la conception et jusqu'à la vie post-natale ; elle représente la différence entre ce qui se construit (anabolisme) et ce qui se détruit (catabolisme) dans le corps de l'animal.

2.4.1.1 Croissance prénatale

La croissance prénatale des agneaux est commencée dès la fécondation jusqu'à la fixation du blastocyste dans l'utérus. Durant les 10 premiers jours, l'œuf fécondé se divise d'une manière très poussée, suivie par la phase embryonnaire (10^{ième} et 34^{ième} jours) après la fécondation (PRUD'HON, 1976). Selon ce même auteur, cette période est définie comme étant la phase de différenciation et d'apparition des ébauches des principaux systèmes et organes tels que le cœur, système nerveux, foie, les éléments de la cavité abdominale et thoracique, les gonades, reins et tissus cartilagineux qui commencent à apparaître à l'extrémité des membres. Vers la fin de cette phase, l'embryon commence à acquérir sa forme définitive (BLACK, 1970). La dernière période fœtale commencée dès la fin de la phase précédente (34^{ième} jour) prend fin à la naissance. Cette phase est caractérisée par une différenciation des principaux organes et tissus et l'apparition de la toison. La vie fœtale est une phase de multiplication et de grandissement intense, à l'approche de l'agnelage, le croît relatif est d'ordre de 80 g/j (FRAYSSE & DARRE, 1990). C'est ainsi que le fœtus gagne 70 % de son poids à la naissance au cours des 6 dernières semaines de gestation (LYNGSET, 1971). Une diminution du poids du fœtus en fin de gestation est étroitement associée à la réduction de la masse placentaire (CATON *et al.*, 2009).

Tant que le développement placentaire chez la brebis se produit pendant les trois premiers mois, la masse du placenta n'est pas affectée suite à une suralimentation pendant le dernier tiers de gestation (WALLACE *et al.*, 2006). L'effet d'une restriction placentaire relativement tardive sur la croissance fœtale est précédé par la réduction de l'activité proliférative au niveau du trophoctoderme fœtale vers la mi gestation (LEA *et al.*, 2005) et la diminution de l'expression des facteurs angiogéniques de croissance (REDMER *et al.*, 2005).

2.4.1.2 Croissance Post natale

A. Croissance pré-sevrage

La vigueur de l'agneau est étroitement liée à son poids de naissance (NOWAK & POINDRON, 2006). Ce dernier est varié considérablement sous l'effet des facteurs génétiques et environnementaux (GOOTWINE & ROZOV, 2006).

La saison de mise-bas est un facteur environnemental qui influe sur le poids à la naissance des agneaux. Les agneaux nés en automne sont souvent plus légers comparés aux agneaux nés en printemps. L'effet de la saison de mise-bas peut être expliqué par des variations photopériodiques pendant l'année (ORTAVANT *et al.*, 1988), des changements du régime alimentaire de la brebis gestante (REDMER *et al.*, 2004) et des différences de la capacité thermique du fœtus (SHELTON & HUSTON, 1968).

Le sexe du nouveau-né exerce des effets significatifs sur le poids à la naissance avec une supériorité de mâles par comparaison aux femelles (BLACK, 1983). Le poids à la naissance des agneaux mâles excède (300 à 400 g) celui des femelles (CRUICKSHANK *et al.*, 2005). Des différences physiologiques liées à la variabilité importante du poids de naissance s'observent entre les agneaux simples et multiples et influent sur leur survie (BLOOMFIELD *et al.*, 2007). L'étude des facteurs de variation du poids à la naissance chez les agneaux multiples est une étape primordiale pour développer des programmes d'amélioration des performances de croissance et de survie (KERSLAKE, 2010).

B. Croissance Post-Sevrage

L'alimentation des agneaux après sevrage est basée sur des aliments solides d'une façon d'assurer que le poids de sevrage minimum est égal au triple du poids à la naissance des jeunes. Pendant cette phase de croissance, le gain moyen quotidien (GMQ) se traduit par la capacité des animaux à transformer les unités fourragères en viande. Mais il est difficile de dissocier les effets directs de la diète des effets indirects du GMQ ou de l'âge lorsqu'on compare les carcasses des agneaux élevés au pâturage (ou avec des rations riches en fourrage) avec celles des agneaux élevés aux concentrés (PRIOLO *et al.*, 2002). Une autre approche développée par LUCIANO *et al.* (2009), consiste à fixer un GMQ cible afin que les agneaux aient tous le même poids au même âge. Pour ce faire, les agneaux nourris aux concentrés doivent être restreints afin que leur GMQ ne dépasse pas celui des agneaux alimentés aux fourrages.

2.4.2 Courbe théorique de croissance

La courbe sinusoïde est composée de deux phases (cf. **Figure 2.1**) :

- Phase de croissance accélérée de la naissance à la puberté pendant laquelle, il y a multiplication et accroissement de la taille des cellules ;
- Phase de croissance ralentie de la puberté à l'âge adulte pendant laquelle, le croît quotidien ralentie ;
- Le point d'inflexion (A) correspond le plus souvent à la puberté ; l'animal atteint le 1/3 du poids d'adulte.

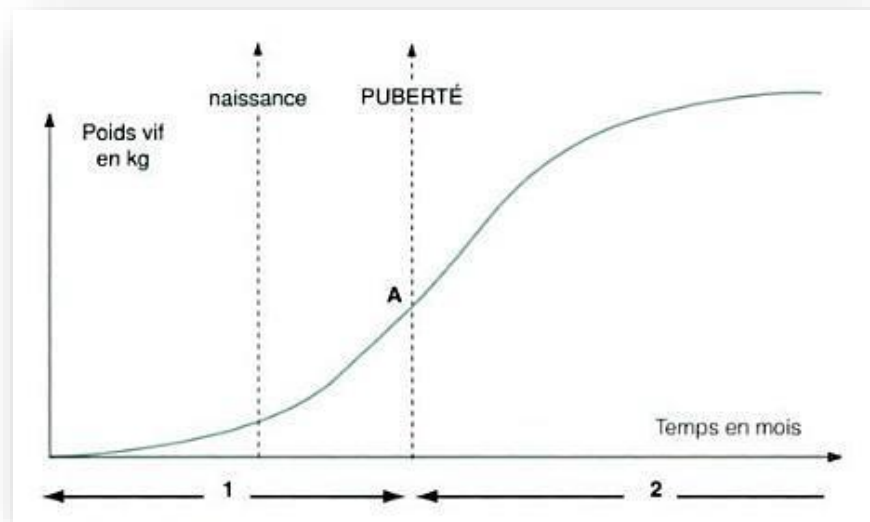


Figure 2.1 : La courbe théorique de la croissance (DUDOUET, 1997)

2.4.3 Développement

C'est la réalisation de l'état adulte qui se caractérise par des changements de forme, de composition chimique, la teneur en graisse augmente au détriment de la richesse en eau au fur et à mesure que l'animal vieillit, et des fonctions vitales qui se mettent en place à un âge déterminé (DUDOUET, 1997). Cette chronologie permet justement de déterminer la composition de la carcasse durant les différentes phases de la vie de l'animal.

2.4.4 Évolution de la composition corporelle de l'agneau

Les différents tissus de l'organisme ne se forment pas en même temps, par contre ils se développent simultanément mais avec des vitesses de croissance très différentes comme il est montré sur la **Figure 2.2**.

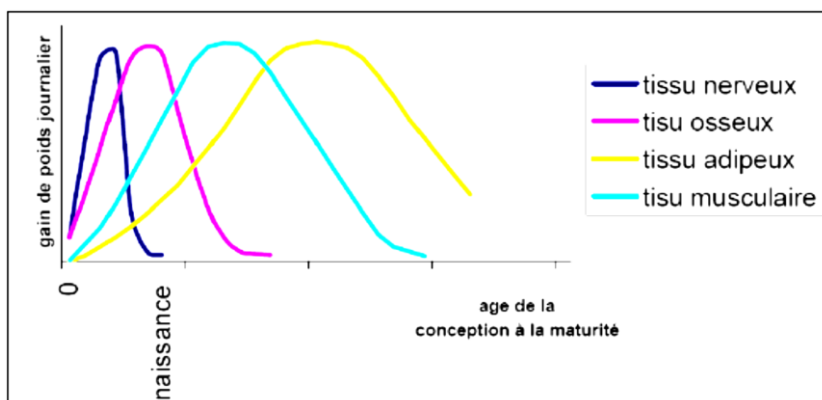


Figure 2.2 : Courbes de développement des différents tissus (OWENS et al., 1993)

La composition corporelle de l'agneau évolue considérablement entre la période de la naissance à l'abattage, ce qui exige de lui fournir des aliments correspondants aux besoins de chaque phase d'évolution. Dès la fin de la gestation et pendant les deux premiers mois d'engraissement, l'agneau développe ces muscles et ses os prioritairement. Des apports d'azote et des minéraux s'imposent. Ils seront couverts en grande partie par une bonne lactation des brebis. Par la suite, les tissus adipeux se développent plus vite que la moyenne du corps. Il faudra augmenter l'énergie de la ration pour maintenir une croissance convenable mais pas trop pour ne pas risquer de faire des carcasses grasses (DUDOUET, 2003).

2.4.4.1 Facteurs de variation de la croissance et du développement

A. Facteurs intrinsèques

➔ Mode de naissance

Le premier effet d'une augmentation de la prolificité est une réduction progressive du poids des agneaux à la naissance. Cette réduction, qui atteint 20 % en moyenne pour les jumeaux et 34 % pour les triplés par rapport aux agneaux nés simples (BRADFORD, 1985).

→ Sexe

Le sexe de l'agneau influence significativement toutes les performances de croissance. En effet, les mâles atteignent des poids et des GMQ plus élevés que ceux des femelles et de même cette différence du poids entre les deux sexes augmente avec l'âge (BERGER *et al.*, 1989). L'utilisation des mâles dans la filière viande est pratique car ils fournissent efficacement une viande maigre. Chez les agneaux mâles, ce potentiel est reconnu depuis longtemps mais est rarement exploité (BUTLER-HOGG *et al.*, 1984).

→ Race

La race joue un rôle important puisqu'elle a un effet significatif sur le GMQ et le nombre de jours entre le sevrage et l'abattage (ZYGOTIANNIS *et al.*, 1999). Chaque race possède des caractéristiques morphologiques, physiologiques et biologiques qui lui sont propres. L'effet du génotype apparaît au fur et à mesure que l'agneau devient indépendant des effets maternels. TAYLORS (1980) a constaté que les races de petit format ont une croissance relative plus importante, comparées aux races de grand format et KHALDI (1979) a ajouté que les agneaux des races à viande présentent des performances de croissance plus élevées que celles des agneaux de races laitières.

→ Hérité

L'hérité a pour rôle de transmettre tous les critères qui aboutissent aux différences qui séparent les génotypes. Ces différences existent entre les races d'une même espèce, et entre les individus d'une même race que cela soit dans la vitesse de croissance, dans la composition corporelle, la conformation, le poids adulte, ou la précocité (HANRAHAN, 1999).

L'effet hétérosis, ou encore "vigueur hybride", est un phénomène spécifique du croisement. Par définition, il est défini par la différence entre les performances des individus croisés et la moyenne des performances parentales (BRUN, 1992). Selon MINIVELLE (1990), les effets hétérosis sont cumulatifs et de plus en plus remarquables, c'est pourquoi les produits des croisements à voies multiples ont toujours les meilleures performances. L'effet hétérosis s'exploite mieux lorsque les populations parentales sont génétiquement éloignées (BIDANEL, 1992). En élevage ovin, plusieurs

auteurs sont unanimes sur l'effet important de l'hétérosis surtout pour la croissance des agneaux.

→ **Système endocrinien**

Il s'agit des hormones qui favorisent le métabolisme des muscles, l'hormone de croissance somatotrophine S.T.H par exemple, est plus particulièrement responsable du métabolisme des lipides et de l'anabolisme protéique. Il en est de même pour les hormones sexuelles (androgènes pour les mâles et œstrogènes et progestérone pour la femelle) (DUDOUET, 2003).

B. Facteurs extrinsèques

→ **Saison de naissance**

La saison de la naissance influence d'une manière significative les performances de croissance des agneaux (BROWN, 1994). L'état de végétation ainsi que la disponibilité d'aliment sur les pâturages la résultante des interactions entre température, photopériode, pluviométrie, alimentation, etc.

Il est évident que l'alimentation des brebis en lactation détermine leur capacité de production laitière et donc la croissance des jeunes (VANDIEST & PELERIN, 2003).

→ **Âge des brebis**

L'âge des brebis est un facteur déterminant du poids de naissance des agneaux. En effet, ce poids varie entre 1,5 et 6 Kg en fonction de l'âge des brebis (THÉRIEZ, 1984).

La production laitière n'excède pas le maximum qu'après que la brebis dépasse l'âge de 2 ans pour atteindre une maturation complète des glandes mammaires (CHOPRA & ACHARYA, 1971). L'effet âge de la mère s'explique par une supériorité dans la production laitière des brebis adultes, ce qui semble avoir une influence décisive sur le poids des agneaux au cours de croissance.

→ **Facteurs alimentaires**

L'influence du système d'élevage sur la croissance des agneaux est notable, en effet les agneaux élevés intensivement avec un exercice restreint ont tendance à orienter

leur métabolisme vers la production de gras (DIMSOSKI *et al.*, 1994) par conséquent, les carcasses d'agneaux engraisés uniquement à l'herbe contiennent moins de gras que ceux élevés avec du concentré (MC CLURE *et al.*, 1994).

Une élévation du niveau alimentaire des ruminants se traduit par un accroissement de la proportion de dépôts adipeux corporels et de la teneur en lipides intramusculaires. Cependant, lorsque l'apport alimentaire s'accroît après une période de restriction, il s'accompagne d'une croissance compensatrice. Celle-ci peut se traduire par une réduction significative de la teneur en lipides intramusculaires au bénéfice des tissus adipeux externes, comme chez les animaux de race tardive. Mais la réduction du dépôt de lipides intramusculaires, au bénéfice des dépôts dans les autres tissus adipeux, dépend du stade physiologique de l'animal au moment où a lieu la réalimentation (GEAY *et al.*, 2002). Quant à une carence alimentaire provoque une diminution de la croissance sur le tissu qui se développe en priorité et de même, la distribution de rations riches en énergie favorise la part des graisses dans la carcasse (PAQUAY & BISTER, 1987).

2.4.5 Métabolismes pendant la croissance

2.4.5.1 Métabolisme énergétique

Les quantités d'énergie ingérées par l'agneau préruminant sont un facteur primordial de l'expression de ses potentialités de croissance (AUROUSSEAU, 1984).

Les substances énergétiques assimilées par le tissu musculaire sont utilisées pour le développement du muscle au cours de sa croissance et pour son activité contractile. Ils peuvent être également stockés sous forme de glycogène ou de triglycérides et servir de réserve d'énergie. Le métabolisme énergétique est déterminant pour plusieurs fonctions physiologiques importantes du muscle : la production de chaleur lors d'une lutte contre le froid et la contraction musculaire au cours de l'activité physique. Ces différentes fonctions sont en compétition pour l'utilisation de l'énergie (ATP). Les substrats énergétiques apportés au muscle par la circulation sont oxydés dans les mitochondries et l'énergie générée par leur catabolisme est soit convertie en ATP pour permettre la contraction musculaire ou le dépôt de protéines pendant la croissance, ou soit diffusée sous forme de chaleur favorable à l'animal dans sa lutte contre le froid (HOCQUETTE *et al.*, 2000).

2.4.5.2 Métabolisme protéique

De nombreuses études ont montré qu'une augmentation de production de protéines sous forme de viande et de lait était constatée lors d'une augmentation des quantités ingérées (OWENS *et al.*, 1993 ; LAPIERRE *et al.*, 2000). Cependant, l'efficacité marginale de production baisse lorsque l'ingéré augmente (LAPIERRE *et al.*, 2005).

Les suppléments azotés dans la ration peuvent augmenter la croissance (CHOWDHURY & ORSKOV, 1997), mais s'accompagnent d'une efficacité d'utilisation de l'azote réduite et d'un impact encore plus délétère sur l'environnement (BLOUIN *et al.*, 2002 ; RAGGIO *et al.*, 2004).

Le muscle squelettique est le principal organe périphérique pour l'utilisation des acides aminés. En effet, il représente à peu près 35-60 % de la masse corporelle totale chez les animaux producteurs de viande. (MORENS, 2002).

Chez les ruminants, l'urée subit un recyclage dans l'organisme lors de déficit d'apport en énergie fermentescible ou lors d'excès en apport azoté ; dans ces deux cas, l'excès d'ammoniac produit dans le rumen est transporté vers le foie et convertie en urée qui peut suivre deux voies possibles : soit elle retourne vers le rumen où elle est convertie en ammoniac pour être utilisée par les bactéries, soit elle est excrétée dans les urines. Les différentes voies qui constituent ce métabolisme sont en étroite relation avec l'apport en acides aminés c'est-à-dire avec la composition de la ration ; leur contrôle est dépendant à la fois des acides aminés mais aussi des hormones et en particulier de l'insuline (MORENS, 2002).

2.4.5.3 Métabolisme lipidique

Le niveau alimentaire a des conséquences importantes sur le profil hormonal et métabolique des animaux (CHILLIARD *et al.*, 1993) et, de ce fait, sur l'activité lipogénique du tissu adipeux, que ce soit chez le ruminant adulte ou en croissance. Chez le ruminant en croissance, un jeûne de 8 jours diminue la synthèse d'acides gras d'environ 98%, les activités des enzymes lipogéniques diminuant elles aussi fortement (FAULCONNIER *et al.*, 1999).

Le tissu adipeux a pour longtemps été considéré comme un simple agrégat de cellules chargées de graisses et seuls les rôles passifs de stockage, de protection

thermique et de soutien lui étaient attribués. Pourtant, au même titre que le muscle ou le foie, le tissu adipeux intervient dans les trois métabolismes, lipidique, glucidique et protidique (GIRARD *et al.*, 1985).

2.4.5.4 Lipogenèse

Chez les ruminants, le tissu adipeux est le principal site de la lipogenèse possédant ainsi l'activité anabolique la plus importante par formation des différents acides gras (AG) qui aboutissent à la synthèse des principaux lipides de réserve. Celle-ci résulte de trois voies métaboliques : la synthèse de novo d'AG, le captage d'AG après hydrolyse des triglycérides circulants et l'estérification de ces AG, qui seront ensuite stockés dans les cellules adipeuses (BAUCHART *et al.*, 1999 ; FAULCONNIER *et al.*, 1999).

2.4.6 Variation de la quantité des lipides déposés

Suivant la localisation anatomique, il est d'usage de distinguer 4 différents types de gras (GIRARD *et al.*, 1985) :

- *Le gras interne* : se dépose en premier dans la cavité abdominale et tapisse les cavités thoracique et abdominale ;
- *Le gras intermusculaire ou marbré* : se dépose entre les gros faisceaux de muscles ;
- *Le gras sous-cutané ou de couverture* : constitue les dépôts de couverture ;
- *Le gras intramusculaire ou persillé* : se développe dans les faisceaux musculaires donnant le goût à la viande.

Ces dépôts adipeux en général sont importants à considérer de par leur incidence économique au niveau de la production, les dépôts inter et intra musculaires le sont également par leur quantité et leur nature, car ils influencent les qualités organoleptiques et nutritionnelles de la viande.

Chapitre 3

Classification des carcasses et qualité des viandes

3.1	Conditions d'abattage	41
3.2	Caractéristiques des carcasses.....	42
3.3	Classification et estimation des carcasses.....	43
3.4	Variation de la qualité de la carcasse	52
3.5	Transformation des muscles en viande	57
3.6	La composition chimique de la viande.....	58
3.7	Qualité de la viande	61

Chapitre 3

Classification des carcasses et qualité des viandes

3.1 Conditions d'abattage

Les principales raisons de soumettre des animaux avant le transport et l'abattage au jeûne sont la diminution des problèmes liés à la contamination des carcasses lors du retrait des viscères et la gestion des déchets d'abattoir. De plus, un aliment ingéré pendant les 10 dernières heures avant l'abattage n'est pas converti en gain de carcasse et est ainsi perdu. Néanmoins, la durée de la période de jeûne avant l'abattage associée au transport et à la manipulation des animaux, peut avoir également un effet négatif sur le rendement. Le poids de carcasse diminue si le temps entre le dernier repas et l'abattage augmente (KEMPSTER, 1992).

Les conditions d'abattage conditionnent la valeur ultime du pH de la viande. Ce dernier ainsi que la vitesse de chute du pH *post mortem* peuvent avoir des effets sur la couleur et le taux de décoloration de la viande. Le degré et l'étendue de la chute du pH sont influencés par des facteurs intrinsèques tels que l'espèce, la race, le type de muscle et des facteurs extrinsèques comme la température ambiante et le degré de stress (LAWRIE, 1985).

Les animaux stressés avant l'abattage présentent une viande sombre à la coupe. La viande est en outre translucide, poisseuse au toucher et inacceptable à la vente à cause de la couleur. A des valeurs de pH inférieures à 5.4, l'oxydation de la myoglobine se produit. Un pH bas causerait la dénaturation de la structure protéique de la globine qui protège l'hème et produirait une importante dissociation de l'oxygène de l'hème ainsi que l'oxydation de la molécule de fer. Les acides sont bien connus comme agents oxydants et par conséquent oxydent la myoglobine réduite en métmyoglobine. Au fur et à mesure que le pH diminue le processus d'oxydation se produit suite à la présence plus importante d'acides (CROSS *et al.*, 1986).

La fréquence d'apparition de viandes à défauts peut être réduite par une amélioration de la conduite des animaux avant l'abattage : animaux bien nourris, manipulés sans stress, transportés sur de courtes périodes et maintenus brièvement dans des conditions évitant les conflits d'animaux (COIBION, 2008).

3.2 Caractéristiques des carcasses

La norme ISO 9000 (2000) (Organisation Internationale de Normalisation) définit la qualité comme étant : « l'ensemble des propriétés et des caractéristiques d'un service ou d'un produit qui lui confère l'aptitude à satisfaire des besoins exprimés ou implicites ». La qualité des carcasses quant à elle, représente l'une des étapes par laquelle passe le produit avant d'arriver au consommateur en s'inscrivant dans un contexte général d'« évolution de la qualité » dans la filière viande (GIRARD *et al.*, 1985).

Le poids, la conformation et l'état d'engraissement restent les trois facteurs les plus déterminants dans l'appréciation et l'édification d'un classement chez les agneaux (DIAZ *et al.*, 1981) ils sont eux-mêmes sous l'influence d'un ensemble de facteurs liés soit aux particularités mêmes des animaux (facteurs intrinsèques) ou soit au milieu qui les entoure (facteurs extrinsèques) (Tableau 3.1).

Tableau 3.1 : Facteurs affectant la qualité de la carcasse (SANUDO, 1998)

Nature des facteurs	Facteurs	Qualité des carcasses		
		Poids	Conformation	État d'engraissement
Facteurs intrinsèques	Race	***	****	***
	Potentiel génétique	**	****	**
	Sexe	***	**	***
	Age	****	*	****
Facteurs productifs et environnementaux	Saison	***	0	*
	Alimentation	***	*	****
	Additifs	**	**	****
	Diète, stress et transport	*	0	0
	Abattage	**	0	*
Facteurs post-abattage et commercialisation	Stimulation électrique	0	0	0
	Refroidissement		0	0
	Conservation	*	0	0

0 Pas d'influence, * petite influence, ** influence modérée, *** forte influence, **** fondamentale

3.3 Classification et estimation des carcasses

3.3.1 Critères d'appréciation

3.3.1.1 Critères quantitatifs

A. Poids de la carcasse

Le poids des carcasses est sans doute le premier facteur dans la détermination de la qualité et de la classification des carcasses parce qu'il représente un indicateur principal de la production. Il représente la caractéristique la plus variable à cause de l'influence de plusieurs facteurs tel : le sexe, la race, le génotype, l'âge, l'alimentation (ALFONSO *et al.*, 2001). Sur la carcasse entière, le poids est mesuré deux fois : quand la carcasse est chaude ensuite quand elle est froide. En effet, le poids de la carcasse chaude est mesuré dans les 45 minutes qui suivent l'abattage, et avant toute pratique de lavage. Tandis que, le poids de la carcasse froide est pris après 24 heures de ressuyage dans des conditions normales : une température entre 1 à 4°C et une humidité inférieure à 1 m.s⁻¹ (FISHER & DE BOER, 1994).

Les carcasses d'agneaux sont classées aussi en trois catégories de poids (high, mid, low) et ressemblent à celles utilisées dans le classement européen ; en France par exemple, les 3 principales catégories de poids sont : 12-16 Kg, 16-19 Kg et 19-22 Kg avec l'existence d'une grille spéciale pour les agneaux à poids léger (Office national Interprofessionnel des Viandes, de l'élevage et de l'Aviculture, France. **OFIVAL**, 2003). L'Espagne quant à elle, reconnaît 3 catégories de poids relatives à 3 différents types d'agneaux (moins de 7 Kg, de 8.5 à 13 Kg et plus de 13 Kg) (ALFONSO *et al.*, 2001).

B. Rendements de la carcasse

Le rendement des carcasses est considéré comme étant l'un des critères d'appréciation de la qualité d'une carcasse ovine et d'estimation du coût de production des viandes. En effet, un rendement commercial se traduit par un simple rapport entre le poids de la carcasse et le poids à l'abattage. Ce rendement est variable d'un animal à un autre est varié selon son état de maturité. Chez l'agneau en croissance, normalement le rendement augmente progressivement suite à l'élévation plus importante des taux de croissance du muscle et du gras que du développement

des organes cavitaires, la majeure partie de la musculature demeurant dans la carcasse (GEAY, Y. 1978). Lorsque des changements de régime alimentaire se produisent, tels que, passage de la ration lactée à la ration fibreuse, le poids des contenus du rumen et des intestins augmente (ROBELIN & TULLOH, 1992). Une augmentation de la quantité d'énergie ingérée, entraîne une élévation de la proportion de gras, par conséquent celle du rendement de carcasse. Un haut niveau alimentaire est généralement associé à une ration riche en concentrés. Il en résulte une augmentation du niveau d'engraissement, de sorte que les animaux tendent à avoir un bon rendement. D'importantes différences génétiques sont constatées au niveau du rendement d'abattage et sont associées à des différences de niveau d'engraissement et d'ingestion. Il apparaît clairement que le rendement est associé à la conformation aussi bien entre individus d'une même race qu'entre races. Les races présentant une bonne conformation ont tendance à avoir de meilleurs rendements à même niveau d'engraissement (CLINQUART *et al.*, 1998). La durée de la période de jeûne avant l'abattage peut également influencer le rendement. Le poids de carcasse diminue si le temps entre le dernier repas et l'abattage augmente (KEMPSTER, 1992).

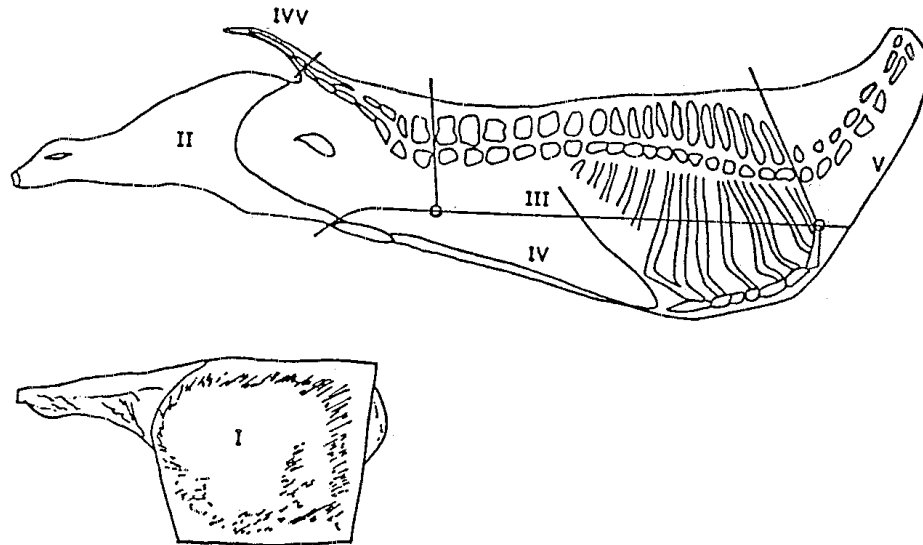
C. Composition de la carcasse

La qualité de la carcasse des animaux dépend de sa composition en muscle, tissu conjonctivo-adipeux et os. Les muscles constituent cependant l'élément le plus important (MARTIN & TORREELE, 1962). En effet, la composition doit être envisagée en termes de régions corporelles (pourcentage des différents morceaux) et sous l'angle organique et tissulaire (composition des morceaux en muscles, os et gras). Néanmoins, seule la musculature contribue dans un sens positif à la valeur marchande de la carcasse. Elle le fait en premier lieu par sa quantité et en second lieu par sa qualité. La qualité de la carcasse dépend surtout des proportions relatives de muscles et de dépôts adipeux qu'elle contient. Chez l'animal en croissance, l'augmentation du poids est accompagnée par des variations relatives dans la proportion des différents tissus de la carcasse (KEANE *et al.*, 1990). Ces variations de composition relative des différents composants anatomiques sont à rapprocher de l'importance relative de la masse de ces morceaux dans l'ensemble de la carcasse, pour apprécier plus précisément la distribution régionale des tissus.

Dans ce même contexte, **SANTOS *et al.* (2007)**, montrent un coefficient d'allométrie relative à la croissance des différents composants anatomiques de la carcasse par rapport au poids d'une demi-carcasse d'une façon où ils ont observé que la cuisse se développe plus tôt suivi de la selle et de la poitrine alors que les autres articulations progressent au même rythme que le poids de la carcasse. Cependant, **BOCCARD & DUMONT (1960)**, parlant d'une « harmonie anatomique » et un équilibre du développement entre les divers composants anatomiques indépendant de la morphologie extérieure de l'animal et de son poids vif. Ce critère expliquerait la majeure partie de la variation observée dans la composition des carcasses issues des animaux de la même race, de même sexe et ont presque le même âge (**SIMM, 1992**). Le poids permet de déterminer précisément la proportion des différents tissus, puisque ces variables sont inter liées (le poids de la carcasse correspond à la somme des poids des tissus) (**SIMM, 1987**). Toutefois, toujours d'après ce même auteur, le poids à jeun serait un meilleur indicateur de la composition de la carcasse en raison de l'importance que peut prendre le contenu digestif des animaux. Le poids est donc souvent utilisé comme point de composition dans les études visant à évaluer la précision de plusieurs techniques d'estimation de la composition (**CASTONGUAY & THÉRIAULT, 2005**).

L'analyse directe des carcasses en tissus nécessite une dissection anatomique complète de la carcasse ou d'une demi-carcasse, tout en isolant le tissu musculaire, adipeux et osseux auxquels quelquefois des auteurs ont joint les tendons, ligaments et cartilages, alors que les autres en ont fait un groupe spécial. Néanmoins, avant d'entreprendre toute étude, un certain nombre d'auteurs ont insisté sur la nécessité de définir une découpe de référence : l'isolement des divers morceaux doit se faire selon un processus normalisé et précis (**BOCCARD & DUMONT, 1955 ; COLOMER-FISHER *et al.*, 1987 ; FISHER & DE BOER, 1994**). Ces découpes s'inspirent le plus étroitement possible des découpes commerciales locales.

L'analyse peut être physique (isolement des tissus), ou chimique en utilisant les relations existant entre muscle et matière azotée, gras et extrait à l'éther, os et cendres, respectivement (**ULYATT & BARTN, 1963 ; SHORLAND *et al.*, 1974**).



I : Épaule., II : Gigot entier., III : Carré découvert+ Filet carré, V : Collier., IV : Poitrine., IVV : Queue.

Figure 3.1 : Découpes standardisées des carcasses des agneaux (COLOMER-FISHER et al., 1986)

3.3.1.2 Critères qualitatifs

A. Conformation

L'espèce ovine présente une grande variabilité de format et de conformation qui résulte de l'existence d'un grand nombre de races sélectionnées dans des voies différentes, compte tenu des diversités de production envisagées et des possibilités d'adaptation aux conditions agronomiques des zones de production (ANOUS, 1986).

L'évaluation de la carcasse se basait surtout sur la conformation et le gabarit. La conformation se traduit, par le reflet de la morphologie musculaire et plus particulièrement de l'épaisseur des muscles et des graisses inter et intra musculaires, rapportée aux dimensions du squelette (DE BOER et al., 1974). La notion principale qui caractérise la conformation est celle des profils. La forme et le profil apparent de la musculature, visibles sur la face externe de la carcasse entière, sont révélateurs de sa musculature sous-jacente, de son importance relative et de sa compacité. La mesure de la conformation est globale, synthétisant l'appréciation portée sur les trois postes principaux que sont les gigots, les reins et l'épaule, et subjective, reposant sur l'œil et la main de l'expert sans autre outil de mesure (MARCHAND, 1979).

La conformation correspond aussi à la qualité et à la distribution des muscles dans la carcasse, elle décrit cette dernière en terme de forme et de profil et indique la disposition de l'ensemble des muscles et du gras par rapport au squelette (WEST, 1995; FISHER & HEAL, 2001). L'amélioration de la conformation correspond à une augmentation du rendement de carcasse et du rendement musculaire (LAVILLE *et al.*, 2002). Elle peut être facilement appréciable subjectivement mais pour la traduire en données objectives, plus faciles à comparer, il fait appel à des mesures géométriques appréciée par la prise d'une série de mensurations dont notamment la longueur interne et externe de la carcasse, la profondeur de la poitrine, la rondeur et la largeur de la cuisse, la largeur et le périmètre du bassin (FISHER & DE BOER, 1994).

Celles-ci peuvent être des distances entre des bases osseuses ou des épaisseurs de plans musculaires ; toutes cherchant à donner une idée plus précise des volumes occupés par la carcasse. Les mesures les plus souvent utilisées sont des distances et des longueurs. Parmi elles, la longueur du corps et celle du gigot sont les plus fréquentes (BOCCARD *et al.*, 1979). Il est généralement reconnu que les carcasses les mieux conformes sont courtes avec des contours arrondis ; l'allongement du corps et surtout celui des membres postérieurs, provoque une diminution de compacité et contribue à dévaloriser la carcasse. Ainsi, la bonne conformation a des conséquences technologiques intéressantes au niveau de l'épaisseur des plans musculaires ; les agneaux bien conformés ont une noix de côtelette épaisse et un rapport muscle/os plus avantageux que les animaux allongés aux formes aplaties (BOCCARD *et al.*, 1979).

En 1992, le règlement de la Communauté Économique Européenne (CEE) arrête les dispositions concernant la grille communautaire pour le classement des carcasses d'ovines. En effet, deux systèmes de classement subjectif ont été prévus : Une grille de classement « EUROP » et une grille de classement « A ».

Tableau 3.2 : Grille de classement des carcasses « EUROP »

Conformation 15	E+	E	E-	U+	U	U-	R+	R	R-	O+	O	O-	P+	P	P-
Grille 15	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Degré d'adiposité 15	5+	5	5-	4+	4	4-	3+	3	3-	2+	2	2-	1+	1	1-
Conformation 5	E			U			R			O			P		
Grille 5	5			4			3			2			1		
Degré d'adiposité 5	5			4			3			2			1		

B. État d'engraissement

L'état d'engraissement est le facteur le plus important à considérer dans la production de carcasse (BOCCARD & DUMONT, 1960), notamment s'il est associé le poids et la conformation, l'un des principaux éléments de la valeur commerciale de la carcasse. Il dépend autant de répartition des différents dépôts que de leur masse totale (VEZINHET & PRUD'HON, 1975).

L'état d'engraissement est évalué à la fin de la ligne d'abattage tel qu'il peut être déterminé par l'importance de la graisse à l'extérieur (DE BOER *et al.*, 1974) le gras atteint tout d'abord la base de la queue, ainsi que le dessus des reins et du dos. Il progresse ensuite en épaisseur sur toute la carcasse. Ce sont cependant les muscles des gigots et des épaules qui sont recouverts en dernier. Sur la face interne de la cage thoracique, l'état d'engraissement peut s'apprécier à deux niveaux :

- Sur les muscles intercostaux, qui apparaissent plus ou moins visibles et parallèlement le long des côtes ;
- Sur les rognons qui sont plus ou moins enrobés de graisse (MARCHAND, 1979).

L'appréciation de l'état d'engraissement se fait par des mesures subjectives ou objectives. On évalue visuellement la distribution du dépôt du gras sous cutané conformément à des catalogues photographiques de l'union européen (EU, 1994) comprenant plusieurs classes d'état d'engraissement en se basant sur une grille de classement communautaire. Quant à l'évaluation objective, elle consiste en des mesures directes. Ces techniques sont utilisées notamment en Australie, Nouvelle Zélande ainsi qu'aux USA. Elles constituent simplement à mesurer avec une règle graduée, l'épaisseur du gras de couverture en des points déterminés d'après plusieurs auteurs tel que HOPKINS *et al.* (2007) et KEMPSTER *et al.*, (1986).

Il existe aussi des méthodes objectives en utilisant plusieurs machines dont quelques-unes sont basées sur des techniques d'analyse d'image telles que les machines à classer VIAscan « Carcass System » (avec un coefficient de corrélation de 0,84 à 0,87 entre la prédiction de la machine et le rendement en viande). D'autres systèmes optiques basés sur la différence de réflexion de la lumière entre les tissus gras et les tissus maigres. En fait, ils fournissent une bonne prédiction de l'épaisseur de graisse, tandis qu'ils ne semblent pas bien corrélés au rendement de découpe. Ils

présentent aussi quelques défauts dans certains cas (mauvaise répétabilité, cadence limitée, etc.) (EYNARD, 1990).

3.3.2 Méthodes d'estimation de la composition corporelle

L'évaluation de la composition corporelle des ruminants a toujours été un problème d'actualité. La subjectivité de l'estimation de la conformation et de l'état d'engraissement a poussé les investigations pour la mise au point de différentes techniques qui permettraient l'évaluation et par conséquent la classification des carcasses (OFIVAL, 2002).

3.3.2.1 Machines à classer

Grâce aux progrès technologiques dans le domaine de l'analyse d'images vidéo, un grand nombre de machines a été développé pour classer les carcasses, nous citons comme exemple :

a. VIAscan

La machine VIAscan® est constituée d'une cabine équipée de rampes d'éclairage, d'une caméra, d'une plaque métallique noire, d'un ordinateur et d'un écran. Le principe de fonctionnement de la machine repose sur l'analyse de l'image.

En fin de chaîne de l'abattage, une fois les pattes arrières croisées, les carcasses sont convoyées jusqu'à la machine à classer. Au passage devant la caméra, celle-ci prend alors une photographie de la face dorsale de la carcasse sur fond de la plaque noire. Cette photographie ensuite analysée par un logiciel de la machine (calculs des mensurations, détection des couleurs, etc.). À partir d'une équation de prédiction, les données issues de l'analyse d'image permettent de déterminer le classement (ou le rendement de découpe) de la carcasse (Normand, 2005).



1. En vue générale de la machine à classer
2. Carcasse dans la machine, photographie sur le fond noir
3. Une des deux rampes d'éclairage de la machine situées de part et d'autre de la caméra
4. La caméra
5. Écran de contrôle avec affichage de photo de la carcasse et de son classement

Figure 3.2 : Machine à classer VIAscan®

b. VSS2000

Le système est composé de deux système de caméra pour l'acquisition automatique d'une vue de face pour la détermination de la valeur commerciale, et une vue avant et arrière pour l'inspection de défauts. Cette machine est intégrée dans la ligne d'abattage et possède une performance : 800 carcasses/heure. Les données d'image sont évaluées avec un logiciel spécial de traitement d'image sur un ordinateur.

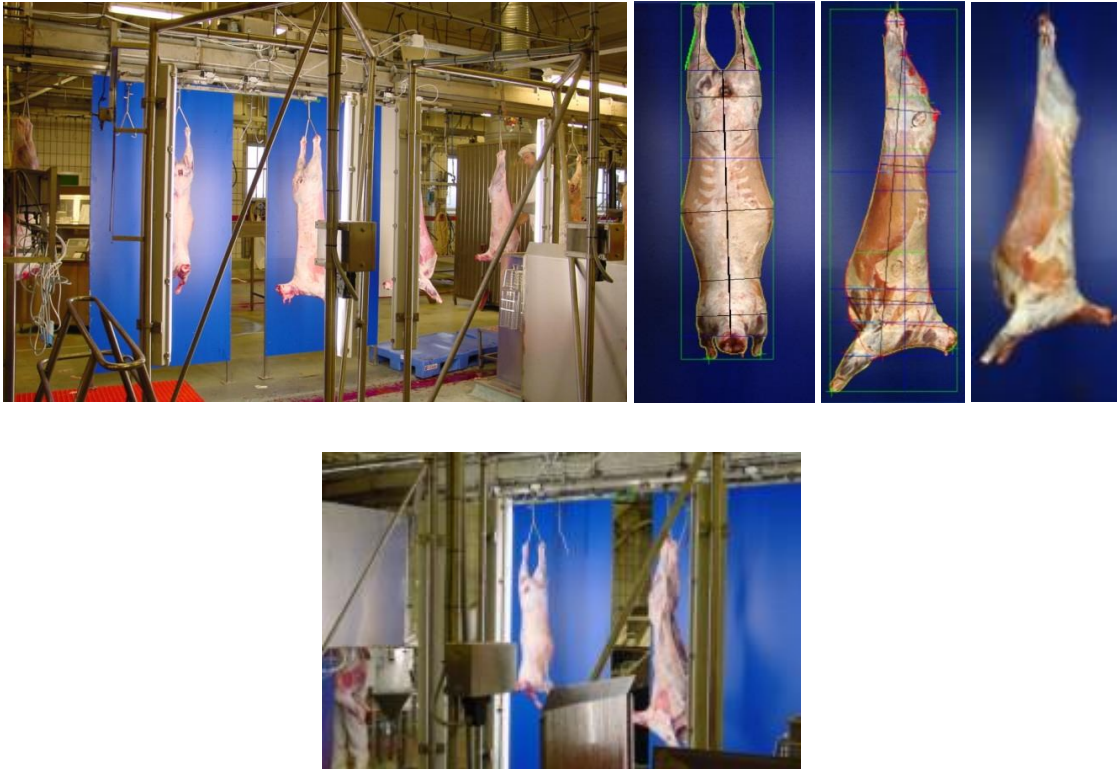


Figure 3.3 : Classement automatique des moutons et d'agneaux par VSS 2000 (GmbH Technology, 2012)

3.3.2.2 Mesure directe de l'épaisseur du gras de couverture

Cette technique est simple à mettre en œuvre mais reste très manuelle. Elle consiste simplement à mesurer avec une réglette graduée l'épaisseur du gras de couverture en des points déterminés :

- Au niveau de la dernière vertèbre lombaire à 4 cm à droite de la colonne vertébrale (EL FADILI *et al.*, 1996) ;
- À la hauteur de la 13^{ième} vertèbre, à 4 cm de la colonne vertébrale (DIAZ *et al.*, 1981) ;
- À 4 cm en arrière de la dernière côte à 4 cm du milieu de la carcasse (MIGUEL, 2003) ;

3.3.2.3 Mesure par ultrasons

Il s'agit d'un appareil manuel qui est appliqué sur les carcasses et qui envoie un train d'ondes ultrasoniques à l'intérieur de celles-ci. Quand l'onde ultrason rencontre une interface entre des tissus de densité différente (par exemple entre la graisse et le

muscle), l'écho est renvoyé au capteur. L'intervalle de temps entre l'onde et l'écho permet de calculer l'épaisseur de graisse et de muscle. Le système fournit également le pourcentage de maigre dans la carcasse (THOMAS, 2011).

3.3.2.4 Mesure des propriétés électriques

Les mesures des propriétés électriques de la viande au travers de l'impédancemétrie semblent très prometteuses quelle que soit l'espèce considérée (THOMAS, 2011). La Bio Impédance-métrie ou « Bioelectrical Impedance », est surtout à usage humain mais a prouvé expérimentalement son efficacité dans la prédiction de la composition des carcasses ovines (BERG *et al.*, 1997). Les appareils utilisés sont des analyseurs type : BIA (Bioelectrical Impedance Analyzer) (SLANGER *et al.*, 1994).

3.3.2.5 Autres méthodes

L'Électromagnétique Scanning qui mesure la conductivité électrique totale du corps : TOBEC (Total Body Electrical Conductivity), est basé sur les variations de la conductivité électrique issues de la différence dans la nature des tissus. Le muscle par exemple est un bon conducteur à cause de la concentration en eau et en électrolytes ce qui n'est pas le cas du gras et de l'os (BERG, 1997). Il faut distinguer l'impédance bioélectrique de la mesure TOBEC ou balayage électromagnétique qui est basée sur la conductivité du courant à travers les tissus maigres d'un corps ou d'une carcasse. En effet, contrairement au TOBEC, l'impédance bioélectrique implique un contact direct avec la carcasse pour appliquer le courant électrique (THOMAS, 2011). L'investissement est relativement élevé car cette technologie nécessite un équipement très spécialisé et son application reste donc, pour l'instant, surtout d'ordre médical.

Il existe d'autres méthodes telles que la RMN (Résonance Magnétique Nucléaire), Rayons X, absorption bi-photonique, systèmes infrarouges, etc. mais qui n'ont pas encore d'applications industrielles (DAUMAS *et al.*, 1998).

3.4 Facteurs de variation de la qualité de la carcasse

La composition de la carcasse est très variable en effet que la viande est le résultat de l'évolution complexe d'un tissu très divers dans ses caractéristiques. Cette variabilité génétique, alliée aux deux facteurs principaux : facteurs intrinsèques des

animaux tels que la race, le sexe et l'âge, et des facteurs extrinsèques comme le système de production et d'alimentation (DELFA & TEIXEIRA, 1998).

3.4.1 Facteurs intrinsèques

3.4.1.1 Type génétique

Dans les mêmes conditions d'élevage et pour un même poids vif, le poids de la carcasse varie en fonction du type génétique (CLINQUART *et al.*, 1998). L'héritabilité des caractères liés à la qualité de la carcasse des animaux varie d'une espèce à une autre. Ainsi, les races bovines et porcines possèdent l'héritabilité la plus élevée tandis qu'elle est moyenne chez la race ovine (de 20 à 40%) (RICORDEAU, 1992).

3.4.1.2 Sexe

La composition corporelle varie selon le développement différentiel de chacun des éléments constituant le corps de l'animal mais elles demeurent importantes et sont liées au sexe, au génotype, à l'alimentation et au mode d'élevage des animaux (MICOL *et al.*, 1993). Les femelles ont une tendance de maturer physiologiquement plus rapidement et s'engraissent plus tôt que les mâles (RODRIGUEZ *et al.*, 2008). Ainsi, les mâles ont des aptitudes à produire une carcasse plus maigre que celle des femelles, ce qui a été prouvé par d'autres auteurs (LETO *et al.*, 1994 ; DIAZ *et al.*, 2003). D'autre part, BARONE *et al.* (2007), ont démontré que le pourcentage du gras péri-rénal est plus élevé chez les femelles en fonction des résultats d'autres études faites par LETO *et al.*, (1994), VERGARA & GALLEGO, (1999) et DIAZ *et al.*, (2003). De plus, la teneur en gras au niveau de certains morceaux de la carcasse (cou, poitrine, épaule et cuisse) était plus faible chez les mâles que chez les femelles.

Les femelles possèdent donc des carcasses plus grasses et un cinquième quartier moins développé que celui des mâles, ce qui a été vérifié par COLOMER & ESPEJO (1972). Et par conséquent, elles présentent un rendement à l'abattage plus important (TEIXEIRA *et al.*, 2004 ; JOHNSON *et al.*, 2005 ; BARONE *et al.*, 2007).

Selon PÉNA *et al.*, (2005), les carcasses des mâles présentent une largeur plus élevée avec une profondeur et un périmètre au niveau de la cage thoracique plus élevés, ce qui reflète une meilleure appréciation de la conformation de la carcasse des mâles.

Pour les ovins, les mâles produisent des carcasses plus lourdes mais moins grasses et mieux conformes que les femelles, pour cette espèce ainsi que pour les bovins, le degré d'adiposité suit généralement l'ordre croissant : mâles, castrats, femelles (JEREMIAH *et al.*, 1997).

3.4.1.3 Poids et âge à l'abattage

Le poids à l'abattage reste le premier critère de discrimination, quel que soit le type d'animal. Ce poids interagi avec l'âge chronologique et physiologique de l'animal et sa vitesse de croissance (BOCCARD & DUMONT, 1960). Pour une même vitesse de croissance (avec une quantité d'aliment contrôlée) et un abattage au même poids, les carcasses des animaux élevés en pâturage sont moins grasses, probablement en raison de leur activité physique élevée (DRANSFIELD, 2006).

Des études antérieures ont démontré que l'âge d'abattage des agneaux et donc le poids d'abattage influence significativement sur les caractéristiques de la carcasse. Ainsi, selon BARONE *et al.* (2007), la perte lors du ressuyage est d'autant plus importante que le poids à l'abattage est important ce qui se traduit par une augmentation du rendement de la carcasse.

En contrepartie, de nombreux auteurs tels que KREMER *et al.*, (2004) ; BARONE *et al.*, (2007), ont illustré la tendance des animaux âgés et plus lourds à montrer une teneur plus élevée en matière grasse, essentiellement en gras péri rénal. Ces résultats sont conformes avec ceux établis par LETO *et al.* (1994) lors de leur étude apportée sur des agneaux abattus à 35 et 100 jours. Tandis que SANTOS-SILVER *et al.*, (2003), ont montré que la teneur en gras de la carcasse n'était pas affectée par le poids d'abattage qui varie entre 24 et 30 Kg, en outre, pour le poids le plus élevé à l'abattage, le pourcentage du muscle diminue de 59,1 à 58 % alors que celui de la graisse sous cutanée et intermusculaire augmente.

Quant à la conformation, SANTOS-SILVER *et al.*, (2003) et BARONE *et al.*, (2007), ont prouvé que l'indice de compacité ainsi que les mesures linéaires prises sur les carcasses ont été affectées par le poids à l'abattage. Également, RUSSO *et al.*, (2003) et DIAZ *et al.* (2003) ont constaté que l'augmentation du poids vif des agneaux légers était liée à la compacité accrue.

3.4.2 Facteurs extrinsèques

3.4.2.1 Système de production

PRIOLA *et al.* (2002) et CARRASCO *et al.* (2009), ont montré d'après leur quantification de l'effet du type d'alimentation (Parcours vs Bergerie) sur les caractéristiques des carcasses d'agneaux que le poids de la carcasse chaude et froide, le rendement à l'abattage et l'état d'engraissement ont été affecté par ce traitement alors que pas d'effet sur le taux de perte par ressuyage.

Des études faites par PRIOLA *et al.* (2002) sur des carcasses de race Ile de France ont prouvé que pour un même poids à l'abattage de 35 kg et pour un même niveau moyen de croissance, les carcasses des agneaux de bergerie sont plus lourde en moyenne 15,8 kg que leurs homologues d'herbe 14,7. Selon DIAZ *et al.* (2002) et JOY *et al.* (2008), le rendement commercial des agneaux de bergerie est plus important que pour ceux élevés sur parcours (45% vs 44%).

Ajoutant que KARIM *et al.* (2007) ont conclu que les systèmes de production n'ont pas d'effet sur les pourcentages des différents organes, sauf pour le foie et la tête qui sont plus importants chez les agneaux engraisés sur parcours.

En outre, les agneaux du parcours présentent généralement des carcasses maigres avec une faible épaisseur du gras de couverture et du gras sous cutané par rapport à ceux finis en bergerie (MCCLURE *et al.*, 1995 ; PRIOLA *et al.*, 2002). L'épaisseur du gras dorsal varie de 1 à 2,5 mm sur parcours et de 3 à 7 mm en bergerie (ATTI, 1989). Ces résultats confirment ceux d'autres auteurs qui ont trouvé que les agneaux d'herbe sont moins gras que ceux de la bergerie (ATTI, 1985). Cela est expliqué par leurs besoins énergétiques supérieurs par rapport à ceux élevés en bergerie à raison d'une augmentation de la mobilisation des réserves lipidiques afin de former le tissu musculaire et d'une activité physique accrue associée au pâturage.

Concernant la conformation, MC CLURE *et al.* (1994) et CARRASCO *et al.* (2009) rapportent que les carcasses des agneaux d'herbe sont moins bien conformées que celles de leurs homologues en bergerie. En effet, la dissection de l'épaule confirme cette appréciation. Tandis que, PRACHE *et al.* (2009), ont suggéré qu'il n'existe pas de différences significatives entre des agneaux élevés sur parcours et ceux en bergerie.

3.4.2.2 Alimentation

Plusieurs recherches confirment l'existence d'une relation proportionnelle entre le niveau protéique d'un régime alimentaire et le développement du tissu musculaire de la carcasse (LEBRET & MOUROT, 1998), et d'autre part entre le niveau énergétique et le dépôt de gras (RAY *et al.*, 1967 ; GLIMP *et al.*, 1968 ; ATTI *et al.*, 2003). Néanmoins, les études apportées pour quantifier l'effet du niveau protéique d'une ration alimentaire sur la qualité et la composition de la carcasse restent toujours limitées.

En effet, des travaux réalisés par CRADDOCK *et al.* (1974) sur l'évaluation de l'effet de deux niveaux protéiques (10,5% et 13,5%) et d'autres énergétiques (50:50 et 80:20 et le rapport concentré sur fibres) sur les caractéristiques de la carcasse, ont prouvé qu'il n'existe pas de différences significatives entre les mesures linéaires prises pour l'appréciation de la conformation des carcasses d'agneaux recevant des régimes alimentaires à différents niveaux protéiques. De même pour l'état d'engraissement et la composition de la carcasse.

D'autre part, selon CANEQUE *et al.*, (2003), l'étude de l'incorporation d'une source énergétique (orge entière) pour l'engraissement d'agneau avec des systèmes d'élevage différents (Parcours vs Bergerie) sur la qualité de la carcasse ont prouvé que les animaux recevant l'aliment commercial ont eu un rendement et une compacité de la carcasse plus élevés que ceux nourris avec l'orge. En revanche, le poids du tractus digestif plein a été moins important, en raison d'une moindre proportion d'estomacs et de contenu digestif. Contrairement à ce qui a été conclu par LU & POTCHOIBA (1990), ces derniers, ont suggéré que les agneaux qui reçoivent une ration pauvre en énergie ingèrent plus d'aliment et par conséquent le digestat et le tube digestif sont plus importants, ce qui diminue le rendement à l'abattage.

Selon CRADDOCK *et al.* (1974), des interactions significatives ont été notées entre les niveaux protéiques et énergétiques d'une ration, le poids et le pourcentage du gras péri rénal et le rendement de la carcasse. Un pourcentage élevé de protéines dans la ration alimentaire favorise le développement du tissu adipeux de la carcasse si cette ration est pauvre en énergie mais l'inhibe si elle est riche. Tandis que, pour un régime alimentaire à fort niveau énergétique, le gras de la carcasse est supérieure si la teneur de ce régime en protéines est bas mais il est inférieur si le niveau protéique est élevé.

3.5 Transformation des muscles en viande

Le muscle est le tissu précurseur de la viande. Celui-ci subira des transformations *post mortem* conduisant au développement et à la définition des qualités sensorielles de la viande. Cette étape de transformation fait appel à un ensemble de processus très complexes de nature à la fois enzymatique et physico-chimique (OUALI, 1991).

L'évolution de la viande se fait en trois phases : phase de pantelance, la phase de rigidité cadavérique ou *Rigor mortis* et une dernière phase, la phase de maturation.

3.5.1 État pantelant

La phase de pantelance suit directement l'abattage. Malgré l'interruption du courant sanguin, on observe une succession de contractions et relaxations musculaires. En effet, le muscle continue à vivre. Il y a donc un épuisement des réserves énergétiques, puis une mise en place de la glycolyse anaérobie. L'accumulation d'acide lactique qui s'en suit provoque ainsi une baisse du pH (COIBION, 2008).

Selon la théorie d'OUALI *et al.* (2006), il existerait une étape supplémentaire dans l'évolution et la transformation du muscle en viande, avant la phase de *rigor-mortis*, durant laquelle l'apoptose a un rôle prépondérant. Ainsi plusieurs enzymes participant au phénomène d'apoptose semblent être impliquées dans la tendreté de la viande. L'apoptose est un mécanisme physiologique de mort cellulaire programmée (OUALI *et al.*, 2006) qui permet d'éliminer les cellules endommagées ou dangereuses pour les autres cellules. C'est un phénomène essentiel à la vie d'un organisme, notamment au cours de son développement. Ce processus est très conservé depuis les organismes monocellulaires jusqu'aux mammifères.

Il comprend, deux voies : (1) le stimulus est externe à la cellule et correspond à l'activation d'un récepteur de mort cellulaire par un ligand activateur qui va initier l'activation des caspases ; (2) l'événement activateur est la rupture de la membrane mitochondriale.

3.5.2 Rigor mortis ou rigidité cadavérique

L'installation de la rigidité cadavérique est directement perceptible sur la carcasse. La musculature devienne progressivement raide et inextensible dans les heures qui suivent la mort de l'animal. Ce phénomène résulte de l'acidification du tissu musculaire due à une chute de pH par l'épuisement de l'adénosine triphosphate (ATP) qui permet au muscle vivant de conserver son élasticité et qui par ailleurs fournit l'énergie nécessaire à son travail, et aussi à la contraction des fibres musculaires (MALTIN *et al.*, 2003).

3.5.3 Maturation

Classiquement, il a été admis que la maturation constituait la phase d'évolution *post mortem* survenant après l'installation de la rigidité cadavérique, encore que la plupart des phénomènes hydrolytiques qui s'y développent débutent dans les premiers instants suivant l'abattage. Après la rigidité, le muscle va être progressivement dégradé dans une suite de processus complexes au cours desquels s'élaborent en grande partie les divers facteurs qui conditionnent les qualités organoleptiques de la viande et en particulier la tendreté. La dénaturation des protéines peut se traduire, entre autres, par des changements de conformation provoquant des démasquages de groupes, des modifications de propriété de solubilité et une augmentation de la sensibilité aux enzymes protéolytiques (MONIN, 1991).

3.6 Composition chimique de la viande

La viande est un élément qui apporte de nombreux nutriments indispensables à une alimentation équilibrée, c'est une source d'excellence pour les protéines et les acides aminés indispensables. Une viande crue apporte en moyenne 70% d'eau et 30% de matières sèches.

Tableau 3.3 : Composition globale de la viande (ARMAND, 2004)

Composition Globale	Pourcentages
Eau	70 – 80 %
Protéines	15 – 20 %
Substances azotées non protéiques	1 %
Lipides	3 %
Glycogène	1 %
Sels minéraux	1%

3.6.1 Protéines

Les protéines sont des composants indispensables dans notre alimentation, leur rôle nutritionnel est de fournir des acides aminés, de l'azote et de l'énergie. Les viandes font partie des aliments riches en ces nutriments, de plus de leur forte teneur, les protéines de la viande présentent un apport équilibré aux besoins de l'homme en acides aminés et en vitamines (DOMINIQUE & BRIGITTE, 2010).

Tableau 3.4 : Teneur de la viande de bœuf en acides aminés (mg/100g) (Centre d'Information de Viande CIV, 2010)

	<i>Tende de tranche</i>	<i>Macreuse à bifteck</i>	<i>Paleron</i>	<i>Bavette</i>	<i>Faux-filet</i>	<i>Entrecôte sans gras</i>	<i>Plat de côte sans gras</i>	<i>Steak haché (5%)</i>
Histidine	823	814	560	668	817	614	631	814
Isoleucine	1016	979	879	991	983	913	1001	979
Leucine	1808	1729	1620	1849	1874	1696	1816	1729
Lysine	1871	1792	1649	1921	2045	1767	1810	1792
Méthionine	739	1176	888	739	958	772	752	1176
Phénylalanine	876	980	830	973	1011	823	918	980
Thréonine	1105	1021	1061	1126	1172	893	997	1021
Tryptophane	250	187	189	214	297	205	215	187
Valine	1087	1001	940	1023	1031	923	1034	1001

3.6.2 Matière Grasse

La proportion en tissus maigres et gras, représente les principales sources de variation des produits d'origine animale selon HEATHER & DAVID (2007). La graisse

d'un animal destinée à la consommation est représentée par les tissus adipeux sous-cutanés, les tissus qui entourent les viscères et les lipides musculaires.

La viande a une teneur moyenne en lipides de 7g/100g, et une teneur moyenne en cholestérol de l'ordre de 70 à 100 mg pour 100g (HENRI, 1992).

3.6.3 Sels Minéraux

Les sels minéraux sont des micronutriments essentiels pour l'organisme : contrôlant l'équilibre hydrique, réglant l'équilibre acido-basique, faisant partie de certaines structures et entrant dans la composition des enzymes et hormones (RAPHAEL *et al.*, 2010). La viande est intéressante pour son apport en zinc et en fer, le Coefficient d'Utilisation Digestive (CUD) en fer est plus élevé que dans tous les aliments, excepté le poisson. Le tableau 3.5 présente la teneur moyenne en minéraux des viandes.

Tableau 3.5 : Teneur de viande de bœuf en minéraux (ELISABETH, 2008)

Minéraux	Teneur en mg/100g
Sodium	60
Potassium	350
Calcium	10
Phosphore	200
Magnésium	20
Fer	2,5 à 5
Cuivre	0,1
Zinc	2 à 3
Sélénium	0,035

3.6.4 Vitamines

Les vitamines sont des substances chimiques apportées par l'alimentation et indispensables à la vie de notre organisme (EDMOND, 2003). Certaines vitamines sont liposolubles (A, D, E et K) alors d'autres sont hydrosolubles (groupe B, C). Les vitamines liposolubles et la vitamine C sont faiblement représentées dans la viande, contrairement aux vitamines du groupe B ou la viande est considérée comme une source d'approvisionnement très importante (ELISABETH, 2008).

Tableau 3.6 : Teneur de viande de bœuf en vitamine B3, B6 et B12 (CIV, 2010)

	<i>Tende de tranche</i>	<i>Macreuse à bifteck</i>	<i>Paleron</i>	<i>Bavette</i>	<i>Faux-filet</i>	<i>Entrecôte (sans gras)</i>	<i>Plat de côte (sans gras)</i>	<i>Steak haché (5%)</i>
Vitamine B3 (mg/100 g)	5,2	4,4	3,7	4,2	5,8	4,4	4,9	4,7
Vitamine B6 (mg/100 g)	0,5	0,4	0,3	0,3	0,5	0,3	0,4	0,3
Vitamine B12 (µg/100 g)	1,2	1,9	2,8	3,1	1,2	1,6	1,8	2,1

3.7 Qualité des viandes

Pour la viande, il n'existe pas une qualité mais un ensemble de qualités qui dépendent des besoins et attentes du consommateur. Cependant, en raison de l'étendue de la notion « Qualité », et de la confusion que peut entraîner l'utilisation de ce terme, il est préférable de le remplacer par l'ensemble des « caractéristiques » qui, vers la fin, correspondant à la « Qualité ».

3.7.1 Caractéristiques nutritionnelles

Les viandes bovines et ovines ont souvent une mauvaise réputation auprès des diététiciens qui les jugent trop riches en lipides particulièrement en acides gras saturés. Alors que les viandes de ruminants sont une source importante de nutriments pour l'alimentation humaine, elles présentent une source importante de protéines riches en acides aminés indispensables (9,1 g de lysine pour 100 g de protéines) et une source de fer non seulement 3 à 4 fois plus importante que les viandes de porc et de poulet, mais elle aussi assimilable et 5 à 6 fois mieux que le fer non héminique des végétaux. (GEAY *et al.*, 2002). Le zinc est également abondant dans la viande rouge (CIV, 1996). En plus, la viande des ruminants est une source importante de vitamines du groupe B en particulier de vitamines B6 et B12, (FAVIER *et al.*, 1995).

Malgré cette richesse en éléments nutritifs et indispensable à la santé, plusieurs théories ont été évoquées concernant la relation entre cette denrée et le développement du cancer colorectal. En effet les hypothèses mécanistiques pouvant expliquer l'effet délétère des viandes rouges et charcuteries sur le cancer mis en évidence par l'épidémiologie sont nombreuses. Des agents promoteurs proviendraient des graisses augmentent notamment l'excrétion des acides biliaires détergents et agressifs dans le colon (BRUCE, 1987), des protéines fermentées en

amines, en phénols ou en sulfures d'hydrogène toxiques pour les muqueuses (VISEK & CLINTON, 1991), du fer qui induit des radicaux libres génotoxiques (NELSON, 2001) et des composés N-nitrosés endogènes dont certains sont cancérigènes (BINGHAM *et al.*, 1996). De plus, selon ces hypothèses, la cuisson de viande à haute température ou sur flamme nue génère des amines hétérocycliques ou des hydrocarbures aromatiques polycycliques cancérigènes (SUGIMURA *et al.*, 2004).

3.7.2 Caractéristiques organoleptiques

Il s'agit des caractéristiques et des propriétés sensibles appréciées par les sens du consommateur, elles recouvrent l'aspect, la couleur, le goût, la saveur, l'odeur et la flaveur, ainsi que la consistance et la texture d'un aliment, de ce fait, elles jouent un rôle prépondérant dans la préférence alimentaire (LUDOVIC, 2008).

3.7.2.1 Couleur

C'est le critère de choix le plus important pour la viande rouge (CHRISTIAN, 2010), il s'agit de la première caractéristique perçue par le consommateur, joue un rôle décisif au moment de l'achat car elle est instinctivement rattachée à la fraîcheur du produit. La myoglobine est le principal pigment responsable de la couleur de la viande, dont trois paramètres principaux permettent de définir la couleur : la teinte, la saturation et la luminosité :

- La teinte varie en fonction de l'état chimique du pigment ;
- La saturation dépend de la quantité du pigment présent dans le muscle ;
- La luminosité est corrélée à l'état de surface de la viande.

La liaison hème globuline se fait par l'intermédiaire du fer qui peut prendre deux états d'oxydoréduction. La forme réduite correspond au pigment du muscle en profondeur et à celui de la viande conservée sous vide. Au contact de l'air et du froid, la myoglobine se combine avec l'oxygène formant ainsi l'oxymyoglobine, de couleur rouge vif. Cette teinte de la viande est synonyme de fraîcheur et donc recherchée par le consommateur.

Au-delà d'un certain délai influencé par les propriétés intrinsèques de la viande (pH, potentiel d'oxydoréduction, etc.) la couche d'oxymyoglobine disparaît au profit de la metmyoglobine de couleur brune. L'atome de fer est alors sous forme ferrique (Fe^{+++}) (LUDOVIC, 2008).

3.7.2.2 Flaveur

C'est l'ensemble des impressions olfactives éprouvées aux moments de la dégustation. Environ 250 substances sont responsables de la flaveur dont les acides aminés, les sucres, les nucléides et les acides gras. La flaveur est caractéristique de l'espèce et elle est liée au gras. Celle-ci se développe avec l'âge de l'animal. L'alimentation joue un rôle important car celle-ci modifie la composition des graisses corporelles (CHRISTIAN, 2010).

3.7.2.3 Tendreté

La tendreté est un facteur important de la qualité de la viande bovine, elle est souvent jugée décevante et irrégulière par les consommateurs (NORMAND *et al.*, 2009). L'amélioration de la tendreté de la viande, peut être due à une plus forte teneur en lipides intramusculaire qui réduisent la résistance à la mastication (JOSEPH, 2008).

3.7.2.4 Jutosité

La jutosité de la viande se décrit en deux étapes : une première impression de jutosité qui est due à la quantité d'eau retrouvée dans la viande et une impression plus durable engendrée par la stimulation de la salivation. La présence de persillage favorise la perception de la jutosité en stimulant la salivation, ce qui augmente l'appréciation par le consommateur (ERIC *et al.*, 2010).

3.7.3 Caractéristiques technologiques

Les caractéristiques technologiques représentent l'aptitude de la viande à la conservation et à la transformation.

3.7.3.1 Pouvoir de rétention d'eau

Le pouvoir de rétention d'eau ou capacité de rétention d'eau est la capacité qu'a la viande à retenir fermement sa propre eau ou de l'eau ajoutée, et ce lors de l'application d'une force quelconque (HAMM, 1986). Il est primordial de prendre en compte ce paramètre parce qu'il influence la rentabilité du secteur de la transformation et, plus important encore, les qualités organoleptiques de la viande. Il est donc nécessaire de déterminer le pouvoir de rétention d'eau au cours de la conservation (on parle alors de pertes par écoulement) mais aussi au cours de la cuisson (on parle alors de pertes à la cuisson). Il est par ailleurs possible d'estimer le pouvoir de rétention d'eau d'une

viande par détermination des pertes de jus lors de l'application d'une force externe sur un échantillon de muscle : la quantité de jus produite est appelée jus expressible (CLINQUART *et al.*, 2000).

Au moment de l'abattage, le pouvoir de rétention d'eau du muscle est très élevé. Il va diminuer très régulièrement jusqu'à la fin de la rigidité cadavérique.

La diminution du pouvoir de rétention d'eau a pour origine principale l'abaissement du pH à la suite de la glycolyse anaérobie. En effet, au point isoélectrique (pHi) des protéines, les charges positives sont égales aux charges négatives, le réseau protéique est resserré et le pouvoir de rétention d'eau est au minimum. Quand le pH de la viande s'éloigne de la zone de pHi, la charge des protéines augmente et les fibres s'écartent les unes des autres emprisonnant de la sorte une quantité plus importante d'eau.

La rétention d'eau minimum au pHi s'accroît donc de part et d'autre pour des pH plus faibles ou plus élevés (COIBION, 2008).

Le pouvoir de rétention de l'eau de la viande (PRE), ressemble fort à l'activité d'eau (A_w) mais il est spécifique aux viandes ; il s'agit en fait d'évaluer l'eau retenue dans le muscle et donc indirectement, la jutosité ou les pertes à la cuisson. Une viande à fort PRE sera en générale juteuse et tendre « gouteuse », car elle ne perdura pas son eau à la cuisson. Inversement, une viande à basse PRE sera exsudative et donc sèche (CHRISTINE, 2010).

3.7.3.2 pH

Bien qu'il s'agisse en fait d'un paramètre chimique, le pH est habituellement classé parmi les caractéristiques technologiques parce qu'il influence de façon très importante l'aptitude à la conservation et à la transformation des viandes (HOFMANN, 1988; BRUCE & BALL, 1990). La valeur du pH intramusculaire mesurée *in vivo* est proche de 7. Dans les heures qui suivent l'abattage, on observe, au sein du tissu musculaire, une chute du pH liée à l'accumulation de l'acide lactique produit par la dégradation du glycogène intramusculaire. Lorsque les réserves de glycogène sont épuisées, on observe une stabilisation du pH. C'est le pH ultime ou pH final dont la valeur est proche de 5,5.

La valeur finale atteinte influence très fortement l'aptitude à la conservation de la viande ; ainsi, par exemple, un pH élevé, supérieur à 6, favorise le développement des

microorganismes altérants, responsables d'une altération du goût et de l'odeur de la viande, mais aussi des microorganismes pathogènes (MONIN, 1988). Par ailleurs, un pH élevé entraînera également une modification de la capacité de rétention d'eau et des qualités organoleptiques.

La valeur finale est liée principalement à un seul facteur : la quantité de glycogène présente dans le muscle avant l'abattage. Par contre, les facteurs qui influencent la cinétique des réactions glycolytiques sont beaucoup plus nombreux et complexes. La vitesse de la glycolyse varie d'une espèce à l'autre, voire même au sein des espèces (SHACKELFORD *et al.*, 1994). L'évolution du pH n'est pas homogène dans la carcasse : elle varie d'un muscle à l'autre, voire même d'un endroit à l'autre au sein du même muscle. Ces variations entre espèces et entre muscles sont liées au type métabolique des fibres musculaires. Par ailleurs, la vitesse de la glycolyse est influencée directement par la température. Il est donc primordial de mesurer simultanément le pH et la température de la carcasse pour éviter toute erreur d'interprétation (CLINQUART *et al.*, 2000).

3.7.4 Caractéristiques microbiologiques

L'amélioration de l'état sanitaire des cheptels a permis une forte diminution des lésions observées sur les carcasses à l'abattoir et qui pouvaient être à l'origine de contaminations microbiennes de la viande dangereuse pour l'homme. Néanmoins, la maîtrise de la qualité microbiologique est une priorité à tous les stades de la filière viande. En effet, cette dernière comporte plusieurs maillons étroitement liés les uns aux autres depuis l'élevage des animaux, lors de l'abattage, de la transformation des viandes ainsi qu'à la distribution dans les points de vente et en fin le mode d'utilisation et de préparation culinaire (GEORGE-JOHN *et al.*, 2008), tenant en compte aussi la température et d'autres conditions de stockage et de distribution.

On distingue classiquement deux types de microorganismes sur les viandes : la flore d'altération, non pathogène, qui limite la durée de vie des produits et la flore pathogène susceptible de provoquer des toxi-infections alimentaires. Que ce soit leur nature, ces microorganismes peuvent avoir deux origines soit : exogène par les manipulateurs, les outils, les surfaces de contact, etc. comme peuvent être endogènes suite au dépouillement, à l'éviscération, etc. (KOUTSOUMANIS & SOFOS, 2004).

Une charge importante par des bactéries d'altération détériore la qualité organoleptique de la viande (DE LA FONTAINE, 1989). Cette dégradation se distingue

parfois par un simple changement de la couleur, suite au développement des bactéries en surface de la viande et ses interactions avec la forme chimique du pigment (MOEVI, 2006), jusqu'à la libération d'odeurs désagréables qui rendent la viande impropre à la consommation. Cela est expliqué par le fait que l'attachement des bactéries à la surface des carcasses, ce concrétise en deux phases : la première est réversible, seuls les facteurs physiques entrant en jeu ; la deuxième, est irréversible et a lieu à partir de 12 à 24 heures après le premier contact. Elle consiste en la production de polysaccharides extracellulaires par les bactéries qui la fixe aux carcasses (DISCKON *et al.*, 1992).

Par ailleurs, certains microorganismes peuvent élaborer des pigments verdâtres à partir de la myoglobine. Les bactéries productrices d'hydrogène sulfuré (H₂S) sont susceptibles de provoquer ainsi la formation de sulfomyoglobine. Ce pigment vert se forme dans les viandes à pH élevé sous de basses pressions en oxygène (MOEVI, 2006).

Plusieurs maladies infectieuses, d'origine alimentaire, pouvant être associées à notre nourriture, exceptionnellement, à la consommation de viandes et de produits carnés dont les germes les plus incriminés sont les salmonelles, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens*, *E.coli*, *etc.* Néanmoins, la mortalité suite aux toxi-infections reste faible surtout dans les pays développés (DELMAS, 2010).

Partie II : Volet Expérimental

Chapitre 4

Matériel et Méthodes

4.1	Rappel sur les objectifs de l'étude.....	69
4.2	Présentation générale de la région d'étude	69
4.2.1	Partie I : Au niveau du l'TTELEV.....	70
4.2.2	Partie II : Au niveau de l'abattoir	82
4.2.3	Partie III : Au niveau du laboratoire.....	87
4.3	Analyse statistique.....	96

Chapitre 4

Matériel et Méthodes

4.1 Rappel sur les objectifs de l'étude

Pour aboutir aux objectifs de la présente étude nous avons entrepris la démarche suivante établi sur trois étapes :

- Dans un premier temps, au niveau de l'**ITELEV**, nous nous sommes intéressé à comparer le concentré commercial (CC) à base de maïs avec le concentré expérimental (CE) préparé à base d'un produit local (orge, *variété Saida 183*) et de suivi des performances de croissance des agneaux de la race Hamra (poids, GMQ, tour de poitrine, hauteur au garrot, etc.) qui ont nourri par ces diètes ;
- Dans une deuxième étape au niveau de l'**abattoir**, l'abattage des animaux, après une période d'engraissement par le CE, et l'évaluation des caractéristiques des carcasses (mesures objectives, subjectives, rendement, découpes, dessiccation, etc.) ont eu lieu ;
- La **troisième partie** du protocole s'est déroulée au **niveau du laboratoire**, où l'évaluation des caractéristiques nutritionnelles, technologiques et microbiologique de ces viandes.

4.2 Présentation générale de la région d'étude

La présente étude s'est déroulée au niveau de la ferme de démonstration de l'Institut Technique des Élevages (ITELEV), environ 3 km de la localité de la Daïra d'Ain-Hadjjar et 10 km de chef de lieu de la wilaya de Saida. Cette zone est caractérisée par un étage climatique semi-aride à une longitude 34° 45' 33'' Nord, latitude 000°07'99''Est, Altitude : 1002±07m selon les coordonnées relevées par le (**GPS 72, Garmin corporation, Taiwan**).

La wilaya de Saida occupe une place importante et jouit d'une position stratégique au niveau des hauts plateaux de l'ouest suivant le plan national d'aménagement du

territoire dont l'axe centrale s'articule sur les wilayas de Tiaret, Naama et El-Bayadh. La wilaya de Saïda s'étend sur une superficie de **6 613 km²**. Le climat est sec et chaud en été et froid en hiver. La moyenne pluviométrique dans la wilaya est d'environ 348 mm/an. La température varie de -7 ° C au mois de décembre à 46°C au mois de juillet (ANDI, 2013).

4.2.1 Partie I : Au niveau de l'ITELEV

4.2.1.1 Matériel Végétal

A. Préparation des aliments

Deux sortes d'aliment ont été utilisées dans la présente étude :

- Concentré commercial (CC)

C'est un type d'aliment fourni par la station d'expérimentation, dans un cadre de marché national. Selon l'étiquette placée sur ce concentré dont le maïs représente le composant majeur, en plus des sous-produits céréaliers, CMV (Complexe Minéral Vitaminique), tourteaux de soja, phosphobicalcique.

- Concentré expérimental (CE)

La préparation est réalisée dans la ferme, en utilisant un broyeur mélangeur céréales de type (**LAW compact 1000, Italie**) pour préparer l'aliment utilisé dans cette expérimentation. Nous avons substitué le maïs par l'orge avec un pourcentage de 73%. Le reste de la ration (25%) a été complétée de tourteaux de soja, 1% de CMV et 1% de phosphobicalcique.

La reformulation de cet aliment fait appel à un logiciel (**INRAtion - PrévAlim 4.0, 2009**).

Tableau 4.1 : Coût et composition générale des rations utilisées

	Type d'aliment	Prix de Kg
Composition Générale	Concentré expérimental (en Kg)	
	Céréales, Orge locale (<i>Variété Saida 183</i>)	15,5
	Tourteaux, Tourteau de soja 46	60,00
	Phosphates, Bicalcique anhydre	80,00
	CMV	120,00
	Prix de 100Kg	2380,00 DA
	Concentré commercial (en Kg)	
	Mais (<i>importé</i>)	30,00
	Tourteaux, Tourteau de soja 46	60,00
	Phosphates, Bicalcique anhydre	80,00
	CMV	120,00
	Coproduits des céréales (son)	20,00
	Prix de 100Kg	4500,00 DA

Selon le prix en dinar algérien de marché en 2013 (Algérie Presse Service ; APS, 2013).

B. Échantillonnage

Des prélèvements d'échantillons représentatifs de 1 à 2kg à partir du stock des concentrés commerciaux, expérimentaux et de paille d'orge ont été réalisés. Les techniques de prélèvement dépendent de la nature des aliments. Pour les aliments concentrés, plusieurs prélèvements ont été effectués sur différents sacs et à différents niveaux au sein de chacun d'entre eux. Pour la paille d'orge, des prélèvements sur plusieurs bottes et à différents niveaux au sein de chacune d'elles ont été effectués.

Les échantillons sont ensuite conditionnés dans des sachets en plastique étanche, étiquetés (nature de l'échantillon, lieu et date de production, date de péremption, etc.) puis emballés et expédiés au laboratoire.

C. Broyage et conservation des échantillons

Le broyage des échantillons est une étape préliminaire dans les analyses d'aliments de bétail. En effet, l'analyse doit être effectuée sur des particules ayant des tailles standardisées, et homogénéisées au maximum. L'échantillon est finement broyé au moyen d'un broyeur muni d'un tamis ayant des mailles de 1mm de diamètre afin

d'obtenir une poudre fine, par la suite l'échantillon doit être conservé dans des flacons plastiques hermétiquement fermés portant des étiquettes sur lesquelles on indique tous les renseignements qui concernent l'échantillon en question. Ces flacons doivent être mis dans un endroit à l'abri de l'humidité et de la lumière pour éviter toute détérioration de l'échantillon avant l'analyse prévue.

D. Analyse des aliments

La valeur nutritive des aliments étudiés dans cette étude est déterminée par le dosage des composants chimiques qui les forment. Dans ce contexte, nous avons envisagés les techniques recommandées par les Normes Algériennes (NA), et dans le cas d'absence d'une norme appropriée nous avons fait recours aux normes internationales (Association of Official Analytical Chemists, AOAC, 2005) pour quantifier les constituants nutritifs à savoir : Matière Sèche (MS), Matière minérale (MM), Matière Organique (MO), Matière Azotée Totale (MAT), Matière grasse (MG), les fibres, résidus des parois cellulaires (Natural Detergent Fiber, NDF), les fibres acides (Acid Detergent Fiber, ADF) et de la lignine (Acid Detergent Lignin, ADL), ainsi que les minéraux (Ca, P).

→ Détermination de la matière sèche (NA 1291, 1994)

Cette analyse a pour but d'apprécier la teneur en eau résiduelle, qui permettra par la suite d'exprimer les résultats des différentes analyses en pourcentage de la MS. Le principe consiste à éliminer cette fine quantité d'eau par séchage à l'étuve à 110°C pendant 24 heures. Le mode opératoire consiste à utiliser des creusets en porcelaine lavés à l'eau distillée et identifiés (préalablement tarés après séchage à l'étuve à 105°C et refroidissement dans un dessiccateur) dans lesquels un gramme de chaque échantillon est pesé avec précision. Par la suite, les creusets pleins seront de nouveau pesés avec précision. On calcule la teneur en matière sèche analytique en utilisant la formule (1) :

$$\%MS = [(P_2 - C_v) / (P_1 - C_v)] \times 100 \dots\dots\dots (1)$$

P₁ : poids du creuset avant séchage (g)

P₂ : poids du creuset après séchage (g)

C_v : poids du creuset vide (g)

% MS : pourcentage de la matière sèche.

NB : Pour la paille, il est important de diminuer la taille des morceaux avec des paires de ciseaux afin de faciliter les pesées, le séchage et même le broyage.

→ Détermination de la teneur en MM (NA 650, 1994) et en MO

Environ 1g de chaque échantillon est déposé dans des creusets de porcelaine préalablement tarés. La teneur en MM est obtenue après calcination dans un four à moufle à 550°C pendant 6 à 7 heures jusqu'à l'obtention de cendres blanches ou grises. Après calcination, les creusets seront refroidis dans un dessiccateur pour être enfin pesés avec précision avec leurs résidus. Ensuite on calcule comme suit (2) :

$$\%MM = [(P_2 - C_v)/(P_1 - C_v)] \times MS \times 100 \dots\dots\dots (2)$$

P_1 : Poids du creuset avant calcination en (g) ;

P_2 : Poids du creuset après calcination en (g) ;

C_v : Poids du creuset vide en (g) ;

% MM : pourcentage en matière minérale ;

La teneur en matière organique (%MO) sera ainsi égale à :

$$\% MO = 100 - \% MM \dots\dots\dots (3)$$

- Dosage du phosphore (NA 657, 1992)

Sous la forme organique, les minéraux sont généralement mal dosables. De ce fait leur dosage consiste à minéraliser dans un premier temps la fraction organique par calcination sèche ou par digestion humide. Le dosage sera par la suite réalisé par spectrophotométrie dans le visible à 430 nm pour le phosphore.

Il se fait après incinération, attaque par l'acide nitrique de l'échantillon et son traitement avec le réactif nitro-vanado-molybdate qui forme avec lui un complexe coloré dont l'absorbance est mesurée par spectrophotométrie à 430 nm.

On pèse avec précision 1 g de chaque échantillon avec une répétition pour chacun dans des creusets en porcelaine et on met dans l'étuve à 110°C pendant 24 heures puis, les calciner dans un four à moufle à 450 pendant 2 heures. Après refroidissement, ajouter dans chacun d'eux 10 ml d'acide nitrique, les transférer dans des béchers et faire bouillir sur la plaque chauffante pendant 30 minutes. Laisser refroidir, on filtre

dans des fioles de 50 ml puis on porte jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée et conserver les extraits au réfrigérateur jusqu'au moment des analyses.

Ensuite, 5 ml de chaque solution standard de phosphore est mis dans des fioles de 50 ml. Nous ajoutons, dans chaque fiole 10 ml, du réactif nitro vanado-molybdate sauf le blanc (0) et on complète le volume avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge. Pour les échantillons à analyser, on met 5 ml de chaque extrait dans des fioles de 50 ml, en ajoutant aussi 10 ml du réactif nitro-vanado-molybdate et le reste du volume avec de l'eau distillée, laisser reposer jusqu'à une heure et mesurer les absorbances par spectrophotométrie à 430 nm. La concentration en phosphore est ainsi calculée comme suit (4) :

$$[\text{CP}] = (\text{C} \times \text{FD} \times \text{VD}) / \text{PE} \dots\dots\dots (4)$$

[CP] : la concentration en phosphore calculée (g/Kg de MS).

C : Concentration en phosphore lue au spectrophotomètre = absorbance/pente ;

FD : Facteur de dilution ;

VD : Volume de dilution ;

PE : Poids en (g) de la prise d'essai (g) ;

- **Teneur en matières azotées totales (NA 652, 1992)**

Cette teneur est obtenue par dosage de l'azote totale, selon la méthode de **Kjeldahl** (1883) qui comporte trois principales étapes :

▪ **Minéralisation**

L'azote organique que contient l'échantillon est transformé en azote minéral en présence d'un acide concentré ; c'est la **minéralisation**.

Nous pesons avec précision 1 g de chaque aliment dans des sabots de pesée préalablement tarés. À l'aide d'une tige, chaque sabot est enfoncé au fond de chaque matras, on rajoute une pincé (0.5 g environ) de catalyseur. Par la suite, nous ajoutons très lentement et en agitant dans chaque matras 20 ml de H₂SO₄ concentré. Les matras sont placés sur la rampe chauffante tout en mettant en fonctionnement le système d'aspiration des vapeurs qui est relié à une rampe d'eau. Le chauffage se déroule d'abord lentement pour éviter la formation de la mousse, en agitant de temps en

temps sans coller les particules sur les parois, puis rapidement jusqu'à ébullition à 400°C, l'opération se poursuit jusqu'à ce que la solution devienne limpide (vert pâle).

On retire le support des matras et laisser refroidir 15 à 20 minutes, le contenu des matras est transvasé dans des fioles jaugées de 100 ml, nous rinçons plusieurs fois à l'eau distillée et l'eau de rinçage est récupérée dans les fioles qu'on ajuste avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge correspondant à 100 ml.

▪ Distillation

L'azote minéral formé est déplacé en présence de la soude et par entrainement à la vapeur puis recueilli quantitativement dans une solution standard de réception qui est à base d'acide borique ; c'est la **distillation**.

Le distillateur est préparé en le reliant au robinet pour assurer l'entrée et la sortie d'eau. On place le matras qui contient 25 ml de la solution minéralisée et 40 ml de NaOH sur l'unité de distillation. De l'autre côté on met dans un erlenmeyer 20 ml de solution de réception de couleur violacée à base d'acide borique sous réfrigérant et en veillant à ce que le tube plonge convenablement dans l'acide. Nous arrêtons la distillation après l'obtention de 100 à 150 ml de distillat de coloration verdâtre dans l'erlenmeyer.

▪ Titration

L'azote ainsi recueilli est titré par un acide ayant une normalité connue ; c'est la **titration**.

L'acide borique en excès est titré avec une solution d'HCl (0.1 N), en plaçant l'erlenmeyer en présence d'un agitateur magnétique et un barreau d'agitation, au-dessous d'une burette fixée à un support, l'HCl ne s'écoule goutte à goutte dans l'erlenmeyer contenant le distillat, jusqu'au virage de la couleur du vert au gris sale.

On lit sur la burette le volume d'HCl nécessaire à la neutralisation de l'acide borique. La teneur en MAT de l'échantillon est ainsi calculée comme suit (5) et (6) :

$$\%N = [(V - V_0) \times N \times 14.01 / (PE \times MS)] \times 100 \dots\dots\dots (5)$$

$$\% \text{ MAT} = \%N \times 6.25 \dots\dots\dots (6)$$

V : Nombre de ml d'HCl utilisé pour la titration de l'échantillon

V₀ : Nombre de ml d'HCl utilisé pour la titration du blanc

N : Normalité de HCl utilisé

14.01 Facteur d'équivalence, 1 ml d'HCl titre 14.01 mg d'azote.

MS : % MS/ 100.

- Détermination de la MG (NA 654, 1992)

La détermination de la teneur en MG est basée sur la solubilisation de ces dernières dans un solvant organique approprié et volatil, généralement on utilise l'éther diéthylique ou l'éther de pétrole. Ce dosage a été réalisé par une extraction continue en utilisant la méthode de Soxhlet.

Premièrement, des gobelets en aluminium propres, sont lavés avec un détergent puis avec l'acétone, rincés avec de l'eau distillée, séchés dans l'étuve, refroidis dans le dessiccateur puis les tarer en prenant notes des tares. Chacun est rempli avec 55 à 60 ml d'éther de pétrole.

Dans chaque cartouche on met 1,5 g de l'échantillon et 1,5 g de catalyseur (sulfate de sodium anhydre), on l'obture et on le place dans la partie moyenne du Soxhlet. On allume l'appareil et on les laisse pour l'attaque à chaud pendant 3 heures. La récupération de la matière grasse se fait dans les gobelets en aluminium après récupération de l'éther de pétrole dans la partie haute de l'appareil (extracteur).

Les gobelets qui contiennent l'extrait avec un peu d'éther de pétrole sont séchés à l'étuve à 105°C et pesés après refroidissement. Le pourcentage d'extrait étheré est ainsi obtenu comme suit (7) :

$$\%EE = [(P_2 - P_1) / (PE \times MS)] \times 100 \dots\dots\dots (7)$$

P₁ : Poids du gobelet vide en (g) ;

P₂ : Poids du gobelet après séchage à l'étuve à 105°C en (g) ;

PE : Prise d'essai en (g) ;

%EE : Pourcentage d'extrait étheré.

MS = % MS/100

- Dosage de la cellulose brute CB (AFNOR NF V03-040, 1993)

Le dosage de CB est obtenu après une solubilisation de la fraction organique par une double attaque en milieu acide puis alcalin.

À partir d'une prise d'essai de 1g de MS. C'est une technique qui consiste à une double hydrolyse. La première par l'acide sulfurique (H_2SO_4) et la seconde par la soude (NaOH), suivie d'un lavage à l'acétone, un étuvage de 8h à $105^\circ C$ et une calcination de 3h à $550^\circ C$ dans un four à moufle. La figure 4.1 illustre le mode opératoire :

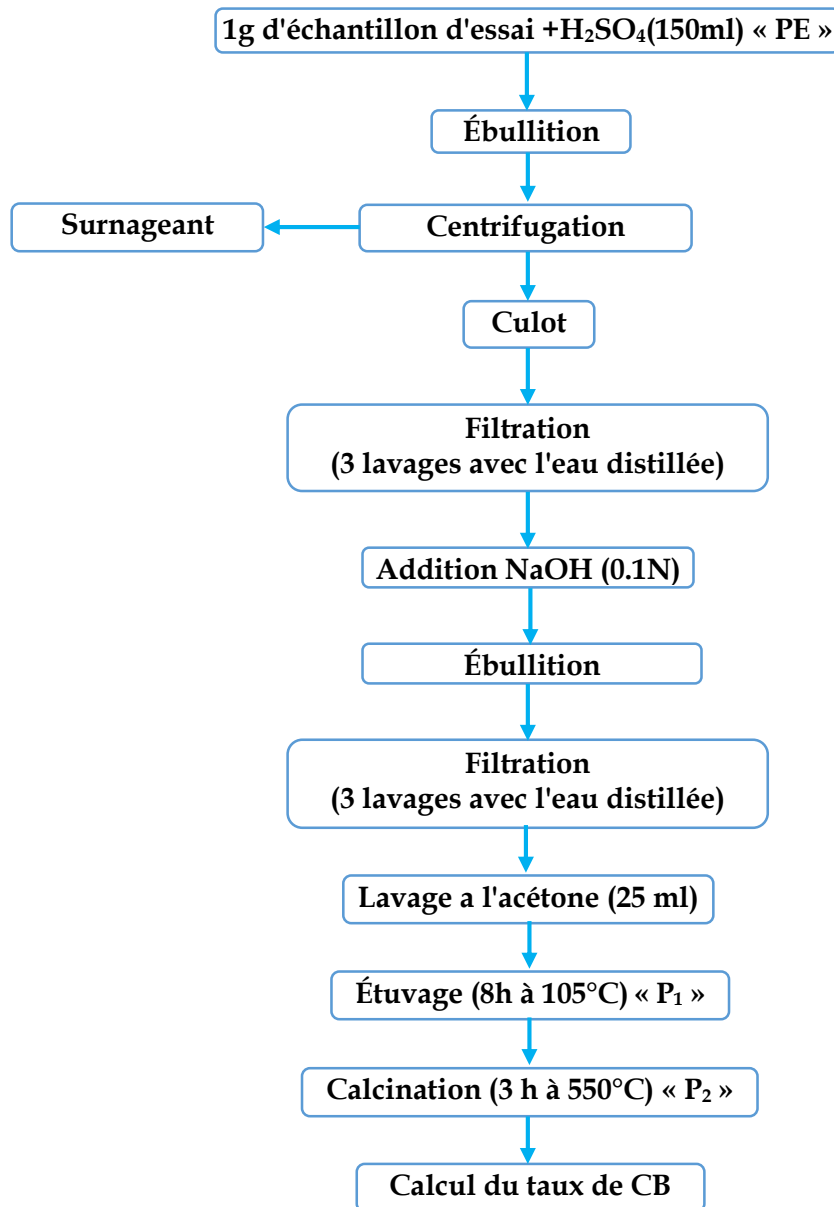


Figure 4.1 : Protocole de dosage de la cellulose brute méthode de Weende (AFNOR NF V03-040, 1993)

La cellulose brute (CB) est exprimée en % de la MS et calculée selon la formule (8):

$$\%CB = [(P_1 - P_2) / (PE \times MS)] \times 100 \dots\dots\dots (8)$$

P₁ : Poids en (g) du creuset en porcelaine + filtre après séchage;

P₂ : Poids en (g) du creuset en porcelaine après calcination ;

PE : Poids en (g) de prise d'essai ;

MS : % MS/100

- **Dosage des différents constituants pariétaux (Van Soest, 1991)**

▪ **Dosage des NDF**

La détermination du résidu des parois cellulaires consiste à solubiliser le contenu cellulaire sous l'action d'un détergent neutre (Lauryl sulfate de sodium) et les substances pectiques sous l'action d'un agent chélatant. La fraction organique du résidu, paroi cellulaire, est composée théoriquement d'hémicellulose, de cellulose et de lignine. En réalité une partie de ces composés est solubilisée et le résidu contient des proportions variables de matières azotées (1 à 20%). La teneur en NDF (exprimée en % de la MS) est calculée selon la formule (9) :

$$\%NDF = [(P_2 - P_1) / (PE \times MS)] \times 100 \dots\dots\dots (9)$$

P₁ : Poids en (g) du creuset en porcelaine vide ;

P₂ : Poids en (g) du creuset en porcelaine et la filtre après séchage à l'étuve à 105°C ;

PE : Poids en (g) de prise d'essai (g) ;

MS: %MS/100.

▪ **Détermination des ADF**

Un traitement acide en présence d'acide sulfurique est appliqué dans cette méthode pour éviter les pertes de lignine qui est soluble dans les solutions alcalines. Le détergent cationique, bromure de cetyl triméthylammonium, permet la séparation des protéines du résidu fibreux. Cette technique est réalisée sur le résidu NDF, on procède de la même façon décrite pour le dosage de la cellulose brute sauf que la durée d'attaque (une heure) et l'étape de calcination qui est supprimée (on conserve

le résidu ADF pour l'analyse ADL). La teneur en ADF (exprimée en % de la MS) est calculée comme suit (cf. formule 10) :

$$\%ADF = [(P_1 - P_2) / (PE \times MS)] \times 100 \dots\dots\dots (10)$$

- P₁** : Poids en (g) du creuset en porcelaine + résidu NDF après séchage à l'étuve à 105°C ;
- P₂** : Poids en (g) du creuset en porcelaine + résidu ADF après séchage à l'étuve à 105°C ;
- PE** : Poids en (g) de prise d'essai (g) ;
- MS** : %MS/100.

▪ Dosage de la lignine (ADL)

La fraction lignine est obtenue par attaque à froid du résidu ADF par l'acide sulfurique. Après 3 heures d'hydrolyse, rincer à trois reprises chaque creuset avec de l'eau distillée chaude et l'acétone, sécher à l'étuve à 105°C pendant 24 heures, laisser refroidir, peser (P₁) et enfin calciner dans un four à moufle à 450 pendant 3 heures et noter leurs poids (P₂) après refroidissement. La teneur en ADL (exprimée en % de la MS) est ainsi calculée comme suit (cf. formule 11) :

$$\%ADL = (P_1 - P_2) / (PE \times MS) \times 100 \dots\dots\dots (11)$$

- P₁** : Poids en (g) du creuset en porcelaine + résidu ADF après séchage à l'étuve à 105°C ;
- P₂** : Poids en (g) du creuset après calcination ;
- PE** : Poids en (g) de prise d'essai (g) ;
- MS** : %MS/100.

E. Calcul de l'énergie métabolisable (Megajoule/kg of MS)

Les aliments composés, soient en forme de farine ou de granulés, peuvent contenir une grande variété d'ingrédients. L'Institut de Recherche Rowett (**RRI, 1981**) fait état d'un grand nombre de relations entre la composition et de la mesure énergie métabolisable, et après un examen plus approfondi des données. La formule suivante (12) a été recommandée pour une utilisation générale (**Alderman, 1985**) :

$$M/D = 11,78 + 0,0654 CP\% + 0,0665 EE\%^2 - (0,0414 EE\% \times CF\%) - 0,118 Ash\% \dots (12)$$

- CF** : fibres brutes cellulose ;
- EE** : Extrait Éthyle ;
- CP** : Protéines brutes.

4.2.1.2 Matériel Animal

A. Sélection des agneaux

Nous avons sélectionné 106 agneaux mâle de race Hamra nés en automne 2013. Les agneaux ont été élevés au sein du troupeau sous mères jusqu'au sevrage. Outre le lait maternel, ils avaient à leur disposition, du foin d'avoine, qui est distribué le soir à leurs mères, sans aucun aliment spécial désigné à ces animaux. Des pesées régulières de ces agneaux ont été effectuées à la naissance puis tous les 20 jours jusqu'au 99^{ème} jour *post-partum*. Un suivi de l'évolution hebdomadaire du poids des agneaux fut aussi entrepris.

Après le sevrage, nous avons retenu 40 agneaux pour l'étude. Ces derniers sont scindés en deux groupes (n=20), ensuite chaque groupe est placé en stabulation permanente et logé dans un box collectif de 3x6 m.

B. Conduite des agneaux

- Avant sevrage

Dans les 12 premières heures après la naissance, les agneaux pesés et identifiés par des boucles auriculaires, portent les informations nécessaires sur leur mode de naissance (simple, double ou triple), leur sexe (mâle ou femelle), leur année de naissance, etc.

Les gains moyens quotidiens (GMQ) ont été calculés entre deux pesées standardisées successives.

- Après sevrage

→ Rationnement et abreuvement

Les animaux recevaient une ration composée par un aliment grossier qui est la paille d'orge et comme concentré celui de concentré commercial (CC) pour les agneaux témoins et de concentré préparé à base d'orge au niveau de la ferme pour le lot expérimental (CE). Le détail et la chronologie de la distribution de ces aliments figurent dans le **tableau 4.2**.

Comme tous les ruminants domestiques, les agneaux ont besoin de recevoir une ration de transition avant de passer à un nouveau régime et ce, pour préserver la santé du rumen. La phase de transition permet à la flore microbienne de s'adapter aux nouveaux aliments. L'eau était disponible en permanence.

Tableau 4.2 : Chronologie de la distribution des aliments

Animal	Durée en jours		Quantité distribuée	
	Adaptation	Engraissement	Adaptation	Engraissement
Expérimental (aliment préparé)	10 jours	39 jours	800 g/j	1000g/j
Témoin (concentré du commerce)	10Jours	39 jours	800g/j	1000g/j

→ Mesures prophylactiques

Les mesures prophylactiques consistent à une vaccination contre les entérotoxémies par injection sous cutanée de 2 ml de Coglavax (*Ceva, Animal health*), un drogage par Valbazen 1.9 % (*Pfizer, Animal health*) à la dose de 2 ml/10 kg de poids vif et un déparasitage par Ivomec (*Merial Labs*) à la dose de 1ml/50 kg de poids vif.

→ Suivi de croissance

▪ Mensurations

À l'aide d'une toise graduée en centimètres (portée maximale : 100 cm) et un ruban métrique gradué (portée maximale : 150 cm), les mesures biométriques suivantes ont été prises :

- **La hauteur au garrot (HG) :** C'est la distance entre la haute pointe du garrot jusqu'au le dessous du sabot du membre antérieur. C'est le paramètre le plus fréquemment cité pour se rendre compte du format des animaux ;
- **Le tour de poitrine (TP) :** ou le périmètre thoracique en passant le ruban métrique en arrière du garrot au passage des sangles. Cette valeur rend compte du développement de la poitrine et des muscles qui la recouvrent.

▪ Pesées

La pesée des agneaux était effectuée tous les 10 jours et de façon régulière, jusqu'à la fin de la période de l'expérimentation. Ces pesées ont été effectuées avant la

distribution de la ration, à l'aide d'une balance à aiguille (*capacité maximale de 200 kg ± 100 g ; Marechalle-pesage, France*) de portée maximale de 200 kg et ayant une précision de 100g. Ce contrôle de croissance des animaux a permis aussi de calculer le gain moyen quotidien (GMQ).

À la fin de la période d'engraissement, dix agneaux ayant atteint l'âge d'abattage cible (6 mois) ayant été alimentés à base de concentré expérimental sont mis à une diète hydrique de 12 heures avant le sacrifice, puis transportés vers l'abattoir municipal de la ville de Saida (10 km). Une dernière pesée des agneaux était réalisée au niveau de l'abattoir, pour nous permettre d'évaluer les caractéristiques des carcasses et la qualité de ces viandes.

4.2.2 Partie II : Au niveau de l'abattoir

Concernant l'abattage, la procédure classique a été mise en œuvre par la saignée en premier lieu, en suite la peau était dépouillée, la tête et les pattes sont coupées et les carcasses étaient éviscérés.

4.2.2.1 Traitement des carcasses, des abats et les issues

À l'aide d'une balance électronique, les carcasses ont été pesées à chaude (PCC en Kg) dans les 45 minutes qui suivent l'abattage puis placées durant 24 h dans une chambre froide réglée à 4 °C. Dès la sortie de cette chambre, le poids de la carcasse froide est mesuré (PCF en Kg).

Ces différents paramètres nous ont permis de déterminer le rendement commercial, défini par le rapport suivant (13) (ALEXANDRE *et al.*, 2008) :

$$\text{Rendement commercial} = (\text{PCF} / \text{Poids vif à l'abattage}) * 100 \dots\dots\dots (13)$$

Le pourcentage de la perte au ressuage est calculé à la base de la formule (14) :

$$\% \text{ Ressuyage} = (\text{PCC} - \text{PCF} / \text{PCC}) * 100 \dots\dots\dots (14)$$

Juste après éviscération, la tête, les pattes, la peau, les abats blancs (tube digestif) et les abats rouges (foie, poumons, cœur), les testicules, le thymus ont été pesés.

4.2.2.2 État d'engraissement et de conformation de carcasse

Sur la carcasse froide, une note de conformation (de 1 à 5) et des notes de gras interne et externe (de 1 à 5) ont été attribuées selon la méthode de routine adaptée aux agneaux légers. Les caractéristiques et mesures retenues pour l'appréciation des carcasses sont résumés dans le tableau 4.3.

Tableau 4.3 : Développement des profils de la carcasse, et notamment des parties essentielles de celle-ci (quartier arrière, dos, épaule) (Journal Officiel de l'Union Européenne ; JOUE, 2008)

Classe de conformation	Dispositions complémentaires
S Supérieure	Quartier arrière : doubles muscles. Profils extrêmement convexes. Dos : extrêmement convexe, extrêmement large, extrêmement épais. Épaule : extrêmement convexe et extrêmement épaisse.
E Excellente	Quartier arrière : très épais, profils très convexes. Dos : très convexe, très large et très épais, jusqu'à hauteur de l'épaule. Épaule : très convexe et très épaisse.
U Très bonne	Quartier arrière : épais, profils convexes. Dos : large et épais, jusqu'à la hauteur de l'épaule. Épaule : épaisse et convexe.
R Bonne	Quartier arrière : profils essentiellement rectilignes. Dos : épais mais moins large à la hauteur de l'épaule. Épaule : bien développée mais moins épaisse.
O Assez bonne	Quartier arrière : profils tendant à être légèrement concaves. Dos : manquant de largeur et d'épaisseur Épaule : tendant à se rétrécir. Manque d'épaisseur.
P Médiocre	Quartier arrière : profils concaves à très concaves. Dos : étroit et concave et os saillants. Épaule : étroite, plate, os saillants.

Tableau 4.4 : État d'engraissement et notamment l'importance de la graisse sur les faces externes et interne de la carcasse (JOUE, 2008)

Classe d'état d'engraissement		Dispositions complémentaires	
1 Très faible	Externe	Pas de graisse ou quelques traces apparentes	
	Interne	Abdominale	Pas de graisse ou quelques traces apparentes sur les rognons
		Thoracique	Pas de graisse ou quelques traces apparentes entre les côtes
2 Faible	Externe	Une fine couche de graisse couvre une partie de la carcasse, mais peut-être moins apparente sur les membres	
	Interne	Abdominale	Des traces de graisse ou une fine couche de graisse enveloppent une partie des rognons
		Thoracique	Muscles clairement apparents entre les côtes
3 Moyenne	Externe	Une légère couche de graisse couvre la majeure partie ou l'ensemble de la carcasse. La couche de graisse est légèrement plus épaisse à la base de la queue	
	Interne	Abdominale	Légère couche de graisse enveloppant une partie ou l'ensemble des rognons
		Thoracique	Muscles encore visibles entre les côtes
4 Fort	Externe	Une épaisse couche de graisse couvre la majeure partie ou l'ensemble de la carcasse, mais la couche de graisse peut être moins épaisse sur les membres et plus épaisse sur les épaules	
	Interne	Abdominale	Les rognons sont enveloppés de graisse
		Thoracique	Les muscles entre les côtes peuvent être infiltrés de graisse. Des dépôts de graisse visibles sur les côtes
5 Très fort	Externe	Couche de graisse très épaisse Amas graisseux parfois apparents	
	Interne	Abdominale	Rognons enveloppés dans une épaisse couche de graisse
Thoracique		Les muscles entre les côtes sont infiltrés de graisse. Dépôts de graisse visibles sur les côtes	

4.2.2.3 Mesures biométriques des carcasses

Plusieurs mensurations linéaires ont été réalisées selon la méthode de LAVILLE *et al.* (2002) avec un pied à coulisse ou un mètre ruban sur la carcasse entière pendue. Nous avons mesuré les éléments suivants :

A. Sur la face latérale

→ La longueur du dos (K)

La longueur de la carcasse de la base de la queue et la base du cou.

→ **La profondeur de la poitrine (TH)**

Plus grande profondeur de la carcasse au niveau de la 6^{ème} côte.

→ **Angle de rebondi du gigot (ANG) (cf. Figure 4.2)**

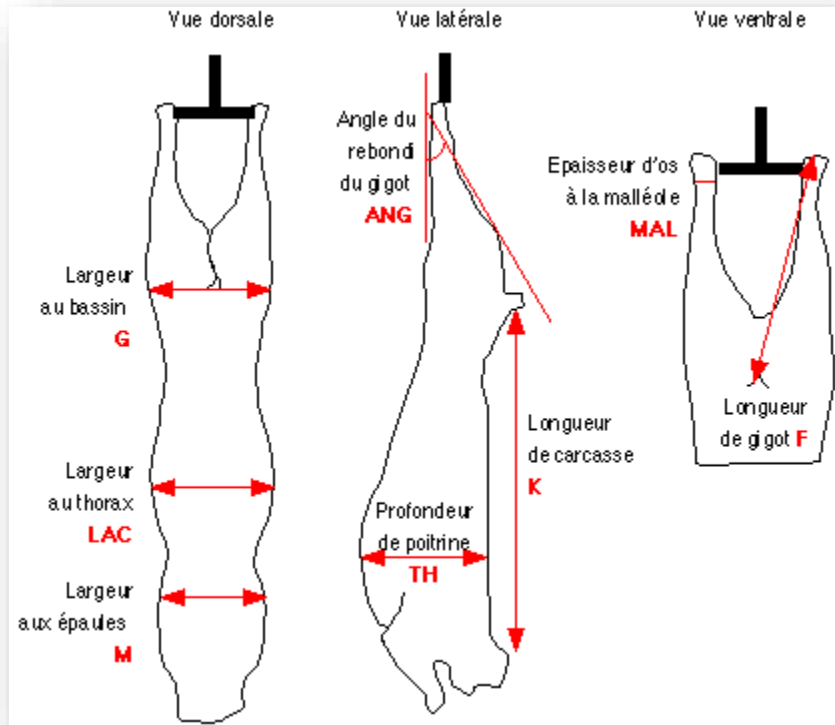


Figure 4.2 : Mensurations sur les carcasses (LAVILLE *et al.*, 2002)

B. Sur la face ventrale

→ **La longueur du gigot (F)**

Distance la plus courte entre le périnée et le bord intérieur de la surface articulaire tarsométatarsienne. Prise avec règle métallique sur la demi-carcasse pendue.

→ **Épaisseur d'os à la malléole (MAL)**

La longueur du membre postérieur mesurée directement sur la carcasse entre la base de la symphyse pubienne et l'articulation tarsométatarsienne (F).

C. Sur la face dorsale

→ La largeur du bassin (G)

Plus grande longueur de la carcasse au niveau des trochanters.

→ La largeur du thorax (LAC)

La plus grande largeur de la carcasse au thorax (LAC)

→ La largeur aux épaules (M)

La largeur de la carcasse aux épaules (M)

Enfin, les index de compacité des gigots et de la carcasse ont été calculés respectivement comme les rapports de G divisé par F et de G divisé par K.

4.2.2.4 Découpes des carcasses

Le lendemain de l'abattage, après l'étape de la classification, les carcasses ont été séparées en deux parties. Tous les morceaux des demi carcasses droite ont été prélevés, mis dans des sachets stériles et congelées à -20°C dans un congélateur (0° à -80°C , ilshin, Lab Co.Ltd., Korea) pour subir les analyses ultérieures. En partant de l'hypothèse de la symétrie des carcasses des animaux jeunes, les demi-carcasses gauches ont été découpées selon le modèle proposé par COLOMER-ROCHER (1986) (c.f. *Tableau 4.5*).

Tableau 4.5 : Description des limites anatomiques de découpes des carcasses des agneaux (COLOMER-ROCHER, 1986)

Morceaux	Position dans la carcasse
L'épaule	Dès 4 ^{ème} et 5 ^{ème} cervicale à 5 ^{ème} et 6 ^{ème} thoracique (<i>face latérale</i>)
La poitrine	Coupe horizontale commence dès la fin de collier au début de gigot passe sur la moitié des cotes
Le gigot entier	Dès 6 ^{ème} et 7 ^{ème} lombaire moins la queue
Le collier	Dès 2 ^{ème} cervicale à 6 ^{ème} et 7 ^{ème} cervicale
Le filet carré	Dès 5 ^{ème} et 6 ^{ème} thoracique à 6 ^{ème} et 7 ^{ème} lombaire
Le carré découvert	Dès 6 ^{ème} et 7 ^{ème} cervicale à 5 ^{ème} et 6 ^{ème} thoracique
La queue	Dès 5 à 6 vertèbres coxales

Lors de la découpe et à l'aide d'une réglette la mesure de l'épaisseur de gras dorsale a été effectuée suite à une incision entre la dernière vertèbre dorsale et la première lombaire (LAVILLE *et al.*, 2002).

4.2.2.5 Dissection tissulaire

L'analyse directe des carcasses en tissus nécessite une dissection complète. On isole communément 3 groupes de tissus : le tissu gras ; le tissu musculaire ; les os auxquels ont joint les tendons, ligaments et cartilages. Ensuite des pesées des muscles, os et de gras sont réalisés afin de déterminer le pourcentage de chaque composant tissulaire par rapport au poids entier de chaque découpe.

4.2.3 Partie III : Au niveau du laboratoire

À ce niveau, les viandes de découpes de la demi-carcasse droite on subit de multiples analyses dont l'objectif d'évaluer les caractéristiques technologiques, nutritionnelles, physicochimiques et microbiologiques.

4.2.3.1 Caractéristiques technologiques

A. Mesure du pH

Nous avons mesuré les différentes valeurs du pH à l'aide d'un pH-mètre modèle italien (HANNA instruments Hi 8519N, Italie) livré avec une électrode pH HI 1131B, une sonde de température HI 7669/2W, des solutions tampons pH 4 et pH 7 et une solution électrolyte.

L'électrode est Introduite dans la prise d'essai et le système de correction de la température du pH-mètre à la température de la prise d'essai est réglé 20°C. 2 à 3 déterminations ont été effectuées sur le même échantillon. Ensuite, le résultat est exprimé par la moyenne arithmétique des valeurs mesurées.

B. Pouvoir de rétention d'eau

Une prise de cinq grammes de viande finement hachée est place entre deux papiers filtres et isolée avec des plaques de verre au-dessus et en-dessous. Ensuite soumise à

une pression d'un poids de 2,250 kilogrammes pendant 5 minutes et après l'avoir pesée à nouveau, on exprime le résultat en % du jus expulsé (GRAU & HAMM, 1953).

C. Mesures des pertes de jus des viandes

→ Pertes par écoulements

Les pertes de jus par écoulement ont été évaluées à partir d'une quantité de viande (environ 9 g) mit dans un support en plastique laissée dans un réfrigérateur réglé à $04 \pm 1^\circ\text{C}$ entre le 2^{ème} et 8^{ème} jour *post-mortem*. Le jus extractible est exprimé en (%) (CLINQUART *et al.*, 2000).

→ Pertes par cuisson

Après conservation dans des sacs en plastique au frigo à $4 \pm 1^\circ\text{C}$ durant 8 jours, les tranches de LT (*Longissimus thoracis*) ont été pesées afin de déterminer les pertes d'eau par écoulement, puis cuites au bain-marie pendant 60 minutes à 75°C dans des sacs en plastique ouverts. Après refroidissement jusqu'à température ambiante, les sacs ont été vidés et les tranches de LT, séchées dans du papier essuie-tout. La différence entre le poids cru et cuit a permis de déterminer les pertes d'eau par la cuisson qui sont exprimées en pourcentage par rapport au poids de LT cru (CLINQUART *et al.*, 2000).

4.2.3.2 Caractéristiques nutritionnelles

L'évaluation des caractéristiques nutritionnelles a porté sur la détermination de la teneur en eau, en protéines totales, en lipides totaux et en cendres, par diverses méthodes :

- Méthode thermogravimétrique pour la teneur en eau ;
- Méthode de Kjeldahl ($N_{\text{totale}} * 6.25$) pour doser les protéines ;
- La teneur en matière grasse totale par la méthode de « Soxhlet » ;
- Et l'incinération pour mesurer la teneur en cendres.

A. Méthode de mesure de la teneur en eau (ISO 1442, 1996)

Après formation d'un mélange homogène, dans une capsule contenant une baguette en verre et une quantité de sable séché égale à 3 ou 4 fois la masse de la prise d'essai (5 à 10 g), l'ensemble est placé dans une étuve réglée à 103 ± 2 °C pendant 2 heures. Après chauffage, le mélange est retiré ensuite refroidi dans un dessiccateur à température ambiante. Une fois effectué, on procède à la pesée. Ces opérations de chauffage en étuve, de refroidissement et de pesée sont répétées jusqu'à ce que les résultats de deux pesées consécutives, séparées par un chauffage pendant une heure, ne diffèrent pas de plus de 0,1 % de la masse de la prise d'essai. L'humidité de l'échantillon « W » en pourcentage en masse, est calculée selon la formule (15) :

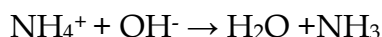
$$W = (m_1 - m_2) / (m_1 - m_0) * 100\% \dots\dots\dots (15)$$

- m_0 est la masse, en grammes, de la capsule, de la baguette et du sable;
- m_1 est la masse, en grammes, de la capsule, de la baguette, du sable et de la prise d'essai, avant séchage;
- m_2 est la masse, en grammes, de la capsule, de la baguette, du sable et de la prise d'essai, après séchage.

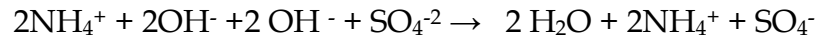
Nous prenons comme résultat la moyenne arithmétique des deux déterminations du même échantillon. Pour déterminer le taux de la matière sèche il suffit de soustraire du pourcentage total (100%) la valeur de W, c'est-à-dire : $100 - W$.

B. Détermination de la teneur en azote total (ISO 937, 1978)

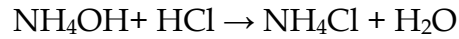
Après hachage et homogénéisation d'une prise essai de (100 à 200g), 2 g de broyât sont placés dans le matras de Kjeldahl pour la minéralisation à 420°C en présence de l'acide sulfurique concentré qui transforme l'azote organique en ions ammonium en présence d'un catalyseur contenant du K_2SO_4 et du $CuSO_4$. Après refroidissement, l'ammoniac est déplacé de son sel en milieu alcalin selon la réaction suivante :



L'ammoniac sera ensuite distillé, recueilli dans une solution d'acide borique et titré automatiquement en ajoutant de l'acide sulfurique selon la réaction chimique suivante :



La quantité récupérée de (NH₄OH) à neutraliser est équivalente à la quantité nécessaire à la neutralisation :



Le calcul de la teneur en azote (N) est exprimé en pourcentage en masse, et égale à :

$$\% \text{ N} = 0,0014 * (\text{V}_1 - \text{V}_0) * 100 / \text{m} \dots\dots\dots (16)$$

- V₀ : est le volume, en millilitres, de solution d'acide chlorhydrique 0,1N, utilisé pour l'essai à blanc ;
- V₁ : est le volume, en millilitres, de solution d'acide chlorhydrique 0,1 N, utilisé pour la détermination ;
- m : est la masse, en grammes, de la prise d'essai.

La conversion en teneur en protéines totales (%) est obtenue en considérant que les protéines des viandes contiennent en moyenne 16 % d'azote. Le résultat en azote total est donc multiplié par 6.25 afin d'obtenir la quantité de protéines totales en % i.e. le % en protéines = % en azote x 6.25.

C. Détermination de la teneur en matière grasse totale (ISO 1444, 1996)

La teneur en lipides est la fraction la plus variable que les autres composants : l'analyse est commencée par la digestion de l'échantillon avec du HCl dilué et bouillant pour libérer les fractions lipidiques incluses et liées, ensuite une filtration de la masse résultante du résidu insoluble dans l'eau est nécessaire. L'extraction par Soxhlet est faite après un séchage et au moyen d'éther de pétrole, la matière grasse retenue sur le filtre.

La teneur en matière grasse totale (MGT) de l'échantillon, en pourcentage en masse, est représentée par l'équation (17) :

$$\% \text{MGT} = (\text{m}_1 - \text{m}_2) * 100 / \text{m}_0 \dots\dots\dots (17)$$

m₀ est la masse en grammes de la prise d'essai (3 à 5 g);

m₁ est la masse en grammes de la fiole et des régularisateurs d'ébullition;

m_2 est la masse en grammes de la fiole des régularisateurs d'ébullition et de la matière grasse après séchage.

Nous prenons comme résultat la moyenne arithmétique des deux déterminations du même échantillon.

D. Détermination de la teneur en cendres (ISO 936, 1998)

La teneur en cendres s'obtient après un séchage, combustion et incinération d'une prise d'essai de 1,5 à 2 g à une température de $550 \pm 25^\circ\text{C}$ et ce, pendant 5 à 6 heures.

Le résidu de la calcination de l'échantillon « W_a » en pourcentage en masse est calculé ainsi (18) :

$$W_a = (m_1 - m_2) / (m_1 - m_0) * 100\% \dots\dots\dots (18)$$

- m_0 est la masse en grammes de la capsule vide après le séchage;
- m_1 est la masse en grammes de la capsule après séchage et la prise d'essai;
- m_2 est la masse en grammes de la capsule et la prise d'essai après l'incinération;

Nous prenons comme résultat la moyenne arithmétique des deux déterminations du même échantillon.

4.2.3.3 Caractéristiques microbiologiques

L'échantillonnage effectué lors de notre étude a été fondé sur les directives des deux normes ISO (ISO 3100/2, 1988) et normes algériennes NA (NA 645, 1989).

Une fois les échantillons prélevés, seront ensuite mis dans une glacière, et expédiés directement au laboratoire, dans un temps n'excédant pas les 20 minutes en moyenne. Ils sont maintenus, durant ce laps de temps, à une température basse et à l'abri de tout facteur pouvant affecter la nature du produit (lumière directe, source de chaleur, etc.).

A. Conservation des échantillons

Il est à noter que les analyses microbiologiques ont été effectuées sur les échantillons prélevés et conservés dans un congélateur à -18°C . Seuls les échantillons qui vont subir les analyses seront mis dans un réfrigérateur à $5 \pm 1^\circ\text{C}$.

B. Traitement des échantillons

Le contact direct avec l'échantillon se fait dans des conditions rigoureuses d'asepsie, ainsi que le matériel utilisé doit être stérile (lame chirurgicale stérile à usage unique, des pinces, et des couteaux nettoyés, séchés, et ensuite stérilisés).

→ Ouverture des sacs d'échantillonnage

La face externe du sac est désinfectée à l'aide d'un désinfectant, de façon à éviter toute éventuelle contamination au moment de l'ouverture.

→ Préparation finale des échantillons avant l'examen

L'échantillon est déposé sur une paillasse stérile pour garantir un milieu favorable à la manipulation, puis découpé en petit dés à l'aide d'une lame chirurgicale stérile placée dans un bistouri.

→ Homogénéisation par broyage

La viande découpée en petit dés, est ensuite placée dans un sachet « *Stomacher* » stérile de capacité de 80 à 400 ml. Elle sera homogénéisée 1 à 2 fois pendant 1 à 2 minutes dans un homogénéisateur de type péristaltique (**Stomacher®**, **Seward and Co. Ltd., London, England**).

→ Analyses microbiologiques proprement dit

Les différentes analyses microbiologiques effectuées sont issues des normes : ISO, des normes algériennes ou des normes françaises viandes (NF V).

- **Prise d'essai, suspension mère et les dilutions décimales (ISO 6887, 1983 ; NA 1204,1992)**

Dix (10) grammes de l'homogéinat sont mis dans un autre sachet « *Stomacher* » stérile contenant 90 ml de diluant PSE (Peptone, Sel, Eau). Le mélange sera homogénéisé pendant 1 à 2 minutes. Des dilutions décimales ont été effectuées à partir de l'homogéinat dans des tubes contenant 9 ml de diluant.

▪ **Dénombrement de la flore mésophile aérobie totale (NA 647, 1992 ; ISO 2293, 1988)**

Ensemencement en profondeur d'un milieu de culture PCA (Plat Count Agar) coulé dans deux boîtes de Pétri avec 1 ml de la suspension mère. Dans les mêmes conditions, on ensemence des dilutions décimales obtenues de la suspension mère. L'incubation des boîtes se fait pendant 72 h à 30 °C, en aérobiose.

Seuls les boîtes de Pétri contenant un nombre de colonies compris entre 15 et 300 seront retenues pour le comptage.

Le nombre de microorganismes par gramme de viande sera calculé selon la formule (19) :

$$\frac{\Sigma c}{(n_1 + 0.1 n_2) d} \dots\dots\dots (19)$$

Σc : Somme totale des colonies comptées;

n_1 : Nombre de boîtes comptées dans la première dilution;

n_2 : Nombre de boîtes comptées dans la seconde dilution;

d : Facteur de dilution à partir duquel les premiers comptages ont été obtenus.

▪ **Dénombrement des coliformes (ISO 4832, 1991)**

La culture fut réalisée sur gélose de VRBGA/VRBLA (Violet Red Bile Glucose/lactose Agar). L'incubation a été effectuée à 37 °C pendant 24 h en aérobiose pour les coliformes totaux, et à 44 °C pendant 24 h, en aérobiose pour les coliformes fécaux.

Seuls les boîtes de Pétri contenant un nombre de colonies compris entre 15 et 150 seront retenues pour le comptage. Pour le mode de calcul des résultats, idem pour les la flore mésophile aérobie totale.

▪ **Dénombrement et recherche de *Staphylococcus aureus* (ISO 6888, 1983; NF V08-014, 1984)**

Pour l'isolement et le dénombrement de *Staphylococcus aureus*, un ensemencement en surface d'un milieu sélectif solide de Baird Parker a été réalisé. L'incubation fut de 24 à 48 h à 37°C, en aérobiose.

La recherche de la coagulase a été entreprise après la sélection de 5 colonies caractéristiques (noires, brillantes et convexes et entourées d'une zone claire) et/ou 5 non caractéristiques, puis chacune de ces colonies transférées dans un tube contenant du bouillon de cœur-cervelle et incubé à 37°C pendant 20 à 24 heures, en aérobiose.

0,3 ml de plasma humain est ensemencé avec 0,1 ml de chaque culture en bouillon de cœur-cervelle et ce après 4 à 6 h d'incubation à 37°C. La lecture sera ensuite faite. Nous considérons la réaction comme positive quand le coagulum occupe plus des 3/4 du volume initialement occupé par le liquide. Le temps d'incubation totale est de 24h à 37°C en aérobiose. À titre de contrôle, on ensemence 0,3 ml du plasma humain avec 0,1 ml de bouillon de cœur-cervelle stérile et on incube à 37°C, en aérobiose.

Après incubation, les boîtes contenant au total 15 à 150 colonies seront retenues, et nous comptons séparément les colonies caractéristiques et/ou non caractéristiques si elles sont présentes.

Si au moins 80% des colonies sélectionnées (4 tubes positifs sur 5) sont coagulase positive, le nombre de *Staphylococcus aureus* pris en compte sera le nombre présumé par le comptage précédant.

Dans tous les autres cas, nous prenons comme résultat le nombre à partir du pourcentage de *Staphylococcus aureus* présumé être coagulase positive.

Le nombre de *Staphylococcus aureus* par gramme de viande est donné par la formule (20) :

$$N * \frac{1}{\text{Volume d'inoculum}} * \frac{1}{\text{dilution de l'échantillon pour essai}} \dots \dots \dots (20)$$

N = le nombre des colonies caractéristiques plus le nombre des colonies non caractéristiques divisé par 2.

- **Dénombrement et recherche des anaérobies sulfito-réducteurs (N V08-061)**

Ce dénombrement est réalisé en anaérobiose (en jarre d'anaérobiose) sur un milieu TSC (Tryptone-Sulfite-Cyclosérine) et repose sur l'action de D-Cyclosérine sur les bactéries à Gram + et à Gram -, et autres que les *Clostridia* sulfioréducteurs.

Le métabisulfite de sodium anhydre est une source de soufre pour les *Clostridia* sulfioréducteurs, qui le réduisent en sulfite en fer noir en présence du citrate de fer III ammoniacal. L'incubation en 46°C renforce la sélectivité du milieu vis-à-vis *Clostridium perfringens*.

- **Recherche des formes végétatives**

Chaque ml de suspension mère est introduit dans une boîte de Pétri avec 12 à 15 ml du milieu TSC. Les boîtes seront ensuite incubées à 46°C pendant 24 à 48 heures.

- **Recherche des spores**

Cinq tubes, contenant chacun 5 ml de la suspension mère sont chauffés au bain marie régler à 80°C pendant 10 minutes. Ensuite refroidis sous l'eau courante encore à 10 minutes. Dans ces conditions, la destruction des formes végétatives est assurée.

Les techniques déjà décrites sont alors applicables à cette suspension et permettront le dénombrement sélectif des spores des anaérobies sulfitoréducteurs.

Chaque colonie noire est normalement issue d'une forme végétative ou d'une spore d'anaérobies sulfitoréducteurs. Les résultats sont exprimés sous la forme précédente (Idem).

- **Dénombrement et recherche de *Salmonellae* (ISO 3565, 1974; NA 1214, 1994)**

La recherche de ces germes s'effectue par des tests de présence ou d'absence. La norme fixée par la réglementation algérienne est de zéro germe dans 25 g. La mise en évidence des *Salmonellae* par la méthode "traditionnelle" nécessite plusieurs phases à savoir :

- **Une macération** : dans un sac « *Stomacher* » stérile, on ajoute à 225 ml d'eau peptonée tamponnée 25 g de viande découpée en petit dés puis on procède à l'homogénéisation durant 1 à 2 minutes dans l'appareil *Stomacher* ;
- **Un pré-enrichissement (revivification)** : le contenu du sac est transvasé dans un flacon stérile de 500 ml, et incubé à $37 \pm 1^\circ\text{C}$ durant 16 à 20 h ;
- **Un enrichissement sélectif** : après cette incubation, 10 ml du contenu du flacon sont ajoutés à 100 ml du milieu au sélénite, et on incube à $37 \pm 1^\circ\text{C}$ durant 48h ;
- **Un isolement sélectif** : au bout de 18 à 24 h, une inoculation, à partir de ce flacon, est réalisée sur les surfaces des milieux solides sélectifs de Gélose SS (*Gélose Shigellae-Salmonellae*), incubée à $37 \pm 1^\circ\text{C}$ pendant 24 h. La même opération est réalisée après 48 h de l'enrichissement sélectif ;
- Et une **identification biochimique** : la reconnaissance des colonies ne permet pas d'identifier *Salmonellae* mais donne une bonne présomption. Les *Salmonellae* sont identifiées par l'utilisation des API20.

4.4 Analyse statistique

Afin de permettre une bonne expression des résultats, les données recueillies de l'enquête ont fait l'objet d'une analyse statistique et ce par l'emploi du programme statistique (IBM SPSS Statistics 22, SAS Institute Inc.). Pour cela nous avons utilisé le test « *t* » de *Student* afin de comparer les moyennes entre les différents échantillons. Nous avons considéré le test significatif pour une valeur de *p* inférieur à 0.05.

Chapitre 5

Résultats & Discussion

5.1 Au niveau de la ferme pilote (ITELEV).....	98
5.1.1 Analyse de l'aliment.....	98
5.1.2 Performances de croissance.....	100
5.2 Au niveau de l'abattoir.....	111
5.2.1 Traitement des carcasses, des abats.....	111
5.2.2 Mesures biométriques des carcasses.....	115
5.2.3 Découpes et dissection des carcasses.....	117
5.3 Au niveau du laboratoire.....	121
5.3.1 Caractéristiques technologiques.....	121
5.3.2 Caractéristiques nutritionnelles.....	124
5.3.3 Caractéristiques Microbiologiques.....	126

Chapitre 5

Résultats & Discussion

5.1 Partie I : Au niveau de la ferme pilote (ITELEV)

5.1.1 Analyse de l'aliment

Les résultats de l'analyse comparée de la composition chimique des deux types de régime alimentaire (CE vs CC) et de paille utilisée pour l'engraissement des agneaux de la race Hamra sont présentées dans le **tableau 5.1**.

Tableau 5.1: Composition chimique des diètes et de paille d'orge

	Diètes	Concentré commerciale (CC)	Concentré expérimentale (CE)	Paille d'orge
Composition chimique (%)	Matière sèche (MS)	90,94	90,40	88,35
	Matière Organique (MO)	84,70	84,37	82,09
	Protéines	15,75	14,92	2,19
	Extrait Éthyle	3,12	2,78	--
	Cellulose	6,99	3,82	39,97
	Cendres	5,80	6,03	6,26
	Calcium	0,74	1,34	0,63
	Phosphore	0,30	0,40	--
	Ca:P ratio	2,47	3,35	--
	NDF	12	16,7	70
	ADF	4	5,9	44,1
	Énergie métabolisable (Megajoule/kg de MS)	11,85	17,82	

La proportion de concentré en (MS) des deux rations alimentaires (CC et CE) est presque similaire (90,94 vs 90,40%). Sachant que le composant majeur dans le (CC) est le maïs et de l'orge dans (EC). La substitution du maïs par l'orge dans l'alimentation des agneaux n'a pas montré d'impact sur la composition chimique globale de manière générale. En effet que, plusieurs auteurs ont suggéré qu'il n'y a pas une différence de proportion de la MS dans des rations fournies aux bovins de boucherie à base de maïs ou d'orge (MARTIN-ORUE *et al.*, 2000) ou bien de leurs mélanges (SURBER & BOWMAN, 1998).

Concernant, le niveau de calcium, nous avons enregistré des valeurs plus importantes presque double dans le (CE) avec une valeur de 1,34 vs 0,74 % dans le (CC). Le niveau élevé de calcium dans l'aliment préparé pourrait être expliquée par

la quantité importante de cet élément dans la composante principale du concentré. En effet que, les résultats publiés par « **Agriculture Food Research Council** » (AFRC) en 1991 ont montré que le maïs ne contient que de 0,2 g de Ca/kg de MS, tandis que l'orge contenait 0,6-0,9 g Ca/kg de MS. Néanmoins, il est difficile de définir exactement les exigences nutritionnelles recommandés pour les apports des concentrés en calcium en vue l'engraissement des agneaux. Ces valeurs varient considérablement d'une autorité à une autre, en raison d'un désaccord sur le coefficient réel d'absorption de cet élément au niveau digestif (PORTILHO *et al.*, 2006). À titre d'exemple : The Nutrient Requirements Council **NRC (1985)**, a recommandé un teneur entre 0,2 à 0,82 % de calcium qui varie selon le stade physiologique de l'animal. Tandis que le **AFRC, (1991)** a suggéré pour les agneaux de 20kg de poids corporel et en croissance moyenne par jour une quantité de 100 g aux prises en matière sèche données (DMI) entre (0,4 au 0,67 kg/jour) (3,7 à 5,7 g/kg MS de calcium).

En ce qui concerne les résultats obtenus en phosphore (**Tableau 5.1**), les valeurs enregistrées sont comparables à celle recommandées par l'Institut National de la Recherche Agronomique en France **INRA (1978)** qui était de 3,5 g/jour/ animal et de 3,18 g rapporté dans l'étude de **PORTILHO et al., (2006)** pour la race « Santa-Inès ». Cependant, pour les deux aliments analysés de l'étude les valeurs étaient supérieures aux recommandations de **NRC, (1985)** (2,5 g/jour/ animal).

Les teneurs en cellulose brute et en fibres des concentrés analysés sont nettement inférieures à celle de la paille. L'analyse de (CB) des concentrés alimentaires utilisés dans cette étude montre une quantité très importante en (CB) dans le (CC) par rapport au (CE) 6,99 *vs* 3,82 %, respectivement. Ce taux élevé de (CB) est expliqué par l'incorporation des sous-produits de céréales dans la formule de cette diète. À l'inverse, le (CE) qui ne contient que de l'orge comme céréale sans aucun autre sous-produits céréaliers sa teneur en (CB) est faible. La teneur en cellulose brute de la paille étant de 39,97%, est inférieure à celle observée par **CHACHOUA (2004)** ; **YAKHLEF & TRIKI (2007)** qui sont respectivement 42% ; 42.94 % ; 41.35 %. Chez le ruminant, des différences dans la quantité et les propriétés physiques et chimiques des fibres dans l'aliment peuvent affecter la performance et la productivité de l'animal, et notamment altérer les fermentations dans la panse, le métabolisme, le taux de lipides dans le lait produit et finalement, la santé de l'animal à long terme (**MERTENS, 1997**).

Dans la présente étude, la teneur en NDF pour la paille d'orge était de 70%. Cette valeur est nettement inférieure à celle rapportée par YAKHLEF & TRIKI (2007) pour l'orge de paille qui était de 85.46 %. Concernant l'ADF, nous avons obtenu une valeur de 44,1% qui se voit faible par rapport aux valeurs observées par CHERMITI (1994) ; YAKHLEF (2003) ; CHACHOUA (2004). Les teneurs en NDF et ADF sont des indices de la valeur alimentaire de la ration. Les fibres NDF donnent une estimation assez précise des fibres totales des aliments et une prédiction de la quantité de la MS ingérée. Lorsque les fibres NDF augmentent, la consommation volontaire de la MS diminue. Pour les fibres ADF, elles sont généralement reliées à la digestibilité et à la valeur énergétique de l'aliment ; plus il y a de fibres ADF, plus la digestibilité et le contenu énergétique sont faibles (GIGER-REVERDIN *et al.*, 1990).

5.1.2 Performances de croissance

De la naissance à l'abattage, les animaux ont présenté un poids d'autant plus élevé qu'ils étaient plus pesants à la naissance. Pendant la phase lactée, le gain moyen quotidien (GMQ) est positivement lié au poids à la naissance et ceci malgré une croissance relative supérieure à même âge pour les agneaux. Après le sevrage et pendant la phase d'engraissement, une fois passée la période post-sevrage, les consommations estimées au même âge ou au même poids sont indépendantes du poids à la naissance. Il en est de même pour l'efficacité alimentaire calculée globalement pour la période d'engraissement.

5.1.2.1 Avant sevrage

La **figure 5.1** résume les poids corporels à 7 âges types avant sevrage i.e. PN (poids à la naissance), 15, 37, 57, 78, 99 et à 120 j.

A. Poids à la naissance

Le poids moyen enregistré à la naissance était de $3,69 \pm 0,86$ Kg. Cette valeur est généralement légèrement supérieure à seules enregistrée par FADILI (2009) et BOUJENANE & CHAMI (1997) pour la même race au Maroc. Ces poids sont respectivement $3,12 \pm 0,06$ et $3,26 \pm 0,03$ Kg. Comparativement à d'autres races locales, ce poids est inférieur à celui des agneaux de la race Ouled-Djellal $4,49 \pm 0,67$ kg (BOUSSENA *et al.*, 2013). Néanmoins, d'autres facteurs interviennent pour augmenter

ou diminuer ce poids : l'année, le mois d'agnelage, la taille de portée, l'âge de la brebis et le sexe de l'agneau (VILETTE-HOUSSIN & THÉRIEZ, 1982 ; KOCTY & KANWE, 2000 ; BEN SALEM *et al.*, 2009).

B. Évolution du poids

Le poids présente une augmentation importante à partir du premier mois, pour atteindre la plus grande valeur à 120 jours. L'agneau de la race Hamra pèse environ $10,21 \pm 0,22$ kg après un mois de sa naissance, $13,45 \pm 0,25$ kg à l'âge de deux mois et au servage il atteint $21,97 \pm 0,34$ kg (Figure 5.1).

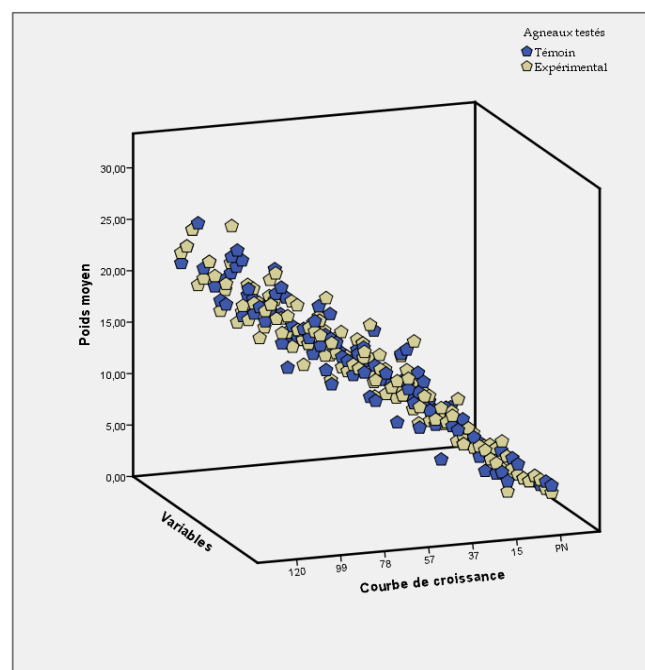


Figure 5.1 : Évolution de poids corporel des agneaux de la race Hamra avant sevrage (0-120 jours)

La phase de croissance des agneaux est sous l'influence du régime alimentaire des mères en fin de gestation, en effet que, **MEBIROUK & ARABA (2011)** ont montré l'impact de l'alimentation des brebis gestantes sur les variations des poids à 20 et 30 jours après la naissance. On outre, **MOLINA *et al.* (1991)** ont constaté que l'alimentation des agneaux, durant cette phase, est exclusivement à base de lait, et une différence dans la production laitière des femelles pourrait être à l'origine des gains obtenus et de l'évolution corporelle des agneaux durant les premières semaines de la vie.

Les poids enregistrés à 30 et à 90 jours chez les agneaux étudiés se rapprochent aux poids moyens aux mêmes âges obtenues chez la race Beni Guil (BOUJENANE & MHARCHI, 1992). Cependant, ils sont légèrement inférieurs aux poids observés par BOUSSENA *et al.* (2013) chez les agneaux de la race Ouled-Djellal et chez la race Sardi (BOUJENANE *et al.*, 1991 ; LANAIA, 1995).

C. Gains moyens quotidiens

Durant toute la période de l'essai (avant sevrage), les GMQ ont présenté une tendance à la baisse (cf. **Figure 5.2**). Une des causes qui pourraient expliquer ces chutes de gain de poids est l'augmentation des poids corporel et l'âge de l'agneaux. Ceci tend à augmenter les besoins nutritionnels par rapport à la diminution de la production laitière des brebis. En effet, l'alimentation est la cause déterminante de cette chute.

Nos résultats sont inférieurs par rapport à ceux observés par BOUSSENA *et al.* (2013) chez la race Ouled-Djellal pour le GMQ 0-30 J ($151,70 \pm 11,50$ vs $206,67 \pm 19,01$ g/j). Alors qu'entre 30 et 60 jours le GMQ est similaire ($160,71 \pm 9,28$ vs $150 \pm 22,88$ g/j) respectivement. Ces résultats confirment la faible productivité laitière de la race Hamra par rapport à la race Ouled-Djellal. Selon JEAN-LOUP (2001), la mesure du GMQ 10-30 permet d'avoir une idée sur la production laitière de la mère. Alors que la mesure du GMQ 30-90 donne plutôt une estimation des capacités de croissance des agneaux.

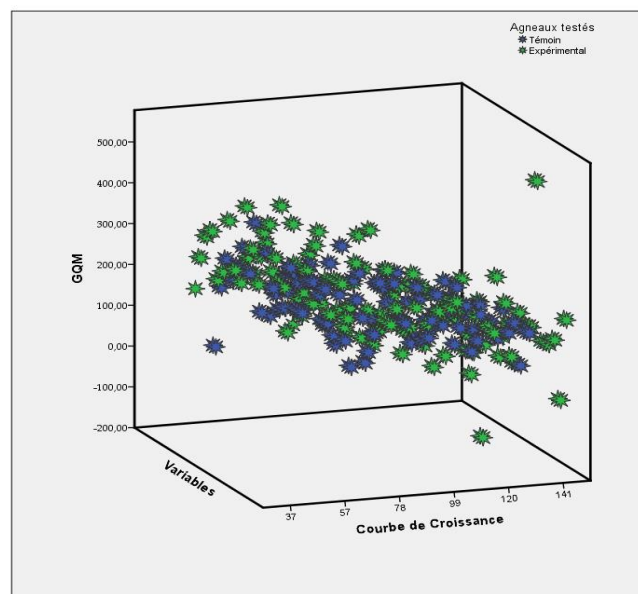


Figure 5.2 : Évolution de GMQ des agneaux de la race Hamra avant sevrage (0-120jours)

Les coefficients de variation sont relativement plus élevés pour les GMQ que pour les poids durant cette phase. Ceux des poids tendent à augmenter légèrement avec l'âge de l'agneau de 16,6% à la naissance et à 25,2% à 120 jours. Ces variations peuvent être corrélés par des facteurs non génétiques tels que : l'âge de la mère, le sexe, le type de naissance, la saison de naissance, etc., et/ou par des facteurs génétiques (BOUJENANE *et al.*, 2001).

5.1.2.2 Après sevrage

La différence entre les deux modes de rationnement utilisés durant cette étude en termes de poids vif final n'était pas significative ($p > 0,05$). Néanmoins, les agneaux de régime (CE) avaient peu de différence du gain de poids par rapport au poids initial que les agneaux alimentés par le (CC). Ces résultats concordent avec ceux de HADDAD & NASR (2007), qui ont observé les mêmes performances de croissance chez les agneaux de race « Awassi » nourris à base des différents régimes alimentaires basés sur l'orge et sur le maïs.

A. Évolution des poids

Au démarrage de l'expérience, les agneaux (EC *vs* CC) avaient un poids vif moyen de 24.35 ± 0.64 et 24.63 ± 0.47 kg respectivement. Ils ont atteint un poids vif final moyen de 36.85 ± 0.82 et 36.87 ± 0.83 kg respectivement. Les agneaux (EC) ont réalisé un gain de poids de 12.50 ± 0.18 kg contre 12.24 ± 0.36 kg pour ceux du lot (CC). Cependant, aucune différence significative n'a été enregistrée entre les différentes pesées réalisées au cours de la croissance (cf. **Figure 5.3**).

Une étude faite par HADDAD & NASR (2007), sur des agneaux de « Awassi », ayant reçu un aliment à base d'orge et un autre contenant de maïs, a montré que la source d'énergie n'a pas d'incidence sur la vitesse de croissance. Cette diète conduite à un taux de croissance similaires au maïs.

L'engraissement des agneaux par l'orge est une pratique très répandue en élevage ovin. De nombreuses études ont montré l'effet des régimes à base de céréales, comme l'orge, sur la croissance rapide des moutons et les bovins (MCDONALD *et al.*, 1996).

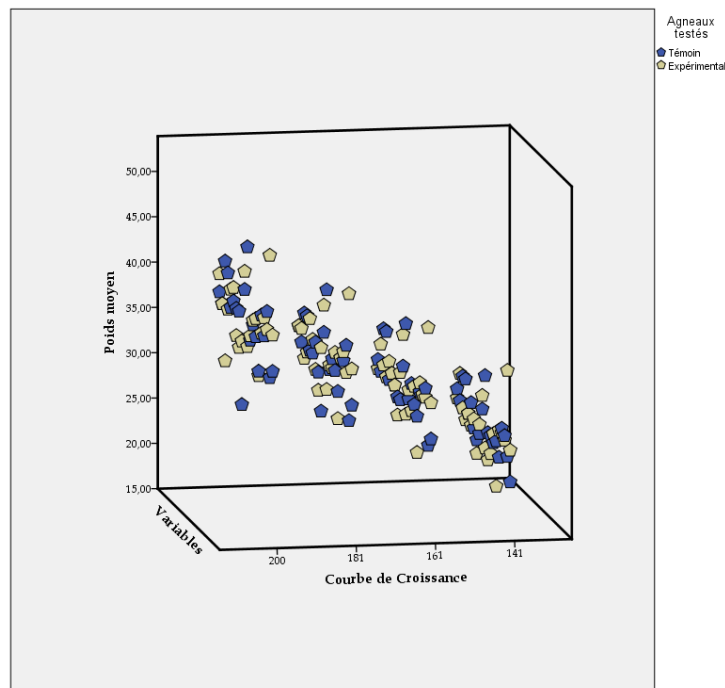


Figure 5.3 : Évolution de poids corporel des agneaux de la race Hamra après sevrage (120-200 j)

Comparativement à d'autres races subtropicales, le poids des agneaux de la race Hamra à 150 jours est supérieur à celui rapporté par **ATTI & ABDOULI (1997)** chez la race Barbarine de même tranche d'âge.

Le poids vif à 180 jours constaté dans notre étude est presque similaire à celui observé chez la race marocaine Boujaâd (32,65 kg *vs* 32,9 kg respectivement) mais supérieur à celui de la majorité des autres races ovines marocaines Dman, Timahdite et Béni-Ahsen aux mêmes tranches d'âge (**BOUJENANE, 2006**). Cette valeur semble être aussi élevée par rapport au poids des agneaux de la race locale Ouled-Djellal de même âge ($31,07 \pm 1,27$ kg) selon **BOUSSENA *et al.* (2013)**.

On outre, dans une étude réalisée sur des agneaux de race Ile de France élevés en milieu tropical (Mexique), un poids de 30,25 kg a été constaté à l'âge de 6 mois (**RIBEIRO *et al.*, 2000**). En revanche, il est supérieur au poids à 180 jours d'âge chez la race subtropicale Awassi ($27,8 \pm 1,76$ kg) (**EMSEN, 2005**).

Lorsque l'orge et le blé sont introduits dans l'alimentation, ils subissent une fermentation ruminale rapide par les microbes que le maïs et le sorgho (**CONE *et al.*, 1989**) en raison de leur richesse en amidon et énergie. Cependant, l'amidon du maïs

est moins dégradé dans le rumen que pour l'orge est peut entraîner moins de synthèse des protéines microbiennes (STERN *et al.*, 1978).

L'explication de la différence de poids entre toutes ces races, est non seulement liée à la différence du génotype et de l'alimentation (EMSEN, 2005 ; CHAFRI *et al.*, 2008 ; ABDULLAH *et al.*, 2010), mais aussi à l'environnement (GÜRDAL GÖREKÇI & EVRIM, 2000).

B. Évolution du GMQ

Dans cette expérience, la vitesse de croissance journalière après le sevrage pour les agneaux (EC *vs* CC) est en moyenne de 230.26 ± 15.49 et 213.16 ± 17.69 g/j/agneau respectivement sans aucune différence significative, avec une efficacité alimentaire (6.09 *vs* 5.63). Ces performances pondérales et de croissance témoignent du potentiel de croissance satisfaisant des agneaux de race Hamra (cf. **Figure 5.4**).

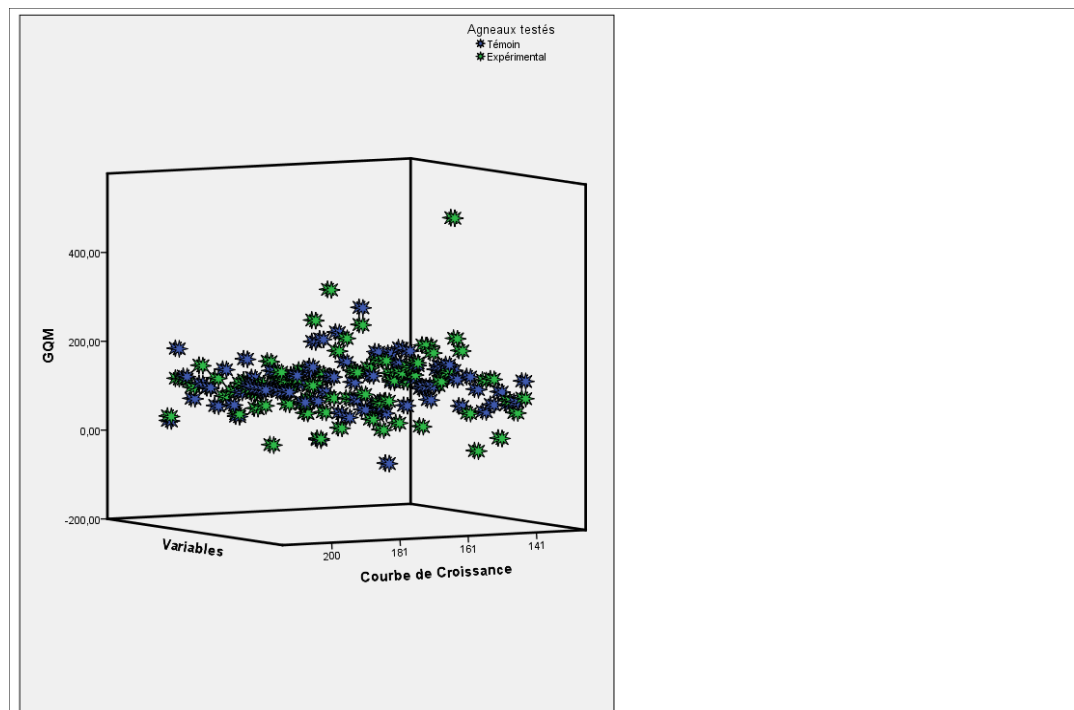


Figure 5.4 : Évolution de GMQ des agneaux de la race Hamra après sevrage (120-200 j)

Nos résultats sont supérieurs aux GMQ (110-200 g/j) observés par l'institut technique d'élevage bovins et ovins ITEBO (1995) chez des agneaux de la race Ouled-djellal qui ont atteint un poids vif variant entre 38-40 Kg.

Les variations de l'efficacité des apports alimentaires dépendent de l'espèce, de l'âge, de l'individualité de l'état physiologique, et des troubles pathologiques (WOLTER, 1980).

Plusieurs travaux ont étudié les facteurs qui influencent le taux de croissance pendant les mêmes âges type. Les gains moyens quotidiens ne diffèrent pas selon les sexes (WILDEUS *et al.*, 2005 ; BELA & HAILE, 2009 ; ULUTAS *et al.*, 2010 ; ABDULLAH *et al.*, 2010), mais varient avec la saison ; ils sont plus faibles en été qu'en hiver (MARAI *et al.*, 2007), avec l'alimentation (ORTIZ *et al.*, 1997 ; DUGUMA *et al.*, 2007 ; CHAFRI *et al.*, 2008), avec l'année (BELA & HAILE, 2009) et surtout avec le génotype (ABDULLAH *et al.*, 2010) ou la race (MACIT *et al.*, 2002 ; MACIT *et al.*, 2003).

Nous avons remarqué aussi, que l'indice de conversion des aliments (FCR) entre les deux traitements (CE vs CC) chez les agneaux de la race Hamra oscillait de façon non significative ($p > 0,05$). Les indices enregistrés pour les deux concentrés sont de 5,63 vs 6,09 respectivement. Le FCR de (CE) nous a permis de classer notre concentré comme un régime de bonne qualité. Plusieurs auteurs ont rapporté que les FCR situés entre 4-5 témoignent d'un concentré à haut niveau d'énergie (KNOTT *et al.*, 2003), et ceux qui présentent des valeurs comprises entre 5-6 sont considérés comme des aliments de bonne source énergétique (FAHMY *et al.*, 1992). Cependant, par rapport à HADDAD & NASR (2007) ces valeurs sont élevées car ces auteurs ont relevé des valeurs inférieures à nos résultats au cours de la substitution du maïs par l'orge avec un taux de 4,6 à 5,2 chez les agneaux de race « Awassi ».

C. Évolution du tour de poitrine (TP)

À l'issue de cette étude, l'évolution du (TP) des agneaux de la race Hamra (EC vs CC) est de l'ordre de ($26,30 \pm 0,36$; $26,42 \pm 0,26$ cm) en début de l'étude et de ($31,50 \pm 0,30$; $30,92 \pm 0,17$ cm) en fin de l'expérimentation respectivement. En comparaison, au TP observé chez un mâle adulte de la race Hamra âgé environ d'un an et pèse 71 kg est dans les alentours de 36 cm (CHELLIG, 1992 ; BENYOUCEF *et al.*, 2000 ; ITELEV, 2002), ces résultats nous ont permis de conclure que le développement de leur cage thoracique était peut-être plus complet à 35 kg et 200 j d'âge. De plus, puisque le tour de poitrine a été pris par-dessus la laine et que les mâles adultes n'ont pas été tondus, il est possible que la longueur de la laine des adultes ayant été abattus plus âgés ont eu un effet grandissant sur la valeur numérique de leur tour de poitrine à un âge plus

avancé. Ces résultats sont en accord avec ceux de **BAHHAR (1998)** qui a observé que l'évolution du (TP) est mieux corrélée avec le poids vif (cf. **Tableau 5.3**) qu'avec l'âge. Ce dernier est étroitement lié au niveau alimentaire.

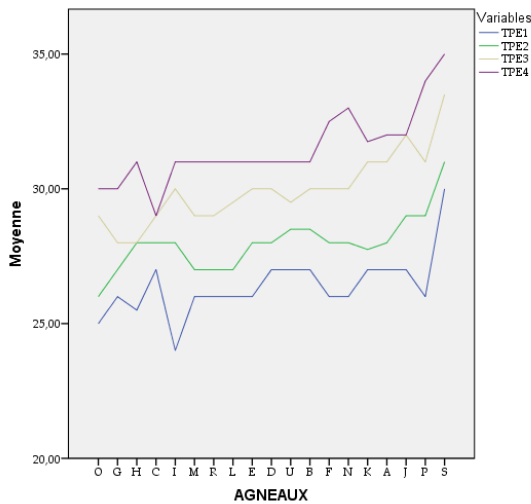


Figure 5.5 : Évolution du tour de poitrine chez les agneaux(EC)

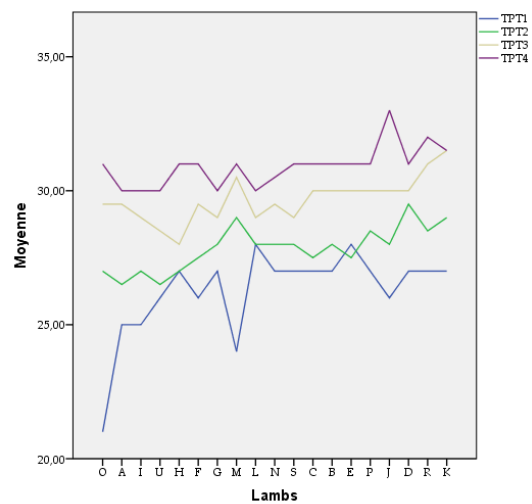


Figure 5.6 : Évolution du tour de poitrine chez les agneaux(CC)

D. Évolution de la hauteur au garrot (HG)

La hauteur au garrot évolue de la même façon chez les agneaux des deux lots (EC vs CC) qui sont de l'ordre au début ($58,00 \pm 0,66$; $58,55 \pm 0,49$ cm) et ($64,31 \pm 0,61$; $65,06 \pm 0,53$ cm) en fin de l'expérimentation respectivement. L'étude du profil d'évolution de la HG ne montre aucune différence significative entre les deux lots (EC vs CC) soit au début ou en fin de l'expérimentation. Nous remarquons que ces valeurs sont plus proches de la moyenne décrite dans le standard de cette race pour un mâle adulte (âgé d'un an) qui pèse environ 70 Kg et avec une HG de 76 cm (**CHELLIG, 1992** ; **BENYOUCEF et al., 2000** ; **ITELEV, 2002**).

La vitesse d'évolution de la HG est de l'ordre de ($1,07$ vs $1,1$ mm/jour) chez les deux lots. Ce résultat est largement supérieur à celui décrit par **KAHAL (2010)** pour des agneaux de la race Ouled-Djellal alimentés par l'orge 250 et 500 g/j, avec une vitesse d'évolution de l'ordre de 0,57 mm/j pour une phase de croissance comprise entre 3 et 6 mois similaire à notre étude.

Selon **CHOURAQUI (2003)**, la croissance représente une période globalisée au cours de laquelle interviendraient trois circonstances fondamentales dans la constitution du

capital osseux de l'adulte : la croissance du squelette, le modelage osseux au fur et à mesure de cette croissance, et la minéralisation de ces os. La vitesse de croissance est extrêmement variable selon l'âge : très rapide après la croissance de la vie, elle diminue progressivement pour se stabiliser et s'accélérer de nouveau à la puberté (MARX, 2002).

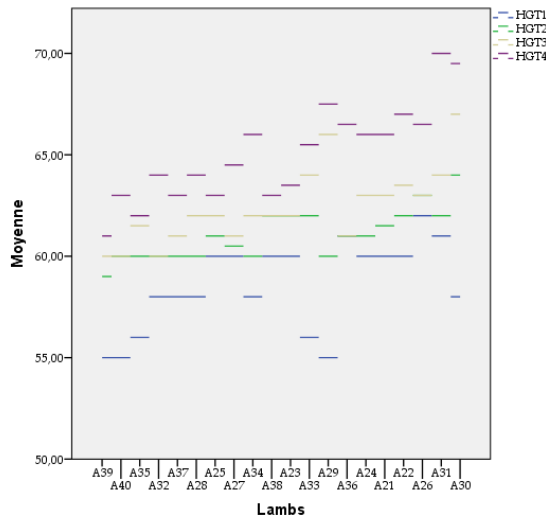


Figure 5.7 : Évolution de la hauteur au garrot chez les agneaux(EC)

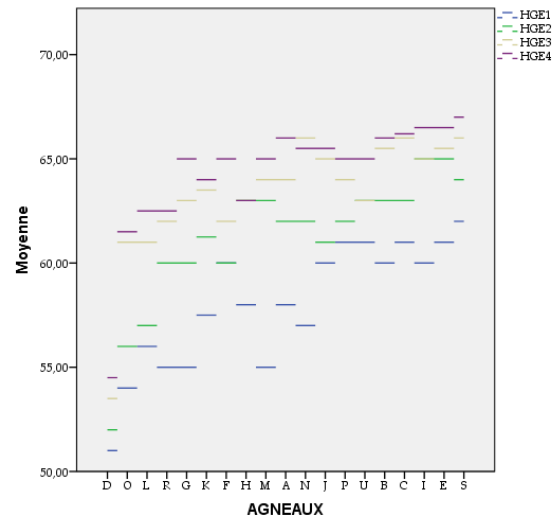


Figure 5.8 : Évolution de la hauteur au garrot chez les agneaux(CC)

L'accrétion minérale osseuse s'effectue parallèlement à la croissance avec un gain décalé par rapport aux accélérations de la vitesse de croissance. Le pic de masse osseuse, défini par CHOURAQUI (2003) comme étant le niveau maximum de masse osseuse obtenu au terme de la croissance, est atteint au début de l'âge adulte après la fin de la puberté, de façon décalée par rapport à l'accélération de la vitesse de croissance pubertaire (BREUIL & EULLER-ZIEGLER, 2001 ; CHOURAQUI, 2003).

E. Corrélation entre les trois paramètres étudiés (Poids, TP, HG)

La corrélation entre les mesures morphométriques (HG, TP), l'âge et le poids corporel durant la phase post sevrage est illustrée dans le **tableau 5.2**. Cette corrélation est très marquée entre le poids corporel et le TP par rapport le poids et la HG.

Nous avons noté une très forte corrélation entre le TP et le poids des agneaux. Nos résultats concordent avec ceux de (FOURIE *et al.*, 2002 ; ATTA & EL-KHIDIR, 2004). Ceci peut être expliqué par la morphologie ramassée et le corps carré du mouton de cette

race. Par conséquent cette corrélation pourra être utilisé pour estimer le poids vif à partir du tour de poitrine chez les agneaux de cette race.

En vue de la forte corrélation du (TP) avec l'état de développement de l'organisme et la croissance de l'animale, cette mesure a été employée comme une référence pour définir d'autres critères (le poids, la puberté, etc.) qui sont plus faciles à évaluer par les éleveurs, afin d'optimiser la gestion des systèmes d'élevage. C'est le cas de l'ensemble des travaux de SAUVEROCHE & WAGNER (1993) ; PARKINSON (2004).

La (HG) demeure quasiment stable une fois les agneaux dépassaient l'âge de 161 j où les agneaux atteignent une hauteur qui se rapproche à la (HG) moyenne chez un mâle adulte. Ceci représente une caractéristique particulière de cette race classée par certains auteurs (CHELLIG, 1992 ; BOUJENENE, 1998) comme des moutons de petite taille.

Tableau 5.2 : Pearson corrélation entre les mesures morphométriques, l'âge et le poids corporel

Age des agneaux	Hauteur au Garrot (HG) (en cm)				Tour de Poitrine (TP) (en cm)				
	141	161	181	200	141	161	181	200	
Poids	141	0.53**	0.38*	0.40*	0.41*	0.73**	0.83**	0.76**	0.62**
Corporel (en Kg)	161	0.58**	0.40*	0.40*	0.41*	0.62**	0.84**	0.76**	0.63**
	181	0.54**	<u>0.43</u>	<u>0.38</u>	<u>0.42</u>	0.61**	0.80**	0.84**	0.72**
	200	<u>0.32</u>	<u>0.25</u>	<u>0.20</u>	<u>0.25</u>	0.62**	0.68**	0.79**	0.78**

* $p \leq 0.05$; ** $p \leq 0.01$

5.1.2.3 L'énergie métabolisable

Le calcul de l'énergie métabolisable montre une valeur de 17,82 Mégajoule/kg de MS pour le (CE) supérieure à la valeur observée (11,85 Mégajoule/kg de MS) chez les agneaux de (CC). Ce dernier résultat est en parfaite concordance avec les résultats obtenus par GALVANI *et al.*, (2014) avec des aliments à base de maïs. En outre, l'énergie métabolisable est utilisée aussi pour calculer l'efficacité alimentaire, selon HÜBNER *et al.* (2007) qui ont montré que les régimes alimentaires avec un niveau d'énergie métabolisable inférieur à 10,9 MJ/kg est généralement due au remplissage du rumen qui été le principal facteur limitant la prise alimentaire. D'autre part, une diminution de l'énergie métabolisable chez des animaux nourris avec des aliments riche en énergie semblait être lié à des problèmes digestifs (GALVANI *et al.*, 2014).

5.1.2.4 Coût de production

La présente étude montre que la substitution totale ou partielle du maïs par l'orge pourrait avoir un effet positif sur le coût de l'alimentation (cf. **Tableau 5.3**). Lorsque les animaux ont reçu le CC, le coût de leur la production de viande a été plus élevé que ceux alimenté par CE. Ces résultats concordent avec ceux de **HADDAD & NASR (2007)**, qui ont suggéré qu'un minimum de 20% de substitution de DM alimentaire de l'orge avec du maïs était nécessaire pour améliorer le rendement et l'efficacité alimentaire. Autrement dit, le prix du Kg d'une viande produite par les agneaux alimentés à base de CC est supérieur de **1.62** fois que celle produite par les agneaux alimentés par CE. Ceci s'explique par le fait que le prix du maïs importé est essentiellement plus élevé que de l'orge produit localement de 30-60%.

De plus, une alimentation avec des concentrés à volonté risque de mener à la production de carcasses trop grasses. Une carcasse trop grasse, est déclassée en fonction du système de classification, ce qui nuit aux revenus des producteurs (**JOANNIE JACQUES, 2011**).

Les niveaux des prix des aliments vont conditionner l'offre en fonction des coûts de production-seuil qui garantissent le bénéfice minimum de l'éleveur. Cette logique est commune aux éleveurs ovins et aux éleveurs bovins. Les résultats d'une enquête menée auprès de 109 exploitations bovines de la Mitidja par **BOULAHCHICHE & MEKERSI (1993)**, a fait ressortir une liaison forte entre le niveau du coût de l'aliment et le niveau du bénéfice attendu.

Tableau 5.3: Coût de production des agneaux de la race "Hamra"

	Paramètres évalués	CE (n=20)	CC (n=20)	p- value
Avant sevrage	Poids à la naissance (Kg)	3.57±0.13	3.82±0.11	Ns
	Poids au démarrage (kg)	24.35±0.64	24.63±0.47	Ns
	GMQ avant l'engraissement (g/J)	119.05±28.17	120.24±10.85	Ns
Après sevrage	Poids finale (kg)	36.85±0.82	36.87±0.83	Ns
	GMQ après l'engraissement (g/J)	230.26±15.49	213.16±17.69	Ns
	Différence du poids (kg)	12.50±0.18	12.24±0.36	Ns
	Gain/Poids initial	51.33	49.69	Ns
	Efficacité alimentaire (FCR)	5.63	6.09	Ns
	Coût d'aliment/Gain du poids (DZD/kg)	120.08	194.85	***

Ns : non significatif; *** $p \leq 0.001$

5.2 Partie II : Au niveau de l'abattoir

5.2.1 Traitement des carcasses, des abats et les issues

5.2.1.1 Caractéristiques des composants hors-carcasse

Les résultats du **tableau 5.4** révèlent le poids des abats et des issues après l'abattage des agneaux (EC).

Tableau 5.4 : Poids des pesés des abats et des issues

Composants hors-carcasses	Moyenne \pm E.S
Les abats	
Le foie	0,65 \pm 0,03
Le cœur	0,14 \pm 0,01
Les poumons	0,43 \pm 0,01
La rate	0,09 \pm 0,01
Les reins	0,23 \pm 0,01
Le tube digestif vide	7,40 \pm 0,49
Le gras de rognon	0,30 \pm 0,04
Le gras mésentérique	0,50 \pm 0,05
Les issues	
La tête	2,56 \pm 0,04
La peau	3,37 \pm 0,16
Les quatre pieds	0,88 \pm 0,02

L'ensemble du contenu de la cavité digestive et thoracique et des issues agneaux de la race Hamra présente un pourcentage de 52.16% par rapport au poids vif à l'abattage. Cette valeur est presque similaire à celles observées chez les agneaux Awassi 51,3% par **OBEIDAT *et al.*, (2008)**. Néanmoins, la race Barbarine présente une valeur de 56.1%, supérieure à la nôtre (**ATTI & BEN SALEM, 2010**) qui peut être expliqué par le poids de la queue pouvant atteindre 1 à 3 kg chez un mâle adulte. À l'instar, le pourcentage des composants hors-carcasse de la race Hamra est supérieur à celui de la race Churra Tensina (**CARRASCO *et al.*, 2009**).

Une étude sur l'incorporation d'une source énergétique (orge entière) pour l'engraissement d'agneau avec des systèmes d'élevage différents (Parcours vs Bergerie) sur la qualité de la carcasse a prouvé que les animaux recevant l'aliment commercial ont eu un rendement et une compacité de la carcasse plus élevés. En revanche, le poids du tractus digestif plein a été moins important, en raison d'une moindre proportion d'estomacs et de contenu digestif. Ainsi, aucune relation n'a été

constatée entre le poids vif et le poids des abats (DELFA *et al.*, 1999, CARRASCO *et al.*, 2009). Ces derniers auteurs ont conclu aussi que les abats présentent une valeur commerciale de 15,9% de la valeur de la carcasse.

LU & POTCHOIBA (1990), ont suggéré aussi que les agneaux qui reçoivent une ration pauvre en énergie ingèrent plus d'aliment et par conséquent le digestat et le tube digestif sont plus importants ce qui diminue le rendement à l'abattage. D'autres facteurs tels que : la race, l'âge, le sexe et l'âge d'abattage sont les principaux facteurs qui influent sur le poids des composants hors-carcasse (DELFA, 1992).

Selon CRADDOCK *et al.* (1974), des interactions significatives ont été notées entre les niveaux protéiques et énergétiques d'une ration, le poids et le pourcentage du gras péri-rénal et le rendement de la carcasse. Un pourcentage élevé de protéines dans la ration alimentaire favorise le développement du tissu adipeux de la carcasse si cette ration est pauvre en énergie mais l'inhibe si elle est riche en énergie. Tandis que, pour un régime alimentaire à fort niveau énergétique, le gras de la carcasse est supérieure si la teneur de ce régime en protéines est bas mais il est inférieur si le niveau protéique est élevé.

5.2.1.2 Caractéristiques des carcasses

Les caractéristiques des carcasses des agneaux alimentés à base de (EC) sont exprimé dans le (Tableau 5.5) par les poids, les mesures objectives et subjectives.

Tableau 5.5 : Mesures objectives et subjectives des carcasses de la race Hamra

Paramètres évalués	Valeurs
Poids vif à l'abattage	36,85±0,82
L'âge à l'abattage (jours)	206
Mesures objectives des carcasses	
Poids de carcasse chaude PCC (kg)	17,63±0,44
Poids de carcasse froide PCF(kg)	17,19±0,42
Rendement de carcasse (%)	46,65
Perte au ressuage (%)	2,49
Épaisseur de gras (mm)	4,60
Gras interne* (%)	2,12
Mesures subjectives des carcasses	
Conformation des carcasses	3,19±0,2
État d'engraissement	3,52±0,07

Gras interne* (%) = gras pelvien + gras des péri-rénale + gras mésentérique

La différence moyenne enregistrée entre le poids de la carcasse chaude et froide était d'environ 2,49% et entre le poids vif et la carcasse froide de 46,65%. Ces résultats s'alignent avec ceux de **GREER & JONES (1997)**, qui ont suggéré que les pertes de poids sont dues au phénomène d'évaporation allant plus de 2% après une nuit de stockage des carcasses de bœuf, de porc ou d'agneau. Cependant, sur le plan économique, la carcasse des agneaux de la race Hamra présente les pertes au ressuage les moins importantes par rapport aux pertes chez les carcasses des Awassi abattus à 37,2 kg qui sont de 3,21% observées par **OBEIDAT *et al.* (2008)** et 2,9% chez les agneaux « Churra-Tensina » abattus à 22,9 kg (**CARRASCO *et al.*, 2009**). Néanmoins, ces pertes au ressuage n'ont aucune influence sur le rendement de carcasse. Les résultats des études précédemment cités ont montré un pourcentage de rendement de 51,4%, 48,7% respectivement, plus important à celui de notre étude (46,65%). Ce dernier résultat montre aussi un avantage pour la race Hamra à l'inverse de la race Ouled-Djellal qui présente un rendement de carcasse environ 41,11% (**ARBOUCHE *et al.*, 2014**).

S'ajoute à cela, seulement 2,12% de gras interne est déposé dans les carcasses étudiées ce qui explique le taux faible des pertes d'eau enregistrés. Donc nous constatons que nos résultats concordent avec ceux de **ARCHIMÈDE *et al.* (2008)** et **ALEXANDRE *et al.*, (2008)** qui ont conclu que les pertes faibles d'eau au cours du ressuage sont dû au faible pourcentage de gras déposés dans les carcasses.

Chez les bovins, le dépôt de graisse au niveau de différentes régions de la carcasse (abdomen, rein et dos) est influencé principalement par le taux énergétique, tant dans la carcasse que dans la viande alors que le taux protéique influence surtout la conformation de la carcasse (**FIEMS *et al.*, 1998**).

L'épaisseur du gras dorsal chez les carcasses des agneaux de notre étude était de 4,60 mm. Ces résultats concordent avec ceux de **LAVILLE *et al.* (2002)**, qui ont trouvé des valeurs comprises entre 2,8 à 5,4 chez différentes races ovines. Cependant, cette valeur semble être comparable aux résultats obtenus par **ARBOUCHE *et al.* (2014)** pour la race Ouled-Djellal avec des valeurs qui varient entre 3 et 5,5 mm mais supérieur à ceux obtenus par **OBEIDAT *et al.* (2008)** ; **CARRASCO *et al.* (2009)** et **ATTI *et al.* (2003)**. Toutes ces variations sont conditionnées par un ensemble de facteurs dont l'âge, la race, le sexe, le poids d'abattage, les méthodes d'élevage et l'alimentation (**JEREMIAH, 1998**).

Selon DIAZ *et al.*, (2002) l'épaisseur de gras dorsal est plus élevée lorsque les agneaux sont nourris avec des concentrés par rapport à ceux nourris sur les pâturages. De même ce paramètre a été influencé par le poids d'abattage (DIAZ *et al.*, 2003).

De plus, les agneaux du parcours présentent généralement des carcasses maigres avec une faible épaisseur du gras de couverture et du gras sous cutané par rapport à ceux finis en bergerie (MCCLURE *et al.*, 1995 ; PRIOLO *et al.*, 2002). L'épaisseur du gras dorsal varie de 1 à 2,5 mm sur parcours et de 3 à 7mm en bergerie (ATTI, 1989).

La note moyenne de la conformation des carcasses que nous avons obtenue était de (3.19 ± 0.2) , caractérisant un bon développement musculaire. Cette situation pourrait s'expliquer par le fait que l'orge, étant une céréale à amidon facilement fermentescible, est quasiment dégradée dans le rumen. De ce fait, l'introduction en quantités importantes de glucides facilement fermentescibles dans les rations animales entraîne une orientation des fermentations du rumen qui se traduit par une importante production d'acide propionique, lequel considéré comme le plus important précurseur de la néoglucogénèse (DEMIGNE *et al.*, 1988) essentielle pour la satisfaction des besoins en glucose des ruminants (GRIZARD *et al.*, 1986) et favorisant, entre autres, le métabolisme et la croissance musculaire. GAUTIER *et al.* (2009) ont montré aussi que l'utilisation des aliments fermiers, avec des mélanges à base de protéagineux ou de légumineuses, par rapport à un aliment complet ou une ration utilisant un complémentaire azoté du commerce, entraîne une amélioration de la qualité de carcasses (la tenue et la couleur des gras de couverture).

L'appréciation de l'état d'engraissement jugé bon est environ 3,5 sur une échelle de 1 à 5. Ce résultat en dessus de l'optimum requis chez les agneaux qui est de 2-3 mm, valeur au-delà de laquelle toute épaisseur supplémentaire est un signe d'engraissement excessif (BOCCARD *et al.*, 1979 ; CRAPLET & THIBIER, 1980). Néanmoins, KIRTON & PICKERING (1967), ont suggéré que les meilleurs rendements de carcasse pourraient être expliqués par un engraissement plus important des individus. De même, l'augmentation de la croissance en finition, par l'apport de rations riches en énergie, conduit à une augmentation du gras interne, intermusculaire et sous-cutané. Alors que l'augmentation de l'état d'engraissement de l'animal n'augmente pas systématiquement le taux de gras intramusculaire des viandes comme il a été signalé par CARTIER & MOËVI, (2007).

Un degré d'adiposité des carcasses élevé serait ainsi bénéfique à la tendreté à travers l'action du gras ralentissant la vitesse de réfrigération de la carcasse lors du ressuage. Les gras sont susceptibles de prévenir les contractures au froid lors de la réfrigération des carcasses, ce qui préserve la tendreté (NORMAND, 2005).

5.2.2 Mesures biométriques des carcasses

Le **tableau 5.6** résume les résultats obtenus des mesures biométriques des carcasses. Ces résultats de mensurations du corps ont montré une absence des défauts de carcasses jugés majeurs comme l'allongement de la carcasse ou du gigot.

Nos résultats de mesure des largeurs du dos aux trois points mesurés (G, LAC et M), figurés dans le **tableau 5.6**, caractérisant les carcasses les mieux conformées, car ces mesures sont similaires aux valeurs moyennes rapportés par LAVILLE *et al.* (2002), sauf la mesure de la largeur du bassin qui est situé hors des résultats publiés par les auteurs précédemment cités chez plusieurs race ovines (17cm vs 22,2 à 24,6).

Tableau 5.6 : Mesures biométriques des carcasses

Paramètres	Moyenne ± E.S
La face latérale	
La longueur du dos en mètre (K)	0,64±0,01
La profondeur de la poitrine en mètre (TH)	0,31±0,82
Angle de rebondi du gigot (ANG)	31,60°±0,82
La face ventrale	
La longueur du gigot en mètre (F)	0,42±0,01
Épaisseur d'os à la malléole en cm (MAL)	3,0±0,00
La face dorsale	
La largeur du bassin en mètre (G)	0,17±0,00
La largeur du thorax en mètre (LAC)	0,21±0,01
La largeur aux épaules en mètre (M)	0,19±0,00
Index de compacité des gigot (G/F)	0,40
Index de compacité de carcasse (G/K)	0,26

De même, les résultats des mensurations des longueurs de dos et de gigot ont montré des moyennes de 64±0,01 et 42±0,82 cm respectivement. Ces valeurs sont presque similaires aux résultats obtenus par LAVILLE *et al.* (2002). Ces résultats sont intéressants étant donné que dans tous les pays producteurs du monde, on préfère

des carcasses courtes, larges, au gigot globuleux. L'allongement excessif de la carcasse et des membres postérieurs est considéré comme un défaut non négligeable rendant la carcasse non conforme (EL FADILI *et al.*, 1998).

ALEXANDRE *et al.* (2008) ont constaté qu'avec l'alourdissement des animaux de 28 à 36 kg, les taux d'accroissement des dimensions des carcasses ont varié de 4.5 à 8.6% et la longueur de la carcasse connaît le plus grand taux (8.6%). De plus, ABDULLAH & QUDSIEH (2008) ont indiqué que les dimensions linéaires prises sur les carcasses accroissent avec l'augmentation du poids à l'abattage de 20 à 40 kg. Mais elles deviennent constantes quand les animaux s'approchent de la maturité.

La mesure angulaire (ANG) dans notre étude a montré une valeurs comparable ($31,60^\circ$) aux résultats de LAVILLE *et al.* (2002). Cette mesure constitue aussi un avantage par rapport aux mesures linéaires exprimant uniquement la compacité du gigot indépendamment du format de l'animal. Elle permet donc une comparaison directe entre les individus. Les mensurations permettent d'expliquer et d'objectiver la conformation. Par rapport à la note de conformation globale, ces mesures fournissent des informations ponctuelles sur les régions corporelles. Bien que la réalisation de telles mesures ne soit pas encore envisageable dans la pratique commerciale, ces paramètres sont cependant actuellement utilisés par les professionnels pour la sélection.

En revanche, les os semblent fins comme en témoigne la mesure de l'épaisseur de la malléole (3 cm), comparativement à 3,5 cm observé chez la race Ouled-Djellal (ARBOUCHE *et al.*, 2014). Concernant ces caractères, les mesures du diamètre de la malléole et celle de la longueur du gigot sur la carcasse peuvent être considérées comme des indicateurs du développement osseux (LAVILLE *et al.*, 2002).

Les mesures sur le thorax ont rapporté des valeurs de M=19 cm et TH=31 cm qui sont considérées comme plus élevées par rapport aux mêmes mensurations chez la race Ouled-Djellal (ARBOUCHE *et al.*, 2014) et chez la race Barbarine (BOUKHRIS, 2011). En effet, le développement latéral de la cage thoracique par rapport à son développement dorso-ventral est le plus élevé chez les animaux les mieux conformés (LAVILLE *et al.*, 2002).

Les indices de compacités de gigot et de carcasse des agneaux de la race Hamra, sont mentionnés dans le **tableau 5.6**. Cependant, ces valeurs restent proportionnelles au format et au poids de la carcasse. En effet, **SANTOS-SILVER *et al.* (2002)** et **BARONE *et al.* (2007)** ont prouvé que l'indice de compacité ainsi que les mesures linéaires prises sur les carcasses ont été affectées par le poids à l'abattage. Également, **RUSSO *et al.* (2003)** et **DIAZ *et al.* (2003)** ont constaté que l'augmentation du poids vif des agneaux légers était liée à la compacité accrue.

Chez la race Barbarine, l'indice de compacité du gigot était de 0.44 à 0.52 entre un âge d'abattage de 120 jours et 240 jours, tandis que la compacité de la carcasse était de 0.25 à 0.27 entre un âge d'abattage de 120 jours et 240 jours. Cependant ces résultats sont non conformes à ceux publiés par **ALEXANDRE *et al.* (2008)** qui ont démontré que ces indices de compacité de la carcasse sont de l'ordre de 0.32 et du gigot de l'ordre de à 0.45 n'ont pas varié selon le poids à l'abattage.

5.2.3 Découpes et dissection des carcasses

Les résultats de la dissection manuelle et totale des différents morceaux de découpe des demi-carcasses gauches des agneaux (EC) sont présentés dans les (**Tableau 5.7** **figure 5.10** et **figure 5.11**).

5.2.3.1 Répartition des découpes

Les proportions de chacun des sept pièces isolées lors de la découpe est rassemblée dans le **tableau 5.7**. Nous avons enregistré les pourcentages suivants : 33,84 et 18,22 % pour le gigot et l'épaule respectivement. Ces résultats semblent être similaires aux valeurs obtenues par **ALEXANDRE *et al.* (2008)**, et des ovins de type viande observées par **LAVILLE *et al.* 2002**. (32 à 36 % pour le gigot et 16 % pour l'épaule) et des agneaux Manchega rapportées par **ZURITA-JUAREZ *et al.* 1980** (31 et 19 %). De plus, ces résultats de découpe sont supérieurs à ceux obtenus pour la race Awassi par **ABDULLAH & QUDSIEH (2008)** et chez la race Barbarine par **ATTI & BEN SALEM, (2010)**.

Tableau 5.7 : Pourcentage des morceaux et des tissus majeurs par rapport la carcasse

Morceaux	% Morceau/carcasse	(Tissu/carcasse) en %		
		Muscle	Os	Gras
Épaule	18,22	12,11	3,68	2,43
Poitrine	13,92	8,43	2,27	3,22
Gigot entier	33,84	24,41	5,56	3,87
Collier	8,83	5,31	2,29	1,23
Filet	17,10	10,22	3,49	3,39
Carré découvert	6,45	3,25	2,05	1,15
Queue	1,12	--	0,4	0,6

L'effet de système de production sur le rendement de découpe reste un sujet à discuter. En effet, **PRACHE *et al.*, (2009)** ont suggéré qu'il n'existe pas de différences significatives entre les agneaux élevés sur parcours et ceux en bergerie. Tandis que, **DIAZ *et al.*, (2002)** confirment que le rendement de découpe est affecté par le système de production. En effet, ces derniers auteurs ont prouvé que le développement du filet est supérieur chez les agneaux élevés en mode intensif contrairement aux autres morceaux qui ne sont pas affectés par le traitement.

En revanche, **BORTON *et al.*, (2005)** ont illustré que les pourcentages de la cuisse et du tibia antérieur sont plus importants pour les agneaux sur parcours. Alors que **CARRASCO *et al.*, (2009)** ont démontré qu'une finition en bergerie favorise le développement de la poitrine.

Dans ce même contexte, selon **SANTOS *et al.* (2007)**, le coefficient d'allométrie relatif à la croissance des différents composants anatomiques de la carcasse par rapport au poids d'une demi-carcasse, a montré que la cuisse se développe plus tôt suivi de la selle et de la poitrine alors que les autres articulations progressent au même rythme que le poids de la carcasse. Ces interprétations traduisent la variabilité au niveau du poids de la carcasse, néanmoins, selon l'hypothèse, de **BOCCARD & DUMONT (1960)**, qui s'intéresse à l'existence d'une « harmonie anatomique » : il y a un certain équilibre entre les divers composants anatomiques indépendant de la morphologie extérieure de l'animal et de son poids vif.

À partir des données du **tableau 5.7**, nous constatons que la part représentant le muscle au niveau du gigot est la plus importante (24,41%), suivie par l'épaule (12,11%) et le filet (10,22%). Du point de vue commercial, la première catégorie i.e. le filet, le gigot, et le carré découvert atteint 57,39%, et la deuxième catégorie représentée par l'épaule est de 18,22%. Tandis que, l'ensemble des morceaux de la troisième catégorie (poitrine et collier) représente 22,75%. Ces valeurs permettent de classer ces agneaux comme étant économiquement rentable comparativement à d'autres études sur les carcasses (RODRÍGUEZ *et al.*, 2008).

5.2.3.2 Répartition des tissus majeurs

Le pourcentage et les proportions des tissus après la dissection dans chaque pièce de découpe ainsi la composition tissulaire générale des carcasses des agneaux de race Hamra, sont rassemblé dans le **tableau 5.7** et les **figures 5.10** et **5.11**.

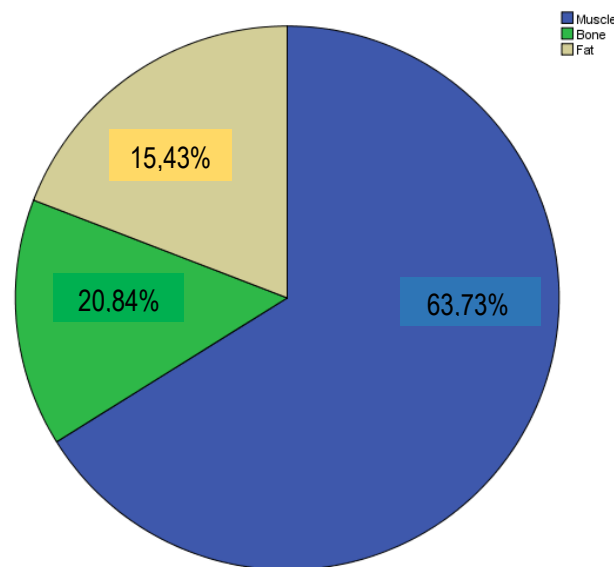


Figure 5.9 : Pourcentages moyens des tissus majeurs dans la carcasse

Les carcasses des agneaux de la race Hamra représentent la part de musculature la plus importante de 63,73% et un pourcentage bas en matières grasses totales de 15,43% et 20,84% en os (**figure 5.9**). Ces résultats, en termes de rentabilité sont supérieurs par rapport à ceux cités par **ATTI *et al.* (2003)** chez des agneaux de bergerie de la race Barbarine où la composition tissulaire est de 50,3% de muscle, 17,2% d'os et 24,5% de gras.

Dans une autre étude, **ATTI & BEN HAMOUDA (2004)** ont trouvé une proportion de muscle de l'ordre de 54,1%, de gras de 26,1% et d'os d'une valeur de 19,8% chez des agneaux de la race Barbarine. Dans le même contexte **OBEIDAT *et al.* (2008)** ont trouvé 47,3% de muscle et 25,1% de gras chez des agneaux de la race Awassi. Cependant, **CARRASCO *et al.* (2009)** ont rapporté 59,5% de tissu musculaire et de 22,2% de gras chez des agneaux de la race Churra Tensina. Il semble que les agneaux Hamra représentent une teneur moindre en matières grasses, probablement en raison de la consommation d'énergie limitée. Cette constatation rejoint celle faite par **NOTTER *et al.* (1984)** qui ont souligné que les différences dépendantes de la race en matière grasse sont associées avec des variations dans l'efficacité alimentaire.

Ces résultats nous ont permis aussi de calculer le ratio entre les tissus. Le rapport obtenu entre le muscle et le gras était de 4,13, alors qu'il est de 3,05 entre le muscle et l'os. Ces calculs ont montré aussi l'importance de la musculature chez les carcasses étudiées, car ces rapports sont dans la plupart des cas associés avec une masse très élevée des muscles chez les ovins et les bovins (**PURCHAS *et al.*, 2002**). Sauf exceptions, les os possèdent une forte forme puisque à l'inverse du gras, le tissu osseux est sous l'abri à l'influence directe de l'alimentation.

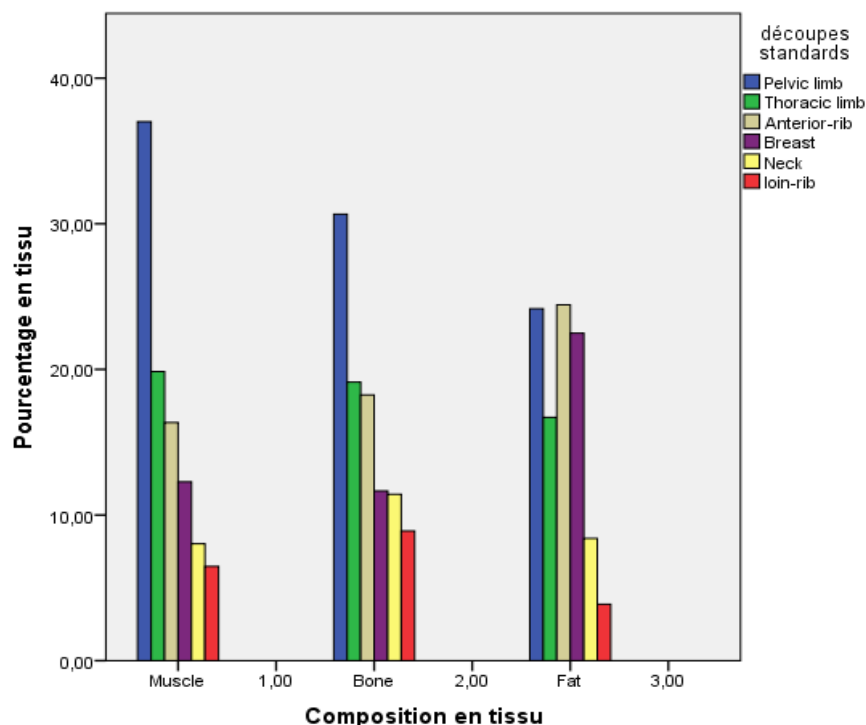


Figure 5.10: Pourcentage des tissus majeurs par rapport à chaque morceau des découpes normalisées

5.3 Partie III : Au niveau du laboratoire

5.3.1 Caractéristiques technologiques

5.3.1.1 Mesure du pH

Les résultats des mesures du pH de la viande étudiée ont montré une moyenne générale égale à $5,54 \pm 0,03$. Ces valeurs sont considérées comme optimales selon plusieurs auteurs (CLINQUART *et al.*, 2000 ; MŒVI, 2003 ; NORMAND *et al.*, 2005). De ce fait, le régime alimentaire n'a pas eu d'effet notable sur ce paramètre. Il est évident que la concentration en glycogène augmente généralement avec l'âge, la viande d'animaux les plus vieux ne donne pas toujours le pH le plus bas (SOLOMON *et al.*, 1980).

HORCADA (1998) et BERIAIN *et al.* (2000) ont obtenu des résultats semblables pour les races Lacha et Aragonesa, avec des pH ultimes plus élevés dans les carcasses d'agneaux de 24 kg comparativement à ceux de 12 kg. Aussi, DIAZ *et al.* (2003), en travaillant sur des agneaux de race Manchego ayant des poids vifs de 10, 12 et 14 kg, ont montré que le *longissimus dorsi* d'agneaux plus légers avait le pH ultime le plus bas.

5.3.1.2 Pouvoir de rétention d'eau

Le pouvoir de capacité de la viande Hamra à retenir sa propre eau est reporté sur le **tableau 5.8**. Cette valeur est élevée par rapport aux valeurs citées dans la littérature, malgré les différences qui peuvent être engendrées par le type d'alimentation, la génétique et la race (PEÑA *et al.*, 2009). La mesure du pH trouvé témoigne une viande RFN. Nous citons comme exemple le pouvoir de rétention en eau est en moyenne de 19,30 chez la race Ouled-Djellal (ABROUCHE *et al.*, 2014) et de 18,03 à 18,70 chez des carcasses des agneaux de race Berbères (MEBIROUK *et al.*, 2008). Cela peut être expliqué par le retard de la réalisation de cette analyse (4 jours après l'abattage) ce qui augmente les pertes d'eau et diminue le pouvoir de rétention d'eau probablement par la perte de la structure myofibrillaire causée par l'attaque des enzymes protéolytiques. Durant ce processus, la structure à l'intérieur et entre les myofibrilles se casse, diminuant ainsi la fermeté de la viande (HONIKEL, 1989). La membrane cellulaire devient perméable et l'eau intracellulaire se déplace dans le fluide extracellulaire. Selon les mêmes auteurs précédemment cités, le changement du pouvoir de rétention de l'eau est un indicateur très sensible des variations de charges et de structure des

protéines myofibrillaires. La perte de la microstructure et par conséquent l'augmentation de la sortie d'eau sont causées par l'élévation de la charge nette des protéines. La maturation elle-même ne change pas la sortie de l'eau des myofibrilles, mais avec le temps, les structures de la membrane se désintègrent et l'eau quitte les cellules musculaires beaucoup plus facilement, augmentant ainsi le jus expressible.

Tableau 5.8 : Mesure du pouvoir de rétention d'eau

Paramètres	Moyenne±E.S
Poids initial	5,02±0,01
Poids après la pression	3,66±0,08
% jus retenu	27,08
% d'eau expressible	72,92

5.3.1.3 Mesures des pertes d'eau

Les valeurs moyennes obtenus pour les pertes en eau par écoulement et par cuisson sont mentionnées dans le (Tableau 5.9).

Tableau 5.9 : Mesures des pertes de jus par écoulement et par cuisson

Mesures des pertes	% Pertes de jus
Par écoulements (J2-J8)	5,25
Par cuisson (Après J8)	27,50

La valeur moyenne obtenue pour les pertes de jus par écoulement dans notre recherche est en accord avec celle publiée par SOLOMON *et al.* (1980) pour un poids d'abattage 41 à 44 kg et aux résultats de l'étude de FRANÇOIS & MIREILLE (2005) menée sur des agneaux de deux races différentes abattus à trois poids variés et chez les deux sexes. Quant aux pertes à la cuisson, nos valeurs sont semblables avec les recherches réalisées par PINKAS *et al.* (1982) pour les agneaux abattus à 29.1 et 36.1 kg, ainsi HOFFMAN *et al.* (2003) qui n'ont pas observé de différence entre les races pour les pertes à la cuisson et en eau.

Il existe beaucoup de variations quant aux valeurs relatives de pertes en eau et à la cuisson pour la viande d'agneau. Ainsi, pour les pertes à la cuisson, les valeurs sont situées entre 11 et 31 % (SANUDO *et al.*, 2000 ; CANEQUE *et al.*, 2004). Pour les pertes en eau, les valeurs se situent généralement entre 1 et 7 % (POMMIER *et al.*, 1989 ; ALHUS *et al.*, 1991 ; HOFFMAN *et al.*, 2003). Ces variations sont dues à plusieurs facteurs qui influencent la jutosité de la viande dont le type de muscle, le génotype, le sexe, l'âge et le poids à l'abattage, l'alimentation et le stress.

Comme les valeurs de pH mesurées dans notre étude ne présentent pas une anomalie, il apparaît donc logique d'observer des valeurs normales pour les pertes à la cuisson et les pertes en eau. Il est connu que les valeurs de perte en eau et la perte à la cuisson dépendent du pH ultime (MONIN, 1988). De même, le pH ultime et les pertes à la cuisson, n'ont pas été affectés par des traitements diététiques (LANZA *et al.*, 2003).

Il faut noter aussi que les facteurs de conservation, de cuisson (WILLIAMSON *et al.*, 2005 ; BAUCHART *et al.*, 2008 ; DUFEY, 2010) au sein d'un même animal, la qualité des viandes peut varier selon les muscles et leur type métabolique. Néanmoins, la perte d'eau à la cuisson ainsi que la quantité de fluide exprimable de la viande crue diminuent avec la chute du pH post mortem (JONES & TATUM, 1994).

PINKAS *et al.* (1982) ont utilisé des agneaux Karakatchanska âgés de 20 à 30 semaines. Ils ont constaté que les pertes à la cuisson étaient plus grandes dans le *longissimus dorsi* comparativement à celles dans le *supraspinatus* et le *rectus abdominis*. Cependant, SANUDO *et al.* (1997) ont utilisé les muscles *longissimus thoracis* et *longissimus lumborum* d'agneaux âgés d'un mois de race Churra, Manchega, Castellana et croisés Awassi. La viande d'agneaux Castellana était moins juteuse que celle des autres races et avait une perte à la cuisson plus grande que la viande d'agneaux Churra qui elle, présentait la plus grande quantité de gras intramusculaire et de couverture. Généralement, une grande quantité de gras intramusculaire entraîne des pertes plus importantes à la cuisson (SOLOMON *et al.* 1980).

Les pertes en eau et à la cuisson, est un paramètre souvent reliés à la jutosité. Il semble être positivement corrélée avec l'âge à l'abattage (MOEVI, 2006), et inversement proportionnelle à la température de cuisson. En effet, au-delà de 40°C, le pouvoir de rétention d'eau diminue (COIBION, 2008). À des poids à l'abattage

différents, **HORCADA (1998)** a observé que la viande d'agneaux de races Aragonesa et Lacha abattus au poids vif de 24 kg, enregistrait une plus grande perte en eau que celle d'agneaux abattus à 12 et 36 kg. Par contre, **BERIAIN *et al.* (2000)** montraient que les pertes en eau de la viande d'agneaux Aragonesa étaient inférieures pour un poids d'abattage de 24 kg par rapport à 12 et 36 kg.

Concernant l'alimentation, un niveau élevé de concentrés (80 %) dans la ration n'a eu aucun effet significatif en ce qui concerne les pertes à la cuisson de la viande (**CARSON *et al.*, 2001**). Les mêmes constatations ont été faites dans une étude conduite par **VELASCO (2004)**. Ainsi, en utilisant des agneaux abattus à 28 kg, ce même auteur n'a pas trouvé de différence concernant la perte en eau pour le *longissimus thoracis* et le *semitendinosus* et cela, même si les traitements d'alimentation étaient différents (pâturage+concentrés vs pâturage+orge entier+supplément protéique). Néanmoins, **MACIT *et al.* (2003)** ont pu démontré que le supplément de vitamine E (45mg/tête/jour pendant 75 jours) avait comme conséquence une réduction des pertes en eau de la viande via la stabilisation des membranes cellulaires.

5.3.2 Caractéristiques nutritionnelles

Les résultats de l'analyse de viandes des agneaux de la race Hamra montrent des valeurs stables pour tous les composants majeurs, mise à part la teneur en gras intramusculaire qui présente un paramètre à discuter (**Figure 5.12**).

Les valeurs obtenues s'alignent à ceux rapportés par plusieurs études (**ANDRÉS *et al.*, 2007 ; JUÁREZ *et al.*, 2008**). Plusieurs auteurs ont montré que les régimes alimentaires n'ont aucun effet significatif sur la composition chimique de la viande (**RODRIGUEZ *et al.*, 2008**), à l'exception de la graisse intramusculaire qui présente des teneurs variables dépendantes de la nature de la diète fournis.

Les rations à fort niveau énergétique font état d'une augmentation de la teneur en matières grasses du muscle *longissimus dorsalis* avec une concentration croissante (**MUSHI *et al.*, 2009**). De même, **ABDULLAH & QUDSIEH (2008)** n'ont pas signalé un changement de pourcentage de protéines, mais une augmentation en graisse intramusculaire lorsque le poids d'abattage dépasse le 20 à 40 kg.

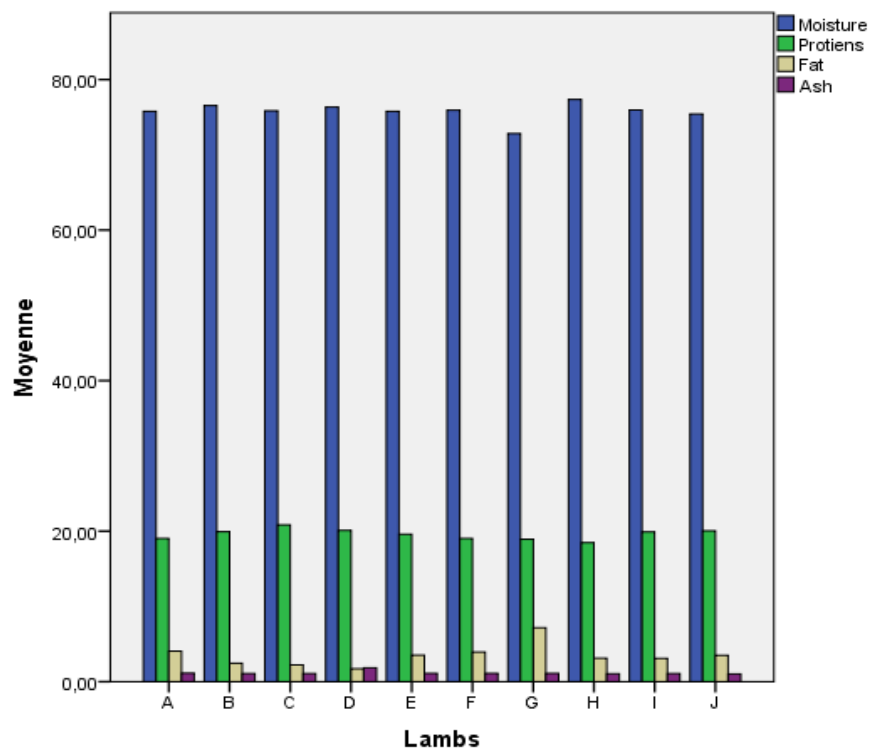


Figure 5.11 : Pourcentage moyen des composants majeurs dans la viande analysée

5.3.2.1 Teneur en eau

La teneur moyenne en eau des échantillons analysés était de 75.78 ± 0.37 g/100g avec des valeurs limites comprises entre 72,82 et 77,35 g/100g. Le coefficient de variation étant faible (1.53%). La viande représente donc une teneur en eau assez stable. Des valeurs semblables chez les viandes des bovins ont été obtenues par CLINQUART *et al.* (2000).

Les variations en teneur en eau observées peuvent être dues à différents facteurs, à savoir l'âge de l'animal. Généralement, les viandes provenant de jeunes animaux possédant des teneurs élevées en eau que celles provenant d'adultes (SALVINI *et al.*, 1998 ; COMBES, 2004).

5.3.2.2 Teneur en cendres

En ce qui concerne les minéraux, leurs teneurs étaient de l'ordre de $1,16 \pm 0,8$ g/100g d'aliment. Cette teneur ne dépasse pas l'intervalle 1-2 g/100g selon certains auteurs (CLINQUART *et al.*, 2000 ; COMBES, 2004 ; SALVINI *et al.*, 1998). Cependant, des

variabilités ont été aussi relevées avec un coefficient de variation de 20.84%. Les sources de variation sont largement inconnues, bien qu'il soit fort probable que les suppléments alimentaires en minéraux soient le principal facteur de variation (NORMAND *et al.*, 2005).

5.3.2.3 Teneur en protéines

Les résultats exprimés dans la **Figure 5.12** ont montré une teneur moyenne en protéines égale à $19,59 \pm 0,23$ g/100g. Cette valeur concorde avec celle obtenue par NORMAND *et al.* (2005) chez lesquels une teneur en protéines, des viandes de ruminants, relativement stable fut notée : environ 20 g/100 de poids frais. Les valeurs extrêmes de teneurs protéiques des viandes de boucherie, quelle que soit l'espèce et l'âge, se situe entre 16 et 21%. Le pourcentage protéique varie avec l'âge et l'engraissement de l'animal, mais aussi très fortement avec la position anatomique du morceau sur l'animal (VIRLING, 2003).

5.3.2.4 Teneur en lipides

La fraction lipidique de la partie comestible analysée possède un coefficient de variation élevé ; environ 42,82%. Les valeurs obtenues (*c.f* **Figure 5.12**) possèdent une moyenne de $3,48 \pm 0,47$ g/100g. Ces résultats paraissent similaires avec ceux de BAS & SAUVANT (2001), LEGRAND & MOUROT (2002) et RENAND *et al.* (2002) pour les viandes classées « Maigres » pour lesquels la teneur en lipides n'excède que rarement 5%.

La ration alimentaire riche en énergie (prédominance de concentré), a donné des carcasses à dépôt de gras moyen mais favorables tout de même à une bonne saveur de la viande qui est essentiellement liée au gras consommé avec celle-ci. Le dépôt adipeux, jugé par palpation du gras sous cutané, associé au gras intermusculaire, qui se forme préalablement à ce dernier interviendrait en améliorant la jutosité de la viande (NORMAND *et al.*, 2005).

5.3.3 Caractéristiques microbiologiques

Les résultats des analyses microbiologiques, concernant la recherche et le dénombrement des microorganismes, ont révélé des valeurs inférieures aux critères fixés par le journal officiel algérien (JORADP N°35, 1998). Cela peut-être expliqué

par le respect des mesures d'hygiène appliquées (exceptionnelles) lors de l'abattage de nos animaux.

Tableau 5.10 : Résultats des analyses microbiologiques

Microorganismes	Valeur UFC/g	Critère UFC /g	Référence
Flore mésophile aérobie totale	1,2x10²	10 ⁶	JO N°35, 1998
<i>Staphylococcus aureus</i>	0	10 ²	Joffin, 2003
Anaérobies sulfito-réducteurs	0	10	JO N°35, 1998
Les coliformes	0	3x10 ²	JO N°35, 1998
Les salmonelles	0	Absente	JO N°35, 1998

5.3.3.1 Flore mésophile aérobie totale (FMAT)

Les résultats obtenus de cette étude montrent la présence de FMAT dont les proportions sont inférieures à la valeur à 10⁶ UFC/g. La signification de cette flore est importante dans les analyses microbiologiques, car plusieurs études ont fait état de l'effet négatif que peut avoir une charge bactérienne de départ élevée sur la durée de vie de la viande conservée sur de longues périodes (MCMULLEN & STILES, 1991 ; NICKI *et al.*, 1993). En effet, cette flore peut comprendre des microorganismes pathogènes pour l'homme et l'animal mais aussi des microorganismes d'altérations variées.

5.3.3.2 *Staphylococcus aureus*

Dans le cas des carcasses investiguées, la recherche de ces germes pathogènes montre un résultat toujours inférieur à la valeur qui rend les carcasses impropres à la consommation du point de vue hygiénique. La contamination par ces bactéries est suite à l'exposition aux outils de la saignée déjà contaminés, la tête, les oreilles, la gorge et les sécrétions du rhino-pharynx qui peuvent être une source importante de staphylocoques. Les autres sources de contamination des autres morceaux peuvent être les mains d'ouvriers JOFFIN & JOFFIN (1999).

5.3.3.3 Les anaérobies sulfitoréducteurs

Ces bactéries sont aussi absentes dans la viande étudiée. Selon SYGROVES (2003), leur présence est parfois liée au reflux gastro-œsophagien du contenu du tube digestif pendant l'éviscération, ainsi que lors de la pratique des manutentions de dépouillement et de l'éviscération. Il faut rappeler que ce genre de contamination est de surface, provenant principalement des fèces, du contenu digestif ou encore du cuir, chose qui n'était pas enregistrée au cours de l'abattage.

5.3.3.4 Les coliformes et les salmonelles

Durant cette étude, la recherche des coliformes fécaux a fourni des résultats dont le nombre de colonies est inférieur à 15 et donc non interprétables et au-dessous de critère fixé par le journal officiel (JORDP, 1998).

Chapitre 6

Conclusion Générale & Perspectives

Le travail entrepris a permis de donner un suivi des performances de croissance avant et après sevrage, des agneaux de la race Hamra alimentés par un concentré à base d'une orge produite localement (variété Saida 183), préparé dans la ferme pilote. Ensuite et après la fin de la période de l'engraissement les agneaux abattus ont subi une estimation et une classification subjectives et objectives des carcasses au niveau de l'abattoir. Après l'abattage, les carcasses des agneaux découpés selon des modèles standards et chaque morceau disséqué en muscle, os et gras. La demi-carcasse droite a servi aux analyses de laboratoire pour évaluer les caractéristiques microbiologiques, technologiques, physicochimiques et nutritionnelles des viandes.

Les résultats retenus montrent une croissance similaire des agneaux pour les deux régimes alimentaires fournis avec une diminution de cout d'alimentation pour l'engraissement à base d'orge. Les carcasses de ces derniers présentent une bonne conformation avec un état d'engraissement et degré d'adiposité jugé bon pour la santé de consommateur. Le rendement de ces carcasses de point de vue économique est bien placé par rapport à d'autres races. Tandis que, le degré de la charge microbienne reste inférieur au seuil fixé par le journal officiel Algérien.

Nous percevons ce travail comme une étude préliminaire sur la qualité des viandes des moutons algériens, et nous penserons d'élargir la vision sur la qualité des viandes algériennes dans le souci de :

1. Soutenir l'émergence d'un produit alimentaire maîtrisé de l'étable à la table ;
2. Faire le suivi et faciliter l'échange entre les professionnelles et les éleveurs pour promouvoir la continuité du processus de reproduction et production, en partageant leur propre expérience ;

3. Déterminer le cout de production du Kg d'agneau vendu en carcasse ;
4. Produire des agneaux plus simplement avec des systèmes de reproduction simple viables et durables ;
5. Proposer des solutions pour :
 - L'identification nationale des animaux ;
 - La réglementation sur les produits du terroir et des normes pour la certification des produits labélisés n'est pas appliquée ;
 - Établissement des grilles de classification et de systèmes de cotation des carcasses ovines algériennes ;
 - Maîtrise des techniques d'élevage ;
 - L'intégration des entreprises de l'amont et de l'aval des productions est en panne d'idées et de stratégie ;
 - Organisation des professionnels de la filière ovine ;
 - Et établissement de relation entre la consommation et les niveaux de productivité et sur la variabilité « intra-système » de ces niveaux de consommation.

Références bibliographiques

- Aalhus J.L., Price M.A., Shand P.J., Hawrysh Z., 1991. Endurance-exercised growing- sheep: tenderness increase and change in meat quality. *Meat Sci.*, 29: 57-68.
- Abbab, A., Bedrani, S., Bourbouze, A. et Chiche, J. 1995. Les politiques agricoles et la dynamique des systèmes agropastoraux au Maghreb. CIHEAM. Options. Médit. Série B. n. 14. Page : 27.
- Abdelguerfi A. Laouar M., 2002. Les espèces fourragères et pastorales : leurs utilisations au Maghreb : Algérie, Maroc, Tunisie : 87-89.
- Abdullah Y.A., Qudsieh R.I. 2008. Carcass characteristics of Awassi ram lambs slaughtered at different weights. *Livestock Science* 117: 165-175.
- Abdullah, A. Y., Kridli, R. T., Momani Shaker, M., Obeidat, M. D. 2010. Investigation of growth and carcass characteristics of pure and crossbred Awassi lambs. *Small Rum. Res.*, 94: 167-175
- Agence Nationale de Développement de l'Investissement, ANDI, 2013. Saida, découvrez ses richesses minérales et thermales ses sites touristiques ses potentiels agricoles et forestiers. Site web : www.andi.dz.
- Agricultural Food and Research Council (AFRC). 1991. A reappraisal of the calcium and phosphorus requirements of sheep and cattle. *Nutrition Abstracts and Reviews* 61: 573-612.
- Alexandre G., Bocage B., Coppry O., Weisbecker J.L., Mahieu M., Archimède H. 1998. Paramètres de découpe et de mensurations des carcasses d'agneaux Martinik élevés en conditions intensives. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.* 61 (2) : 121-126
- Alfonso, M., Sañudo, C., Berge, P., Fisher, A.V., Stamataris, C., Thorkelsson, G. 2001. Influential factors in lamb meat quality. Acceptability of specific designations. In R. Rubino, P. Morand-Fehr (Eds.), *Production systems and product quality in sheep and goats (19-28)*. Zaragoza (Spain), CIHEAM-IAMZ.
- Allingham P.G., Harper G.S., Hunter R.A. Effect of growth path on the tenderness of the semitendinosus muscle of Brahman-cross Steers. *Meat Sci.* 1998 ; 48 (1): 65-73.
- Andrès, S., Murray, I., Navajas, E. A., Fisher, A. V., Lambe, N. R., & Bunger, L. 2007. Prediction of sensory characteristics of lamb meat samples by near infrared reflectance spectroscopy. *Meat Science* 76: 509-516.
- Anous, M.R., 1986. Interrelations entre principaux composés anatomiques, conformation et longueur des os du gigot des ovins. *Ann. Zootech.*, 35 (2) : 185-200.
- AOAC, 2005. Official method of analysis. 18th ed. AOAC Int. Gaithersburg, MD
- APS. 2016. Les produits alimentaires de base augmentent en février. www.aps.dz/economie
- Arbouche, F. 1978. La race ovine D'man. Étude comparative des performances de la race D'man et la race Ouled-Djellal. Thèse Ing. Etat Agro. INA. Alger. pp: 74.

- Arbouche, R., Arbouche, F., Arbouche, H.S., Arbouche Y. 2014. Effets de la nature du complément azoté (tourteau d'amande d'abricot vs tourteau de soja) sur les performances d'engraissement et la qualité des carcasses des agneaux Ouled-Djellal (Algérie). *Revue Méd. Vét.* 165, 11-12, 338-343.
- Archimède, H., Pellonde, P., Despois, P., Etienne, T., Alexandre, G., 2008. Growth performances and carcass traits of Ovin Martinik lambs fed various ratios of tropical forage to concentrate under intensive conditions. *Small Rum. Res.* 75, 162-170
- Armand Tremblay, 2000. Composition et structure de la viande. *Science des viandes.* pp: 36.
- Atta, M., El Khidir, O. A. 2004. Use of heart girth, wither height and scapuloischial length for prediction of live weight of Nilotic sheep. *Small Rum. Res.*, 55: 233-237.
- Atti N., 1985. Influence du poids de l'abattage et du mode de naissances sur la qualité des carcasses des agneaux de races Barbarine et Noire de Thibar. Mémoire de cycle de spécialisation INA Tunisie.
- Atti N., Khaldi G., 1989. Caractéristiques de Croissance chez les agneaux de trois races tunisiennes, Symposium « Philoetios » sur l'évaluation des ovins et caprins Méditerranées, In : Rapport EUR 11893 CCE :375-381.
- Atti N., Abdouli H., 2001. Effets du niveau de concentré sur les performances bouchères des agneaux de race Barbarine conduits au pâturage ou en bergerie. *Ann. INRAT.* 74 : 151- 163.
- Atti N., Ben Salem H., Priolo A., 2003. Effects of polyethylene glycol in concentrate or feed blocks on carcass composition and offal weight of Barbarine lambs fed *Acacia cyanophylla* Lindl. Foliage. *Anim. Res.*, 52: 363-375.
- Atti N., Ben Salem H., 2008. Compensatory growth and carcass composition of Barbarine lambs receiving different levels of feeding with partial replacement of the concentrate with feed blocks. *Animal Feed Science and Technology*, 147: 265-277.
- Bahhar, K. 1998. Étude de l'avènement de la puberté chez le chevreau Noir de Montagne du Maroc : développement corporelle et testiculaire. Mémoire. 3^{ème} Cycle Biologie. Animale. IAV Hassan II, Rabat, Maroc. pp : 124.
- Barone C.M.A. Colatruglio P., Girolami A., Matassino D., Zullo A., 2007. Genetic type, se, age at slaughter and feeding system effects on carcass and cut composition in lambs. *Livestock Science*, 112: 133-142.
- Bas P., Sauvant D. Variations de la composition des dépôts lipidiques chez les bovins. *INRA Prod. Anim.* 2001; 14: 311-322.
- Bauchart, D ; Durand, D ; Gruffat-Mouty, D ; Piot, C ; Graulet, B ; Chilliard, Y et Hocquette, J.F. 1999. Transport sanguin et métabolisme tissulaire des lipides chez le veau de boucherie. Effets du remplacement du suif par de l'huile de coprah dans l'aliment d'allaitement. *INRA Prod. Anim.*, 12, PP 273-285.
- Bauchart D., Gladine C., Gruffat D., Leloutre L., Durand D. 2005. Indicators of milk and beef quality. *EAAP Publ.* 112: 431-436.

- Bauchart D., Chantelot F. 2008. Qualités nutritionnelles de la viande et des abats chez le bovin: données récentes sur les principaux constituants d'intérêt nutritionnel. Cah. Nutr. Diététique. 43 : HS1, 29-39.
- Bedrani S., 1996. Foncier et gestion des ressources naturelles en Afrique du Nord. Cas de l'Algérie. Actes de l'atelier : Le foncier et la gestion des ressources naturelles dans les zones arides et semi- arides d'Afrique du Nord. OSS., pp 3-32.
- Bela, B., Haile, A. 2009. Factors affecting growth performance of sheep under village management conditions in the South Western part of Ethiopia. Livestock Research for Rural Development, 21 (11).
- Belaid, d. 1986. « Aspect de l'élevage ovin en Algérie ». OPU. Page :107.
- Belitz H.D., Grosch W., Schieberle P. 2004. Food Chemistry. Analytical and Bioanalytical Chemistry. 382 (1): 10-11.
- Ben Salem I., Rekik M., Hammami H., Ben Hamouda M., Aloulou R. et Saadoun L. 2009. Facteurs de variation non génétique de la productivité des brebis de race Noire de Thibar. Revue Élev. Méd. vét. Pays trop., 62 (1) : 59-66.
- Benyoucef & Ayachi. 1992. Mesure de la production laitière de brebis Hamra durant les phases d'allaitement et de traite. Annales de la zootechnie. 40. 1-7.
- Benyoucef, M. T., Madani, T., Abbas, K. 2000. Systèmes d'élevage et objectifs de sélection chez les ovins en situation semi-aride algérienne. In : CABIÑA, D. (Ed.) Analysis and definition of the objectives in genetic improvement programs in sheep and goats: An economic approach to increase their profitability. Zaragoza, CIHEAM. Option Méditerranéennes: Série A: 101-109.
- Berg EP, Neary MK, Forrest JC, Thomas DL, Kauffman RG. 1997. Evaluation of electronic technology to assess lamb carcass composition. J Anim Sci. 75(9):2433-44.
- Berge P., Culioli J., Renner M., Touraille C., Micol D., Geay Y. 1993. Effect of feed protein on carcass composition and meat quality in steers. Meat Sci. 35 (1): 79-92.
- Berger, Y. M., Bradford, G.E., Essaadi, A., Johnson, D.W., Bourfia, M., Lahlou-Kassi, A. 1989. Performance of D'Man and Sardi sheep on accelerated lambing III. Lamb mortality, growth and production per ewe. Small Rum. Res. 2: 307 - 321.
- Beriain M.J., Purroy A., Treacher T., Bas P., 2000. Effect of animal and nutritional factors and nutrition on lambs meat quality. In: Ledin I., Morand-Fehr P., (ed). Sheep and goat nutrition : Intake, digestion, quality of products and rangeland. Zaragoza: CIHEAM-IAMZ, pp: 75-86.
- Beurier, M., Merla Y. And Turries V. 1975. Les ovins. INA. Alger. pp :12-23.
- Bidanel J-P., 1992. Comment exploiter la variabilité génétique entre races : du croisement simple à la souche synthétique. INRA Productions Animales, hors-série, « élément de la génétique quantitative et application aux populations animales ». 147-159.
- Black J.L., 1970. Utilization of protein and energy in growing lambs. Ph. D. Thesis, University of Melbourne.

- Black, J.L., 1983. Growth and development of lambs. In Sheep Production. Ed. W Horesign. London: Butterworths. pp: 21-58.
- Bloomfield, F.H., Oliver, M.H., Harding, J.E., 2007. Effects of twinning, birth size, and postnatal growth on glucose tolerance and hypothalamic-pituitary-adrenal function in postpubertal sheep. *Am J Physiol Endocrinol Metab.*, 292: E231-237.
- Blouin J. P., Bernier J. F., Reynolds C. K., Lobley G. E., Dubreuil P., & Lapierre H. 2002. Effect of supply of metabolizable protein on splanchnic fluxes of nutrients and hormones in lactating dairy cows. *J. Dairy. Sci.* 85:2618-2630.
- Boccard R. 1981. Facts and reflections on muscular hypertrophy in cattle: double muscling or culard. In : Developments in Meat Science. R.A Lawrie. Applied Science Publishers, London: 1-28.
- Boccard R., Dumont B.L., 1955. Étude de la production de la viande chez les ovins. I. La coupe des carcasses d'agneaux. *Meet. Europ. Meat research workes Cambridge*, Sept. 15-19th.
- Boccard R., Dumont B.L., 1960. Étude de la production de viande chez les ovins. II. Variation de l'importance relative des différentes régions corporelles de l'agneau de boucherie. *Ann. Zootech*, 9 : 355-363.
- Boccard R., Dumont B.L., Peyron C., 1964. Étude de la production de la viande chez les ovins, VIII. Relations entre les dimensions de la carcasse d'agneaux. *Ann. Zootech.*, 15 : 367-378.
- Boccard R., Naude R.T., Cronje D.E., Smith M.C., Venter H.J., Rossouw E.J. The influence of age, sex and breed of cattle on their muscle characteristics. *Meat Sci.*, 1979, 4, 261-281.
- Bocquier E, Theriez M., Prache S., Brelurut A., 1988. L'alimentation des ovins, in R. JARRIGE Ed. : Alimentation des bovins, ovins et caprins. INRA Publications, Route de St Cyr 78026 Versailles Cedex. pp : 470.
- Bollet C., Gulian C., Millet M.N., Charrel J. et philipe de Micco. 1987. Isolement de *serratia plymuthica* chez l'homme ». *Médecine et Maladies Infectieuses*. pp : 738-739.
- Bonneau M., Touraille C., Pardon P., Lebas F., Fauconneau B., Remignon H., 1996. Amélioration de la qualité des carcasses et des viandes. *Production animale*, INRA 1996.
- Bornert G. 2000. Importance des bactéries psychrotrophes en hygiène des denrées alimentaires. *Revue Méd. Vét.* 151 (11): 1003-1010.
- Borton R.J., Loerch S.C., McClure K.E., Wulf D.M., 2005. Comparison of characteristics of lambs fed concentrate or grazed on ryegrass to traditional or heavy slaughter weights. I. Production, carcass and organoleptic characteristics. *Journal of Animal Science*, 83: 679-685.
- Boujenane I., Bradford G.E., Berger Y.M. & Chikhi A. 1991. Genetic and environmental effects on growth to 1 year and viability of lambs from a crossbreeding study of D'man and Sardi breeds. *J. Anim. Sci.* 69: 3989-3998.
- Boujenane, I., Mharchi, A. 1992. Estimation des paramètres génétiques et phénotypiques des performances de reproduction des brebis de race Béni Guil. *Actes Inst. Agron. Vet.* 12 : 5-13.

- Boujenane, I., Cham, A., 1997. Effects of inbreeding on reproduction, weights and survival of Sardi and Beni Guil sheep. *J. Anim. Breed. Genet.* (114), 23-31.
- Boujenane, I., 1999. Les Ressources Génétiques Ovines au Maroc. Actes Editions, Rabat. pp :136.
- Boujenane Ismaïl, M'zian Sanaa, Sadik Mohamed. 2001. Estimation des paramètres génétiques et phénotypiques de la croissance des ovins de race Sardi. *Actes Inst. Agron. Vet. (Maroc)*. Vol. 21 (3) : 177-183
- Boujenane Ismaïl. 2006. Reproduction and production performance of Moroccan sheep breeds, Review. *CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources*. 1, No. 014.
- Boukhris Hager. 2011. Influence de la substitution du tourteau de Soja par la féverole sur les performances zootechniques et les qualités des carcasses et des viandes des agneaux en croissance. Mémoire de Mastère. Institut National Agronomique de Tunis. pp :242.
- Boulahchiche, N. et Mekersi, S. 1993. Les systèmes de production bovin-viande en Mitidja. INRA, Alger.
- Bourbouze, A. 2006. Systèmes d'élevage et production animale dans les steppes du nord de l'Afrique : une relecture de la société pastorale du Maghreb. *Sciences et changements planétaires, Sécheresse*. 1, (17) : 31-9.
- Bourre J.M. Alimentation animale et valeur nutritionnelle induite sur les produits dérivés consommés par l'homme : Les lipides sont-ils principalement concernés ? *Oléagineux Corps gras Lipides*. 2003, 10 (5-6) : 405-424.
- Boussena., S. O., Bouaziz, S., Zerrougui, L., Derqaoui, D., Tainturier. 2013. Performances de croissance corporelle et testiculaire avant le sevrage chez les agneaux de race Ouled-Djellal. *Revue Méd. Vét.* 164, (4) : 191-199.
- Boyldieu, J. 1991. Produire des grains oléagineux et protéagineux. Ed:Lavoisier Tec, Doc : 115-203.
- Bradford, G.E. 1985. Selection for litter size. In: R.B. Land & D.W. Robinson (Eds.) *Genetic of Reproduction in Sheep*. Butterworths, London, U.K. pp: 3-18.
- Brandstetter, A.M., Picard, B., Geay, Y. 1998. Muscle fiber characteristics in four muscles of growing bulls. I. Post natal differentiation. *Livest. Prod. Sci.*, 53:15-23.
- Breuil, V., Euller-Ziegler L. 2001. Dysgénésies gonadiques et métabolisme osseux. *Rev Rhum*, 68 : 32-39.
- Brown, B.W.1994. A review of nutritional influences on reproduction in boars, bulls and rams. *Reprod. Nutr. Dev.*, 34: 89-114.
- Bruce H.L., Ball R.O. 1990. Post mortem interactions of muscle temperature, pH and extension on beef quality. *J. Anim. Sci.*; 68: 4167-4175.
- Brun J.M., 1992. Définition et mesure des paramètres du croisement. INRA Productions Animales, hors-série, élément de la génétique quantitative et application aux populations animales. pp : 101-105.

- Bulent Ekiz, Gulcan Demirel, Alper Yilmaz, Mustafa Ozcan, Hulya Yalcintan, Omur Kocak, Ahmet Altinel. 2013. Slaughter characteristics, carcass quality and fatty acid composition of lambs under four different production systems. *Small Ruminant Research*. 114, 26– 34.
- Burton J.H., Anderson M., Ried J.T. 1974. Some biological aspects of parietal starvation. The effect of weight loss and regrowth on body composition in sheep, *Br. J. Nutr.*, 32: 515-523.
- Butler-Hogg, B.W., Francombe, M.A., Dransfield, E. 1984. Carcass and meat quality of ram and ewe lambs. *Animal Production*, 39, 107-113.
- Caneque V., Valesco S., Diaz M.T., Huidobro F.R., Pérez C., Lanzurica S. 2003. Use of whole barley with a protein supplement to fatten lambs under different management systems and its affect on meat and carcass quality. *Anim. Res.*, 52: 271-285.
- Cañeque, V., Pérez, C., Velasco, S., Díaz, M.T., Lauzurica, S., Álvarez, I., Ruiz de Huidobro, F., Onega, E., De la Fuente, J., 2004. Carcass and meat quality of light lambs using principal component analysis. *Meat Sci*. 67, 595–605.
- Caparra P., Foti F., Scerra M., Cilione C., Vottari G., Sinatra M.C. 2005. Influence of ewe feeding systems on carcass quality of suck- ling lambs. *Italian Journal of Animal Science* 4, 354–356.
- Carrasco S., Ripoll G. Sanz A., Alvarez-Rodriguez J., Panea B., Revilla R., Joya M., 2009. Effect of feeding system on growth and carcass characteristics of Churra Tensina light lambs. *Livestock Science*, 121: 56-63.
- Carson A.F., Moss B.W., Dawson L.E.R., Kilpatrick D.J., 2001. Effect of genotype and dietary forage to concentrate ratio during the finishing period on carcass characteristics and meat quality of lamb from hill sheep systems. *J. Agri. Sci.*, 137 : 205- 220.
- Cartier P. 1990. Méthodologie de contrôle de la qualité hygiénique d'un avant de bovins. *Viandes et Prod. Carnés*. 11: 215-216.
- Cartier P. 1993. Importance, origine et mode d'appréciation de la contamination salmonellique de la carcasse des Bovins. Examen de 222 vaches de réforme. *Viandes et Prod. Carnés*. 14: 35-38.
- Cartier P., Moëvi I. 2007. Le point sur la qualité des carcasses et des viandes de gros bovins. Institut de l'Élevage : Paris. pp : 72.
- Caton, J.S., Reed, J.J., Aitken, R.P., Milne, J.S., Borowicz, P.P., Reynolds, L.P., Redmer D.A., Wallace J.M. 2009. Effects of maternal nutrition and stage of gestation on body weight, visceral organ mass, and indices of jejunal cellularity, proliferation, and vascularity in pregnant ewe lambs. *J. Anim. Sci*. 87: 222-235.
- Caton, J.S., Reed, J.J., Aitken, R.P., Milne, J.S., Borowicz, P.P., Reynolds, L.P., Redmer D.A., Wallace J.M. 2009. Effects of maternal nutrition and stage of gestation on body weight, visceral organ mass, and indices of jejunal cellularity, proliferation, and vascularity in pregnant ewe lambs. *J. Anim. Sci*. 87: 222-235.
- Catteau M. 1999. Pathogènes rencontrés lors de la conservation par le froid. In : *La microbiologie prévisionnelle appliquée à la conservation des aliments réfrigérés*. Office des publications officielles des Communautés européennes Editeur, Luxembourg. pp : 333.

- Centre d'Information des Viandes (CIV) 2010. Valeurs nutritionnelles des viandes « document destiné aux professionnels de santé ». Consulter en juin 2013 : www.lessentiellesdesviandes-pro.org.
- Chachoua, I. 2004. Effet du traitement à l'urée des pailles de céréales sur certains paramètres zootechniques et sanguins des ovins. Thèse de Magister INA, El-Harrach. Alger, pp : 94.
- Chafri, N., Mahouachi, M., Ben Hamouda, M. 2008. Effets du niveau alimentaire après mise bas sur le développement de la fonction reproductive chez l'agneau de race prolifique D'man: Développement testiculaire et déclenchement de la puberté. Renc. Rech. Ruminants., 15 : 394.
- Chellig R., 1992. Les races ovines algériennes. Éditions OPU, Alger, Algérie. pp : 80.
- Chemmam M. 2007. Variation de l'ingestion et des performances chez la brebis Ouled-Djellal sur pâturage : effet de la saison et de la complémentation ». Thèse pour l'obtention de grade de doctorat, université de « Annaba ». pp : 167.
- Chermiti, A. 1994. Utilisation des pailles de céréales traitées à l'ammoniac et à l'urée dans par différentes espèces de ruminants dans les pays d'Afrique du Nord. Thèse de Doctorat en Sciences Agronomiques. Université Catholique de Louvain, Belgique, pp : 134.
- Chestnutt D. M. B. 1994. Effect of lamb growth rate and growth pattern on carcass fat levels. *Animal Production* 58, 77-85.
- Chilliard, Y., 1993. Dietary fat and adipose tissue metabolism in ruminants, pigs, and rodents: A review. *Journal of Dairy Science*, 76, 3897-3931.
- Chopra D.C., Acharya R.M., 1971. A note of non-genetic factors effecting body weights of Bikaneri sheep (Magra strain). *Anim, Prod.*, 13, 349-351.
- Chouraqui J.P. 2003. Apports calciques et minéralisation osseuse. JTA : Journées de Techniques Avancées en Génécologie et Obstétrique (France) : 1-7
- Chowdhury S. A. & Orskov E. R. 1997. Protein energy relationships with particular references to energy undernutrition: a review. *Small. Rum. Res.* 26:1-7.
- Christensen H., Soerensen R.G. 1991. Microbiological Measurements of hygiene in Danish abattoirs. 37 th. Int. Cong. Med. Sci. And Technology. Kulmbach. pp: 550-553.
- Christian Dudouet, 2010. La production des bovins allaitants. France Agricole Ed., 63. pp : 414.
- Clinquart, A., Hornick, J.L., Van Eenaeme, C., & Istasse, L. 1998. Influence du caractère culard sur la production et la qualité de la viande des bovins Blanc Bleu Belge. *INRA Productions Animales*, 11, 285-297.
- Clinquart A., Cabaraux J.F., Hornick J.L., Istasse L. 2000. Les facteurs de production qui influencent la qualité de la viande des bovins Blanc Bleu belge. Les Journée CESAM, 25-26 mai. 2000 : pp 19.
- Coibion L. 2008. Acquisition des qualités organoleptiques de la viande bovine : adaptation à la demande du consommateur. (Mémoire pour l'obtention du grade de Docteur vétérinaire). École nationale vétérinaire de Toulouse : Toulouse. pp : 97.

- Colomer-Rocher F., Espejo-Diaz M. 1972. Influence du poids d'abattage et du sexe sur les performances de boucherie des agneaux issus du croisement Manchego Rasa Aragonesa. *Ann. Zootech.*, 21 (3) : 401-414.
- Colomer-Rocher, F., Morand-Fehr, P. and Kirton, A.H. 1987. Standard methods and procedures for goat carcass evaluation, jointing and tissue separation. *Livestock Production Science* 17, 149-159.
- Combes S. 2004. Valeur nutritionnelle de la viande de lapin. *INRA Prod. Anim.* 17 (5): 373-383.
- Cone J. W., W. Cline-Theil A. Malestein, and A. thvant Klooster. 1989. Degradation of starch by incubation with rumen fluid. A comparison of different starch sources. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 49:173.
- Coulon J.B., Priolo A. 2002. La qualité sensorielle des produits laitiers et de la viande dépend des fourrages consommés par les animaux. *INRA Prod. Anim.* 15: 333-342.
- Craddock B.F., Field R.A., Riley M.L. 1974. Effect of protein and energy levels on lambs carcass composition. *J. Anim. Sci.*, 39: 325-330.
- Craplet, C., Thibier, M., 1980. Le mouton. Production Reproduction-Génétique- Alimentation- Maladies. Tome Iv, 4ème Edition Vigot, Paris. pp: 568.
- Cross, H. R., Durland, P. R., Seideman, S. C. 1986. Sensory qualities of meat. In P. J. Bechtel (Ed.), *Muscle as Food* (pp. 279). Orlando: Harcourt Brace Jovanovich.
- CRSTRA. 2015. Guide de caractérisation phénotypique des races ovines de l'Algérie. Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides Omar El Barnaoui (CRSTRA). ISBN: 978-9931-438-04-5.
- Cruickshank, J.K., Mzayek, F., Liu, L., Kieltyka, L., Sherwin, R., Webber, L.S., Srinivasan, S.R., Berenson, G.S., 2005. Origins of the black/white difference in blood pressure: roles of birth weight, postnatal growth, early blood pressure, and adolescent body size: the Bogalusa heart study. *Circulation* 111, 1932-1937.
- Damez J.L., Lepetit J. 2001. Qualité de la viande : Vers des mesures d'évaluation non destructives. *Viandes Prod. Carnés.* Vol 22 (3): 69-74.
- Dawson L.E.R, Carson A.F., Moss B.W., 2002. Effects of crossbred ewe genotype and ram genotype on lamb meat quality of lambs produced from Texel and Roude de West ewew and there crosses. *Anim. Sci:* 57-65.
- De Boer H., Dumont B.L., Pomeroy R.W., Weniger J.H., 1974. Manual on EAAP Reference method for assessment of carcass characteristics in cattle. *Livest. Prod. Sci.*,1: 151-164.
- De La Fontaine, O., 1989. L'adhérence bactérienne : conséquences et applications à la désinfection des surfaces et à la contamination des viandes. Thèse de médecine vétérinaire, Nantes. N°30. pp : 189
- Delfa, R., 1992. El quinto cuarto. In: Diputación General de Aragón. Departamento de Agricultura, Ganaderia y Montes, Clasificación de canales ovinas en la CEE. El quinto cuarto, pp. 91-114.

- Delfa R., Teixeira A., 1998. Calidad de canal ovina. In : Ovino de carne, aspectos claves (Carbo C.B., ed) Ed Mundi-Prensa, Madrid. pp 373-400.
- Delfa, R., Gosalvez, L.F., Tor, M., Gonzalez, C., 1999. The fifth quarter in lambs of Roya Bilbilitana and Ojinegra de Teruel breeds. Rev. Portug. Zootec 6, 101-112.
- Delmotte C., Rampanelli P., 2006. L'utilisation d'un mélange fermier à base d'orge et de féverole pour la finition d'agneaux d'herbe - Résultats d'un essai mené en ferme. Filière Ovine et Caprine, 17 : 3-8.
- Demarquilly, Andrieu J., 1988. Les fourrages. In : Alimentation des troupeaux bovins, ovins et caprins, Ed, INRA. pp : 479.
- Demeyer D.I., Casteels M., Clinquart A. 1999. La qualité de la viande : du muscle à la viande. In : Clinquart A., Fabry J. et Casteels M. La viande ? BAMST asbl, Presses de la Faculté de Médecine vétérinaire de l'Université de Liège. pp: 75-96.
- Demigné C., Yacoub C., Morand C., Rémésy C., 1988. Les orientations du métabolisme intermédiaire chez les ruminants. Reproduction Nutrition Développement. 28 (1), 1-17.
- Devine C.E., Bell R.G., Lovatt S., Chrystall B.B., Jeremiah L.E. 1996. Red meats in : JEREMIAH L.E. Freezing effects on food quality, Mercel Dekker, New-York. pp: 51-84.
- Devine C.E., Velasco S., Perez C., Lauzurica S., Huidobro F., Caneque V., 2003. Physico-chemical characteristics of carcass and meat Manchego breed suckling lambs slaughtered at different weight. Meat Sci., 65: 1247-1255.
- Diaz, E., Garrido, A. and Martin, J. 1981. Évolution des caractéristiques de la carcasse issue d'un croisement Mérinos précoce × Mérinos. Paris CIHEAM 1983-n.1981-III, pp 47-52.
- Diaz M.T., Velasco S., Caneque V., Lauzurica S., Ruiz de Huidobro F., Perez C., Gonzales J., Manzanares C. 2002. Use of concentrate or pasture for fattening lambs and its effect on carcass and meat quality. Small Ruminant Research 43, 257-268.
- Diaz M.T., Velasco S., Perez C., Lauzurica S., Huidobro F., Caneque V., 2003. Physico-chemical characteristics of carcass and meat Manchego-breed suckling lambs slaughtered at different weight. Meat Science, 65: 1085-1093.
- Dickson, J. S., Anderson, M.E. 1992. Microbiological decontamination of food animal carcasses by washing and sanitizing systems: a review. Journal of food protection. 55 (2): 133-140.
- Diestre S.A., 1981. Las canales oinas de los tipos ternasco y cordero de cebo precoz. Su evaluación cárnica y efecto del genotipo. Thèse de Master de l'IAM Zaragoza, Espagne.
- Dimoski, P., Clay, J., Parrett, N.A. and Irvin, K.M. 1994. Influence of sire breed, season of lambing and sex on carcass characteristics in lambs. J. Anim. Sci. 72(2):39. (Abstr.)
- Dominique Bauchart, Brigitte Picard, 2010. « Muscle et viande de ruminants ». Éditions Quae. 221-292 pages.
- Dransfield E., 2006. Facteurs influençant les qualités physiques, chimiques et organoleptiques de la viande d'agneau. Centre de référence en agriculture et agro-alimentaire du Québec, Symposium ovin 2006, pp : 1-12.

- Dransfield E., Nute G.R., Douglas B., Mc Dougall et Douglas N.R., 1991. Effect of sire breed on eating quality of cross-breed lambs. *J. Sci. Food. Agri.*, 30: 805-808.
- Dudouet C. 1997. La production du mouton. Paris : 1^{ère} Ed. France Agricole. pp : 285.
- Dudouet, C. 2003. La production du mouton ». 2^{ème} édition. Collection : produire mieux. France Agricole. Paris. ISBN-10 : 2855570867. pp : 287.
- Dufey, P.A. 2009. Qualité de la viande bovine produite à partir de l'herbe. [en ligne] (2010) Adresse URL:<http://www.agroscope.admin.ch/praxis/00211/04453/index.html>.
- Duguma, G., Taddesse, T., Kumsa, T., Abegaz, S. 2007. Evaluation of the impact of plane of nutrition on growth and carcass traits of Horro lambs castrated at different ages. In: DEGEFA, T., FEYISSA, F. (Ed.) Proceedings of the 15th Annual Conference of the Ethiopian Society of Animal Production (ESAP) held in Addis Ababa, Ethiopia, October 4-6
- Dumont M. 1982. Conséquences technologiques des flores microbiennes contaminant la viande. In : CNERNA – Commission viandes et produits carnés. Hygiène et technologie de la viande fraîche. CNRS Edition. pp: 329.
- El Fadili M., 1996. Amélioration de la productivité des ovins par croisement. Rabat, Maroc, Institut national de la recherche agronomique. pp: 62.
- El Fadili M., Michaux C., Leroy P.L., 1997. Amélioration de la productivité des ovins de races locales par le croisement : croissance et caractères de carcasses. *Options Méditerranéennes*, 139-148.
- El Fadili, M. Lichaux, C. et Le Roy, P. L. 1998. Amélioration de la productivité des ovins de race locale par le croisement : croissance et caractères de carcasses. *CIHEAM-IAMZ, Options Méditerranéennes, Série A. n. 35.* pp : 139-148.
- El Fadili, 2009. Performances en croisement de la race Texel avec des races ovines locales. *Transfert de Technologie en Agriculture. Bulletin Mensuel d'Information et de le Liaison de PNTTA n°180.* pp : 4.
- Elisabeth Vierling, 2008. « Aliments et boissons : filières et produits ». Wolters Kluwer France, 76, pp : 277.
- Emsen, E. 2005. Testicular development and body weight gain from birth to 1 year of age of Awassi and Redkaraman sheep and their reciprocal crosses. *Small Rum. Res.*, 59: 79-82.
- Eric Pouliot, M.Sc. avec la collaboration de Claude Gariépy Ph. D, 2010. « Qualité de la viande bovine ». *Bovins du Québec*, 3, pp :1-4.
- Ernest Jawetz, Melnick, Joseph Lewis, Edward Allen Adelberg, 1973. *Microbiologie médicale.* Presses Université Laval. 117. pp : 629.
- European Union. 1992. Council Regulation (EEC) No 2137/92 of 23 July 1992 concerning the Community scale for the classification of carcasses of ovine animals and determining the Community standard quality of fresh or chilled sheep carcass and extending Regulation (EEC) No 338/91. *Official Journal L 214 of 30-07-1992.*

- Fahmy M. H., Boucher J. M., Pose L. M., Grégoire R., Butler G., Comeau J. E. 1992. Feed efficiency, carcass characteristics, and sensory quality of lambs, with or without prolific ancestry, fed diets with different protein supplements. *Journal of Animal Science* 70, 1365-1374.
- FAO. 1994. Article 16 de L'Arrêté du 2 août 1994 portant modification d'arrêté relatifs aux conditions sanitaires de production et de mise sur le marché des viandes de boucherie. J.O République Française. 1994. [en ligne], consulté en avril 2008. Disponible à l'adresse URL : <http://faolex.fao.org/docs/pdf/Fra20145.pdf>
- FAO. 2006. Bonnes pratiques pour l'industrie de la viande. Fondation Internationale Carrefour, Rome, pp: 326.
- Faostat 2013. <http://faostat.fao.org>.
- Faulconnier, Y., Bonnet, M., Bocquier, E., Leroux, C., Hocquette, J.F., Martin, P., Chilliard, Y. 1999. Régulation du métabolisme lipidique des tissus adipeux et musculaires chez le ruminant. Effets du niveau alimentaire et de la photopériode. *INRA.Prod.Anim.* 12 (4). PP 287-300.
- Favier J.C., Ireland-Ripert J., Toque C., Feinberg M. 1995. Répertoire Général des Aliments. Tables de composition, INRA Éditions. pp : 879.
- Fiems, L.O., De Campeneere, S., Bogaerts, D.F., Cottyn, B.G. et Boucque, C.V., 1998. The influence of dietary energy and protein levels on performance, carcass and meat quality of Belgian White-blue double-musled finishing bulls. *Animal Science* 66:319-327.
- Fisher, A.V., De Boer, H. 1994. The EAAP standard method of sheep carcass assessment. Carcass measurements and dissection procedures Report of the EAAP Working Group on Carcass Evaluation, in cooperation with the CIHEAM Instituto Agronomico Mediterraneo of Zaragoza and the CEC Directo General for Agriculture in Brussels. *Livestock Production Science.* 38: 149-159.
- Fisher, A. and Heal, J. 2001. Carcass classification, beef and sheep. *Livestock Knowledge Transfer course*, University of Bristol. pp: 314.
- Foster R. Mead G. 1976. Effect of temperature and added polyphosphate on the survival of *Salmonellae* in poultry meat during cold storage. *J. Appl. Bacteriol.* 41(3): 505-510.
- Fourie, P. J., Naser, F. W. C., Olivier, J. J., Van Der Westhuizen, C. 2002. Relationship between production performance, visual appraisal and body measurements of young Dorper rams. *South African J. Anim. Sci.*, 32: 256-262.
- FranceAgriMer, 2013. « Les filières de l'élevage français ». Les cahiers de franceAgriMer. pp:87.
- François Castonguay & Mireille Thériault. 2005. Influence de la race, du sexe et du poids d'abattage sur la qualité de la viande d'agneau lourd. Rapport final Projet 02DAE007. Agriculture et Agroalimentaire Canada. pp : 57.
- Frayse J.L., Darre A., 1990. Produire des viandes : Produire de la viande ovine. Vol 2. Technique et documentation. Lavoisier., Paris. Page: 372. ISBN: 9782852066861.

- Galvania, D.B., Piresb C.C., Hübner C.H., Carvalhob S., Wommer T.P. 2014. Growth performance and carcass traits of early-weaned lambs as affected by the nutritional regimen of lactating ewes. *Small Ruminant Research*. 120, 1-5.
- Galyean M.L., Defoor P.J. 2003. Effects of roughage source and level on intake by feedlot cattle. *Journal of Animal Science* 81, 8-16.
- Gandemer G. 1990. Les phospholipides du muscle : composition et altération au cours des traitements technologiques. *Rev. Fr. Corps Gras*. (3-4): 75-81.
- Gautier D., Demarquet F., Sagot L., 2009. Intérêts des mélanges fermiers pour l'engraissement des agneaux sevrés dans un objectif de diminution des coûts de production. *Renc. Rech. Ruminants*, 16 :45-48.
- Geay Y, Bouchart D, Hocquette JF, Culioli. 2002. Effect of Nutritional factors on 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.
- Geay, Y. 1978. Dressing percentage in relation to weight, sex and breed. In: current topics in veterinary medicine. Patterns of growth and development in cattle. Ed. H. De Boer & J. Martin. 35-46.
- George-John., Nychas E., Panos N., Skandamis Chrysoula C., Tassou., Konstantinos P. Koutsoumanis. 2008. Meat spoilage during distribution. *Meat Science*, 78 : 77-89.
- Ghimouz, T. 1978. « Analyse de quelques aspects de l'élevage ovin en Algérie ». Mémoire pour l'obtention de grade de docteur vétérinaire. I.S.V. Constantine. pp : 34.
- Giger-Reverdin, S.; Aufrere, J.; Sauvant, D.; Demarquilly, C.; Vermorel, M.; Pochet, S.1990. Prédiction de la valeur énergétique des aliments composés pour les ruminants. *INRA. Prod. Anim.* 3 (3), 181-188.
- Gilbert R.J. 1969. Cross-contamination by cooked meat slicing machines and cleaning clothes. *J. Hyg. Camb.* 67: 249-254.
- Gilbert R.J., Watson M. 1971. Some laboratory experiments on various meat preparation surfaces with regard to surface contamination and cleaning. *J. Food. Technol.* 6: 163-170.
- Girard JP, Bout J, Salort D. 1985. Lipides et qualités des tissus adipeux et musculaires de porc, facteurs de variations. *Journées Rech. Porcines. France*. 20: 255-278.
- Glimp H.A. Deweuse W.P. Demp J.D. and Stone L.K. 1968. Performances of lambs weaned at 18 kilograms. *J. Anim. Sci.*, 27 : p. 292.
- Gondret F., Hocquette J.F. 2006. La teneur en lipides de la viande : une balance métabolique complexe. *INRA Prod. Anim.* 19: 327-338.
- Gootwine, E., Rozov, A. 2006. Seasonal effects on birth weight of lambs born to prolific ewes maintained under intensive management. *Livestock Science*. 105: 277-283.
- Grau, R., Hamm, R., 1953. Eine einfache methode zur bestimmung der wasserbindung im muskel. *Naturwissenschaften* 40, 29-30.

- Greer G.C., Jones S.D.M. 1997. Quality and bacteriological consequences of beef carcass spray-chilling: Effects of spray duration and boxed beef storage temperature. *Meat Science*. 45, 61-73.
- Grizard J., Balage M., Manin M., 1986. Contrôle hormonal du métabolisme hépatique chez les ruminants. *Reproduction Nutrition Développement*, 26 (1 B), 245-257.
- Grobet L., Poncelet D., Royo L.J. 1998. Molecular definition of an allelic series of mutations disrupting the myostatin function and causing double-muscling in cattle. *Mamm Genome*. 9: 210-3.
- Guignot F., Quilichini Y., Renerre M., Lacourt A., Monin G. Relationship between muscle type and some traits influencing veal color. I. *Sci. Food Agric*. 1992; 58: 523-529.
- Guitto A., Calderan A., Ruzza P., Borin G. Carnosine and Carnosine-Related Antioxidants: A Review. *Curr Med Chem*. 2005; 12 (20): 2293-2315.
- Gürdal Görekçi, Ş., Evrim, M. 2000. Comparative studies on the production performances of Chios and Imroz sheep kept under semi-intensive condition. III. The effects of some environmental factors on production characteristics. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.*, 24: 553-561.
- H.C.D.S. 2006. Haut-Commissariat du Développement de la Steppe en Algérie. Bilan des activités. pp :36.
- Haddad S.G., Nasr R.E. 2007. Partial replacement of barley grain for corn grain: Associative effects on lambs' growth performance. *Small Ruminant Research*. 72, 92-95.
- Hamm R. 1986. Functional properties of the myofibrillar system and their measurements. In: P.J. Bechtel (éd.), *Muscle as food*. Academic. Press, Inc. Orlando. pp: 135-199.
- Heasman, L., Brameld, J., Mostvn, A., Budge, H., Dawson, J., Buttery, P., Stephenson, T., Symonds, M.E., 2000. Maternal nutrient restriction during early to mid-gestation alters the relationship between insulinlike growth factor I and bodyweight at term in fetal sheep. *Reproduction, Fertility and Development*, 12: 345-350.
- Henri Dupin, 1992. *Alimentation et nutrition humaines*. Esf Editeur, 746-(747). pp : 1533.
- Hocquette J.F., Ortigues-Marty I., Damon M., Herpin P., Geay Y. 2000. Métabolisme énergétique des muscles squelettiques chez les animaux producteurs de viande. *INRA Prod. Anim*. 13: 185-200.
- Hocquette J.F., Cassar-Malek I., Listrat A., Jurie C., Jailler R., Picard B. 2005. Évolution des recherches sur le muscle des bovins et la qualité sensorielle de leur viande. II. Influence des facteurs d'élevage sur les caractéristiques musculaires. *Cah. Agric.*; 14: 365-372.
- Hoffman, L.C., Muller, M., Cloete, S.W.P., Schmidt, D. 2003. Comparison of six crossbred lamb types: sensory physical and nutritional meat quality characteristics. *Meat Science*, 65, 1265-1274.
- Honikel, K.O. 1989. In: *Water and food quality*. Hardman, T.M., Elsevier Applied Sciences Publishers, New York, 277-285.

- Hopkins D.L., Ponnampalam E.N., Warner R.D., 2007. Predicting the composition of lamb carcasses using alternative fat and muscle depth measures. *Meat science*, 78: 400-405.
- Horcada A., Beriain M.J., Purroy A., Lizaso G., Chasco J., 1998. Effect of sex on meat quality of Spanish lamb breeds (Lacha and Rasa Argonesa). *Anim. Sci.*: 541-547.
- Huang C.C., WANG T.Y. 1997. Effect of fresh and frozen chicken meat on the quality of restructured chicken Streaks. *J. Chinese Soc. Anim. Sci.* 26 (3): 347-358.
- Hübner, C.H., Pires, C.C., Galvani, D.B., Carvalho, S., Wommer, T.P. 2007. Nutrient intake, milk yield and composition of ewes fed diet containing different neutral detergent fiber levels. *R. Bras. Zootec.* 36, 1882-1888.
- Institut de l'élevage, Ofival. 2003. Catalogue de classement E.U.R.O.P. (agneaux). OFIVAL, Paris. pp:02.
- Institut de Recherche Rowett. RRI. 1981. Reports of the Feedingstuffs Evaluation Unit, Rowett Research Institute, Aberdeen. (Dept. Agric. Fish. Scotland: Edinburgh.) Nowak, R., Poindron, P., 2006. From birth to colostrum: early steps leading to lamb survival. *Reprod. Nutr. Dev.*, 46: 431-446.
- ISO. Norme 936. 1998. Meat and meat products. Determination of total ash (English). In: ISO International Standard (ISO). Geneva (Switzerland). 2^{ième} éd. pp: 6.
- ISO. Norme 937. 1978. Viandes et produits à base de viande -- Détermination de la teneur en azote (Méthode de référence). In: ISO. Geneva (Switzerland). pp: 3.
- ISO. Norme 1442. 1996. Meat and meat products. Determination of moisture content (Reference method) (English) In: ISO. Geneva (Switzerland). 2^{ième} ed. pp : 4.
- ISO. Norme 1444. 1996. Viande et produits à base de viande. Détermination de la teneur en matière grasse libre. In: Norme Internationale ISO, Geneva (Switzerland). 2^{ième} ed. pp: 4.
- ISO. Norme 2293. 1988. Viandes et produits à base de viande. Dénombrement des microorganismes ; Méthodes par comptage des colonies obtenues à 30°C (méthode de référence). pp : 4.
- ISO. Norme 2917. 1999. Viande et produits à base de viande -- Mesurage du pH -- Méthode de référence. In: Norme Internationale ISO, Geneva (Switzerland). pp : 6.
- ISO. Norme 3100, amendement 1. 1988. Viandes et produits à base de viande. Échantillonnage et préparation des échantillons pour essai (préparation des échantillons pour essai en vue de l'examen microbiologique). pp : 5.
- ISO. Norme 3100, amendement 2. 1991. Viandes et produits à base de viande. Échantillonnage et préparation des échantillons pour essai (prélèvement élémentaire). pp : 4.
- ISO. Norme 3565. 1975. Viandes et produits à base de viande. Recherche des *Salmonellae*. Méthode de référence. pp : 11.
- ISO. Norme 4831. 1991. Méthode horizontale pour la recherche et le dénombrement des coliformes. Technique du nombre le plus probable. 2^{ième} éd. pp : 11.

- ISO. Norme 4832. 1991. Méthode horizontale pour le dénombrement des coliformes. Méthode par comptage des colonies. 2^{ième} éd. pp : 5.
- ISO. Norme 4833. 2003. Méthode horizontale pour le dénombrement des microorganismes. Technique de comptage des colonies à 30 °C. pp : 9.
- ISO. Norme 6887. 1983. Microbiologie des aliments. Directives générales pour la préparation des dilutions en vue de l'examen microbiologique. pp : 4.
- ISO. Norme 6888. 1983. Directives générales pour le dénombrement de *Staphylococcus aureus*. Méthode par comptage des colonies. pp : 8.
- ISO. Norme 9000. 2000. Système de management de qualité : exigences. Geneva (Switzerland). pp : 40.
- ITEBO, 1995. (Institut Technique d'Elevage Bovin Ovin). Les races ovines algériennes, principales caractérisations. Alger. pp :25.
- ITLEV, 2002. Institut Technique des Elevages., Algérie. www.itelv.dz
- ITLEV, 2003. Institut Technique des Elevages., Algérie. www.itelv.dz
- James S.J. 1996. The cold chain "from carcass to consumer". In « New developments in meat refrigeration», J. D. Daudin Ed., IIF et ECCEAMST, Utrecht, NL., 1-6. Blackie Academic & prof., Londers. pp: 271-291.
- Jarvis, B. 1989. Statistical Aspect of Microbiological Analysis of Foods Progress in industrial microbiology; Elsevier Science Publishers. Amsterdam. (20): 179.
- Jean-Loup Bister. 2001. Alimentation des agneaux. Laboratoire de physiologie animale. FUNDP CRO. pp: 37
- Jeremiah L.E. 1980. Effect of frozen storage and protective wrap upon cooking losses, palatability and rancidity development in fresh and cured pork cuts. J. Food. Sci. 45: 187-196.
- Jeremiah L.E., Wilson R. 1987. The effects of PSE/DFD conditions and frozen storage upon the processing yields of pork cuts. Can. Inst. Food Sci. Technol. J. 20 (1): 25-30.
- Jeremiah L.E., Murray A.C., Gibson L. L. 1990. The effects of differences in the inherent muscle quality and frozen storage on the flavor and texture profiles of pork loin roasts. Meat Sci.; 27: 305-327.
- Jeremiah, L. E., Jones, S. D. M., Tong, A. K. W., & Gibson, L. L. 1997. The influence of lamb chronological age, slaughter weight and gender on carcass measurements. Sheep and Goat Research Journal, 13, 87-95.
- Jeremiah, L. E. 1998. Development of quality classification system for lamb carcasses. Meat Science, 48, 211-223.
- Joannie Jacques. 2011. Valorisation des ressources fourragères chez les agneaux à l'engraissement. Mémoire pour l'obtention du grade de maître es sciences. pp : 111.

- Joffin C., Joffin J.N. 1999. Microbiologie alimentaire. CRDP d'Aquitaine. Doin (5^{ème} édition). pp: 212.
- Johnson P.L., Purchas R.W., McEwan J.C., Blair H.T., 2005. Carcass composition and meat quality different between pasture-reared ewe and ram lambs. *Meat Sci.*, 71: 383- 391.
- Jones, B.K., & Tatum, J.D. 1994. Predictors of beef tenderness among carcasses produced under commercial conditions. *Journal of Animal Science*, 72, 1492-1501
- Joseph Bonnemaire, 2008. Prairies, herbivores, territoires : quels enjeux ? Éditions Quae, 61, pp : 177.
- Journal Officiel de l'Union Européenne. JOUE. 2008. Modalités d'application des grilles communautaires de classement des carcasses de bovins, de porcins et d'ovins et de la communication des prix y afférents. pp :28.
- Journal Officiel de la République Algérienne. JOARDP, 1998. Critères microbiologiques relatives à certaines denrées alimentaires. Critères microbiologiques des viandes rouges et de leurs produits dérivés. N° 35, pp : 25.
- Jouve J. L. Microbiologie alimentaire et filière des viandes. *Viand. Prod. Carnés.* 1990; 11 (6): 207-213.
- Joy M., Alvarez-Rodriguez J., Revilla R., Delfa R., Ripoll G., 2008. Ewe metabolic performance and lamb carcass traits in pasture and concentrate-based production systems in Churra Tensina breed. *Small. Rumin. Res.*, 75: 24-35.
- Juan C. Sarria, Ana M. Vidal, and Robert C. Kimbrough, 2001. Infections Caused by *Kluyvera* Species in Humans. Division of Infectious Diseases, Department of Internal Medicine, Texas Tech University Health Sciences Center, Lubbock, Texas. 69, 69-74.
- Juárez M., Horcada A., Alacde M. J., Valera M., Mullen A.M., Molina A. 2008. Estimation of factors influencing fatty acid profiles in light lambs. *Meat Science* 79, 203-210.
- Kahal Aida. 2010. Effet de l'alimentation sur la fonction sexuelle au cours de l'installation de la puberté chez les agneaux de race Ouled-Djellal. Mémoire du Magister. Université des sciences et de la technologie « Houari Boumediene ». pp :112.
- Keane, M.G., More, O.J., Connolly, J., & Allen, P. 1990. Carcass composition of serially slaughtered Friesian, Hereford x Friesian and Charolais x Friesian steers finished on two dietary energy levels. *Animal Production*, 50, 231-243.
- Keane M.G., Allen P. 1998. Effects of production system intensity on performance, carcass composition and meat quality of beef cattle, *Livest. Prod. Sci.*, 56 :203-214.
- Kempster A. J., Chadwick J. P., Cue R. I., Granley-Smith M. 1986. The estimation of sheep carcass composition from fat and muscle thickness measurements taken by probes. *Meat Science* 16, 113- 126.
- Kempster, A.J. 1992. Carcass characteristics and quality. In: Beef cattle production. R. Jarrige & C. Béranger (Eds.), Amsterdam: Elsevier. pp. 169-187.

- Kerboua m., Feliachi k., Abdelfettah m., Ouakli k., Selhab f., Boudjakdji a., Takoucht a., Benani z., Zemour a., Belhadj n., Rahmani m., Khecha a., Haba a. Et Ghenim h. 2003. Rapport national sur les ressources génétiques animales en Algérie. Ministère de l'agriculture et du développement rural, commission nationale AnGr., pp : 46.
- Kerslake, J.I., 2010. Improving triplet lamb survival in New Zealand. Thesis for the degree of Doctor of Philosophy in Animal Science. Massey University, Palmerston North, New Zealand, pp. 215.
- Khalidi G., 1979. Influence du sexe de l'agneau et de l'âge de la brebis sur la production laitière de la race Barbarine. Ann, I.N.R.A.T. 52, pp : 24.
- Khelifi, Y. 1999. Les productions ovines et caprines dans les zones steppiques algériennes. CIHEAM-IAMZ, série A, n.38, pp: 245-247.
- Kirton, A.H., Pickering, P. S. 1967. Factors associated with differences in carcass conformation in lambs. NZ J. Agric. Res. 10: 183-200.
- Knott S.A., Leury B.J., Cummins L.J., Brien F.D., Dunshea F.R. 2003. Relationship between body composition, net feed intake and gross feed conversion efficiency in composite sire line sheep. In: Souffrant, W.B. and C.C. Metges eds.). Progress in research on energy and protein metabolism. EAAP publ. Wageningen. pp :109.
- Koçty D. et Kanwe A. B., 2000. Productivité des ovins dans la ville et périphérie de Bobo-Dioulasso (Burkina-Faso). In : Symposium technique T1. «Bilan et perspectives de programmes européens sur les petits ruminants en Afrique». CIRAD-EMVT, 20 mai 2000 à Poitiers, pp : 15-27.
- Koutsoumanis, K. P., & Sofos, J. N. 2004. Microbial contamination of carcasses and cuts. In W. K. Jensens (Ed.), Encyclopedia of Meat Sciences. pp. 727-737. Amsterdam: Elsevier Academic Press.
- Kremer R., Barbato G., Castro L., Rista L., Rosés L., Herrera V., Neirotti V. 2004. Effect of sire breed, year, sex and weight on carcass characteristics of lambs. Small Ruminant Research 53, 117-124.
- Krim S.A., Porwal K., Kumar S., Singh V.K., 2007. Carcass traits of Kheri lambs maintained on different system of feeding management. Meat Science, 76: 395-401.
- Lanaia R. 1995. Détermination et correction des effets des facteurs non génétiques influençant les performances des ovins de race Sardi des troupeaux encadrés par l'ANOC. Mémoire 3^{ème} Cycle Agronomie, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat.
- Lanza, M., Bella, M., Priolo, A., Fasone, V., 2003. Peas (*Pisum sativum* L.) as an alternative protein source in lamb diets: growth performances, and carcass and meat quality. Small Rumin. Res. 47, 63-68.
- Lapierre H., Bernier J. F., Dubreuil P., Reynolds C. K., Farmer C., Ouellet D. R., & Lobley G. E. 2000. The effect of feed intake level on splanchnic metabolism in growing beef steers. J. Anim. Sci. 78:1084-1099.

- Lapierre H., Berthiaume R., Raggio G., Thivierge M. C., Doepel L., Pacheaco D., Dubreuil P. & Lobley G. E. 2005. The route of absorbed nitrogen into milk protein. *Anim. Sci.* 80:11-22.
- Larick D.K., Turner B.E. 1989. Influence of finishing diet on the phospholipid composition and fatty acid profile of individual phospholipids in lean muscles of beef cattle. *J. Anim. Sci.*, 67: 2282-2293.
- Lasta J. A., Fornoug R. 1988. Significance of sample taken for bacterial counts from reduced areas of bovine carcasses. *J. Food Prot.*, 51: 214-217.
- Lasta J. A., Rodriguez R., Zanelli M. C, 1992. Bacterial count from bovine as an indicator of hygiene at slaughtering places. A proposal for sampling *J. Food Prot.* 54: 271-278.
- Laville, A., Bouix, J., Sayd, T., Eychenne, F., Marcq, F., Leroy, P.L., Elsen, J.M. et Bibé, B. 2002. Carcass conformation in lambs. A study of genetic variability among breeds. *Prod. Anim.*, 15, 53-66.
- Lawrie, R.A. 1991. The eating quality of meat. In: *Meat science* 5th Edition. (Pergamon Press, Oxford). pp : 184-224.
- Lea, R.G., Hannah, L.T., Redmer, D.A., Aitken, R.P., Milne, J.S., Fowler, P.A., Murray, J.F., Wallace, J.M., 2005. Developmental indices of nutritionally induced placental growth restriction in the adolescent sheep. *Pediatr. Res.* 57: 599-604.
- Lebret B., Lefaucheur L., Mourot J.1999. La qualité de la viande porc. Influence des facteurs d'élevage non génétiques sur les caractéristiques du tissu musculaire. *INRA Prod. Anim.* 12 : 11-28.
- Lebret B., Mourot J. 1998. Caractéristiques et qualité des tissus adipeux chez le porc. Facteurs de variation non génétiques. *INRA Prod. Anim.* 11 : 131-143.
- Legrand P., Mourot J. 2002. Le point sur les apports nutritionnels en acides gras, implications sur les lipides de la viande. *Viandes et produits carnés.* (22): 42-50.
- Lemnouar-Haddadi N.F.Z., 2001. « Étude comparative de deux pâturages (jachère et Médicago), effets sur le gain de poids et le métabolisme chez les ovins ». Mémoire de Magister. Université de Constantine, pp : 156.
- Leto G., Portolano B, Bonanno A., Giaccone P., Alicata M.L., Alabiso M. 1994. Effeto dell'incrocio Barbaresca Comisana sulla produzione di agnelli macellati a tre diverse età. *Atti XI Conge. Naz. S.I.P.A.O.C., Perugia.* p145- 148.
- Listrat A., Lethias C., Hocquette J.F. 2000. Age-related changes and location of type I, III, XII and XIV collagen during development of four skeletal bovine muscles from genetically different animals. *Histochem. J.* 32: 349- 56.
- Lu C.D., Potchoiba M.J., 1990. Feed intake and weight gain of growing goats fed diets of various energy and protein levels. *J. Anim. Sci.*, 68: 1751-1759.
- Luciano, G., Monahan, F. J., Vasta, V., Pennisi, P., Bella, M., & Priolo, A. 2009. Lipid and colour stability of meat from lambs fed fresh herbage or concentrate. *Meat Science*, 82(2), 193-199.

- Lynch M.P., Kerry J.P., Buckley D.J., Fausman C., Morrissey P.A. 1999. Effect of dietary vitamin E supplementation on the colour and lipid stability of fresh, frozen and vacuum-packed beef. *Meat Sci.* 52 (1): 95-99.
- Lyngset O., 1971. Studies on reproduction the goat. *Act. Vet. Scand.*, 12, 159-201.
- Macit, M., Esenbuga, N., Karaoglu, M. 2002. Growth performance and carcass characteristics of Awassi, Morkaraman and Tushin lambs grazed on pasture and supported with concentrate. *Small Rum. Res.*, 44: 241-246.
- Macit, M., Sahin, S., Esenbuga, N., Karaoglu, M. 2003. Growth and carcass characteristics of three fat-tailed pure breeds under grazing with concentrate supplementation. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.*, 27: 331-337.
- MADR, 2006. Documents de la Direction des Enquêtes et Statistiques Agricoles (DESA). <http://www.minader.cm/>
- MADR, 2010. Documents de la Direction des Enquêtes et Statistiques Agricoles (DESA). <http://www.minader.cm/>
- MADR, 2015. « Évaluation de la mise en œuvre des programmes de protection sanitaires ». Réunion des cadres MADR. Alger : 03/05/2015. pp : 21.
- Majdoub-Mathlouthi L., Saïd B., Say A., Kraiem K., 2013. Effect of concentrate level and slaughter body weight on growth performances, carcass traits and meat quality of Barbarine lambs fed oat hay based diet. *Meat Science* 93, 557-563.
- Maltin C., Balcerzak D., Tilley R., Delday M., 2003. Determinants of meat quality: tenderness. *Proc. Nutr. Soc.* 62: 337-347.
- Mann S.O., Ørskov E.R. 1975. The effect of feeding whole or pelleted barley to lambs on their rumen bacterial populations and pH. *Proceedings of the Nutrition Society* 34, 63-64.
- Marai, I. F. M., El-Darawany, A. A., Fadiel, A., Abdel-Hafez, M.A.M. 2007. Physiological traits as affected by heat stress in sheep. *Small Rum. Res.*, 7, 1:1-12.
- Marchand, G. 1979. Quelle qualité pour quelle demande ?. *PATRE*, n. 267. pp: 13-17.
- Marggrander K., Hofmann K. 1997. Reduction of freezer burn and loss on drying long term storage of pork with gelatin spray solution. *Fleischwirtschaft.* 77 (1): 19-21.
- Martin, J. & Torreele, G. 1962. L'appréciation de la qualité des carcasses bovines par la découpe du morceau tricostal 7-8 et 9. *Annales de Zootechnie*, 11 (3), 217-224.
- Martin-Orue S.M., Balcels J., Vicente F., Castrillo C. 2000. Influence of dietary rumen-degradable protein supply on rumen characteristics and carbohydrate fermentation in beef cattle offered high-grain diets. *Animal Feed Science and Technology* 88, 59-77.
- Marx Dominique Joseph. 2002. Les maladies métaboliques chez les ovins. Thèse de doctorat vétérinaire. École Nationale Vétérinaire D'Alfort. pp :140.

- Mazur P. 1966. Physical and chemical basis of injury in single-celled microorganisms subjected to freezing and thawing, in *Cryobiology*, H. Meryman edit., Academic Press, London. pp: 214-315.
- Mc Clure, K. E., Van Keuren, R. W. and Althouse, P. G. 1994. Performance and carcass characteristics of weaned lambs either grazed on orchard grass, ryegrass, or alfalfa or fed all-concentrate diets in dry lot. *Journal of Animal Science*, Vol. 72, (12) 3230-3237.
- McCormick R.J. 1994. The flexibility of the collagen compartment of muscle, *Meat Sci.* 36: 79-91.
- McDonald P., Edward R.A., Greenhalgh J.F.D.F., Morgan C.A. 1996. *Animal Nutrition*. Logman Scientific and Technical, Harlow, UK. pp: 155.
- McMullen, L.M., Stiles M.E. 1993. Microbial ecology of fresh pork stored under modified atmosphere at -1-4.4 and 10°C. *Int. J. Food Microbiol.* 18: 1-14.
- Mebirouk-Boudechiche L. Araba A. Ouzrout R. 2008. Influence du type de complément énergétique (rebut de dattes vs orge) sur les performances d'engraissement et caractéristiques des carcasses d'agneaux Berbères à l'engraissement. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.* 61 (3-4) : 209-214.
- Mellor, D.J. and Matheson, I.C., 1979. Daily changes in the curved crown-rump length of individual sheep fetuses during the last 60 days of pregnancy and effects of different levels of maternal nutrition. *Quarterly Journal of Experimental Physiology*, 64: 119-131.
- Mercier Y., Gatellier P., Baeza E., Genot C., renerre M. 1998. Dietary fat sources modulate the protective effect of vitamin E on lipid and protein oxidation in microsomal membranes from turkey muscles. *Proceeding of the 44 th ICoMST*. Barcelona. 632-633.
- Mertens, D.R. 1997. Creating a system for meeting the fibre requirements of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 80, 1463-1481
- Michener H., Elliott R. 1968. Microbiological conditions affecting frozen food quality. In *Quality and stability in: frozen food*. Van Arsdel W. et al., Edit., Wiley Intersciences, New York. 43-84.
- Micol D., Robelin J., Geay Y. 1993. Y. Composition corporelle et caractéristiques biologiques des muscles chez les bovins en croissance et à l'engrais. *Prod. Anim.* 4, 287-295.
- Miguel, E., Onega, E., Caneque, V., Velasco, S., Diaz, M. T., Lauzurica, S., Perez, C., Blazquez, B., & Ruiz de Huidobro, F. 2003. Carcass classification in suckling lambs. Discrimination ability of the European Union scale. *Meat Science*, 1, 107-117.
- Minivelle F., 1990. *Principes d'amélioration génétique des animaux domestiques*. INRA. Jouy en Josas, France.
- Mitchell G.E., Giles J.E., Rogers S.A., Tanl.T., Naidoo R.J., Ferguson D.M. 1991. Tenderizing, ageing, and thawing effects on sensory, chemical and physical properties of beef steaks. *J. Food Sci.*; 56 (5): 1125-1129.
- Mœvi I. 2003. La vente directe de viande bovine : Éléments d'information et de réflexion. *Compte rendu n°2033215*. OFIVAL. Document de l'Institut de l'Élevage. pp: 114.

- Mœvi I. 2006. Le point sur ...la couleur de la viande bovine. Institut de l'Élevage. pp: 110. [En ligne], consulté Février 2008. Disponible à l'adresse URL: www.inst-elevage.asso.fr.
- Mœvi I. 2008. La décongélation ménagère des viandes de boucherie. Département technique d'élevage et qualité. Service qualité des viandes. Interbev et office d'élevage. 2007 : pp 136. [En ligne], consulté Février. Disponible à l'adresse URL: www.inst-elevage.asso.fr.
- Mohammedi H., Labani A., Benabdeli K. 2006. Essai sur le rôle d'une espèce végétale rustique pour un développement durable de la steppe algérienne ». *Dév. Durable territoire*. Adresse url : <http://developpementdurable.revues.org/index2925.html#text>. Consulté le 18 février 2015.
- Molina M. P., Sanna A., Molle G., Branca A., Ruda G. et Casu S., 1991. Évolution de l'état corporel des brebis Sardes pendant la lactation et relation avec la productivité en conditions d'élevage intensif. *CIHEAM-Options Méditerranéennes*, n°13 : 97-102.
- Monin G. 1988. Stress d'abattage et qualités de la viande. *Rec. Méd. Vét.* 164: 835-842.
- Monin G. 1991. Facteurs biologiques des qualités de la viande bovine. *INRA Prods Anim.* 4: 151-160.
- Morens, S. 2002. Assimilation et distribution de l'azote alimentaire en situation de régime hyperprotéique chez le rat et chez l'homme. Thèse de doctorat en agronomie. Institut national agronomique PARIS- GRIGNON. P 154.
- Muir P.D., Smith N.B., Wallace G.J., Cruickshank G.J., Smith D.R. 1998. The effect of short-term grain feeding on liveweight gain and beef quality. *New Zealand J. Agric. Res.*, 41: 517-526.
- Mushi D.E., Safari J., Mtenga, L.A., Kifaro G.C., Eik L.O. 2009. Effects of concentrate levels on fattening performance, carcass and meat quality attributes of Small East African×Norwegian crossbred goats fed low quality grass hay. *Livestock Science* 124, 148-155.
- National Institute for Agricultural Research (INRA). 1978. Nutrition of Ruminant. INRA Publications, Versailles (France).
- National Research Council (NRC). 1985. Nutrient Requirement of Sheep. National Academic Press, Washington. 99 pp.
- Nedjraoui d. 2003. Profil fourrager Algérie. Université des sciences et de la technologie. Houari Boumediène (USTHB). Alger. pp: 30.
- Nicki J., Engeseth J., Gray I., Booren A.M., Asghar A. 1993. Improved oxidative stability of veal lipids and cholesterol through dietary vitamin E supplementation. *Meat Sci.*; 35: 1-15.
- Normand J. 2005. Couleur de la viande de veau et de gros bovins. Compte rendu finale 170532004. OFIVAL. Document de l'Institut de l'Élevage. INTERBEV. pp : 28. [En ligne], consulté Février 2008. Disponible à l'adresse URL: www.inst-elevage.asso.fr.
- Normand J., Mœvi I., Lucbert J., Pottier E. 2005. Le point sur ...l'alimentation des bovins et des ovins et la qualité des viandes. Rédigé par l'Institut de l'Élevage. pp : 110. . Compte rendu final n°170532004. [En ligne], consulté Février 2008. Disponible à l'adresse URL: www.inst-elevage.asso.fr.

- Normand J., Rubat E., Evrat-Georgel C., Turin f., Denoyelle C., 2009. Enquête nationale sur la tendreté de la viande bovine proposée au consommateur français. Institut de l'élevage, service qualité des viandes, 147, 147-150 pages.
- Norme Algérienne. NA 1204. 1992. Microbiologie des aliments. Directives générales pour la préparation des dilutions en vue de l'examen microbiologique. (Norme enregistrée, 1992). pp:4.
- Norme Algérienne. NA 1214. 1994. Viandes et produits à base de viande. Recherche des Salmonelles. Méthode de référence. (Norme enregistrée, 1994). pp : 11.
- Norme Algérienne. NA 1291. 1994. Aliments des animaux. Tourteaux de graines oléagineuses. Détermination de la teneur en eau et en matières volatiles (méthode de référence).
- Norme algérienne. NA 15329, 2013. Caractérisation de la race ovine Rembi. 1^{ème} éditions. Institut Algérien de Normalisation. Alger, Algérie. Pages : 06.
- Norme Algérienne. NA 15457, 2007. Standard de la race ovine Ouled-Djellal. 2^{ème} éditions Institut Algérien de Normalisation. Alger, Algérie. Pages : 07.
- Norme Algérienne. NA 6138. 1994. Aliments des animaux. Dosage de la cellulose brute (méthode de référence).
- Norme Algérienne. NA 644. 1989. Viandes et produits à base de viande. Échantillonnage et préparation des échantillons pour essai (prélèvement élémentaire). (Norme enregistrée, 1992). pp : 04.
- Norme Algérienne. NA 645. 1989. Viandes et produits à base de viande. Échantillonnage et préparation des échantillons pour essai (préparation des échantillons pour essai en vue de l'examen microbiologique). (Norme enregistrée, 1992). pp : 5.
- Norme Algérienne. NA 647. 1989. Viandes et produits à base de viande. Dénombrement des microorganismes. Méthodes par comptage des colonies obtenues à 30°C (méthode de référence). (Norme homologue, 1992). pp: 4.
- Norme Algérienne. NA 650. 1994. Aliments des animaux. Détermination des cendres brutes (méthode de référence).
- Norme Algérienne. NA 652. 1992. Aliments des animaux. Détermination de la teneur en azote en vue du calcul de la teneur en protéines.
- Norme Algérienne. NA 654. 1994. Aliments des animaux. Détermination de l'extrait à l'oxyde diéthylique (méthode de référence).
- Norme Algérienne. NA 657. 1992. Aliments des animaux. Détermination de la teneur en phosphore total - Méthode spectrophotométrique.
- Notter D.R., Ferrel C.L., Field R.A., 1984. Effects of breed and intake level on growth and feed efficiency in ram lambs. *Journal of Animal Science* 58, 560-576.
- Obeidat B.S., Abdullah A.Y., Al-Lataifeh F.A. 2008. The effect of partial replacement of barley grains by *Prosopis juliflora* pods on growth performance, nutrient intake, digestibility, and

- carcass characteristics of Awassi lambs fed finishing diets. *Animal Feed Science and Technology* 146, 42-54.
- ONS (Office National des Statistiques). Commerce Extérieur, Principaux produits importés en 2006. [En ligne]. Page consultée avril 2008. Disponible à l'adresse URL: <http://www.ons.dz/>
- ONS. 2014. « Évolution des échanges extérieurs de marchandises de 2003 à 2013 ». La direction technique chargée de la comptabilité nationale. Collection statistique., N°188 : série e. ISSN 1111-5092. ISBN 978-9931-523-07-9. pp: 170.
- Ortavant, R., Bocquier, F., Pelletier, J., Ravault, P., Thimonier, J., Volland-Nail, P. 1988. Seasonality of reproduction in sheep and its control by photoperiod. *Aust. J. Biol. Sci.* 41: 69-85.
- Ortiz, A. R., Hallford, D. M., Galyean, M. L., Schneider, F. A., Kridli, R. T. 1997. Effects of locoweed (*Oxytropis sericea*) on growth, reproduction, and serum hormone profiles in young rams. *J. Anim. Sci.*, 75: 3229-3234.
- Ouali A., Talmant A. 1990. Calpains and calpastatin distribution in bovine, porcine and ovine skeletal muscles, *Meat Sci.*; 28: 331-348.
- Ouali A., 1991. Conséquences des traitements technologiques sur la qualité de la viande. *INRA Production Animale*, 4 : 195-208.
- Ould-Ali, k. 1992. Contribution à la connaissance des races ovines algériennes. Cas de la race « Hamra ». Mémoire d'ingénieur. INA. Alger.
- Ouali A., Herrera-Mendez C., Coulis G., Becila S., Boudjellal A., Aubry L., Sentandreu M., 2006. Revisiting the conversion of muscle into meat and underlying mechanisms. *Meat Science*, 74: 44-58.
- Owens, F.N., Dubeski, P., Hanson, C.F. 1993. Factors that alter the growth and development of ruminants. *J. Anim. Sci.* 71, 3138-3150.
- Paniangvait P., King A.J., Jones A.D., German B.G. 1995. Cholesterol oxides in foods of animal origin. *J. Food Sci.*, 60: 1159-1174.
- Paquay. R., Bister. J.L. 1987. Élevage, introduction et facteurs de productivité. *Revue de l'agriculture* n. 3, vol.40. pp : 573-585.
- Paragon, B.M., 1995. Sel, Minéraux et Alimentation des ruminants. Compagnie des salins du midi et des salines de l'est. ISBN : 978-2-9500495-7-5. pp : 80.
- Parkinson T. J. 2004. Evaluation of fertility and infertility in natural service bulls. *The Veterinary Journal*, 168: 215-22.
- Pearson A.M., Gray J.I., Brennand C.P. 1994. Species-specific flavors and odors. In A.M. Pearson et T.R. Dutson (eds.), *Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products*, (Chapman and Hall, London). 222-249.
- Péna F., Canob T., Domenecha V., Alcalde M.J., Martos J., Garcia-Martinez A., Herrera M., Rodero E., 2005. Influence of sex, slaughter weight and carcass weight on « non-carcass » and carcass quality in sergurena lambs. *Small Ruminant Research*, 60: 247- 254.

- Pethers J.V.S., Gilbert R.S. 1971. The survival of salmonellae on finger-tips and transfer of the organisms to food. *J.Hyg.* 69: 673-681.
- Petit, H.V., Savoie, P., Tremblay, D., Dos Santos, G.T., Butler, G., 1994. « Intake, digestibility and ruminal degradability of shredded hay». *J. Dairy Sci.* 77: 3043- 3050.
- Picard B., Robelin J., Geay Y. 1995. Influence of castration and postnatal energy restriction on the contractile and metabolic characteristics of bovine muscle. *Ann. Zootech.*, 44: 347-357.
- Pinheiro R.S.B., Jorge A.M., Souza H.B.A. 2009. Carcass and non-components of carcass characteristics of discarded ewes slaughtered at different physiological stages. *Revista Brasileira de Zootecnia* 38, 1322-1328.
- Pinkas A., Marinova P., Tomov I., Monin G., 1982. Influence of age at slaughter, rearing technique and pre-slaughter treatment on some quality traits of lamb meat. *Meat Science*: 245-255.
- Pommier S.A., Fahmy M.H., Poste L.M., Butler G., 1989. Effect of sex, electrical stimulation and conditioning time on carcass and meat characteristics of Ramanv lambs. *Food Quality and Preference*: 127-132.
- Portilho F.P., Vitti D.M.S.S., Abdalla A.L., McManus C.M., Rezende M.J.M., Louvandini H. 2006. Minimum phosphorus requirement for Santa Ines lambs reared under tropical conditions. *Small Ruminant Research* 63, 170-176.
- Prache, S. Theriez, M. 1988. Production d'agneaux à l'herbe. *INRAA production Animal*. 1 (1), 25-33.
- Prache S, Ballet J., Jailler R., Meteau K., Picard B., Renerre M., Bauchart D., Pourrat J., Legay C., Thomas A, 2009. Comparaison des qualités de la viande et de la carcasse d'agneaux produits en élevage biologique ou conventionnel. *INRA Innovation Agronomique*, 289-296.
- Priolo, A., Micol, D., Agabriel, J., Prache, S., Dransfield, E., 2002. Effect of grass or concentrate feeding systems on lamb carcass and meat quality. *Meat Sci.* 62, 179-185.
- Prud'hon M., 1976. La croissance globale de l'agneau : ses caractéristiques et ses lois. Dans : Deuxième Journées de la Recherche Ovine et Caprine : Croissance, engraissement et qualité des carcasses d'agneaux et de chevreaux, INRA-ITOVIC, pp : 6-20.
- Purchas R.W., Silva Sobrinho A.G., Garrick D.J., Lowe K.I. 2002. Effects of age at slaughter and sire genotype on fatness, muscularity, and the quality of meat from ram lambs born to Romney ewes. *New Zealand of Agricultural Research* 45, 77-86.
- Puri S.C. Méthodes statistiques pour la gestion de la qualité des aliments, Agriculture Canada 5268/F, 1990 : pp 42.
- Raggio G., Pacheco D., Berthiaume R., Lobley G.E., Pellerin D., Allard G., Dubreuil P. & Lapierre H. 2004. Effect of level of metabolizable protein on splanchnic flux of amino acids in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 87:3461-3472.
- Rao V.K., Kowale B.N., Babu N.P., Bisht G.S. 1996. Effect of cooking and storage on lipid oxidation and development of cholesterol oxidation products in water buffalo meat. *Meat Sci.*, 43: 179-185.

- Raphaël Badoud, Jürg Löliger, Alain Etournaud, 2010. « Science et technologie des aliments: Principes de chimie des constituants et de technologie des procédés ». PPUR Presses polytechniques, 103, pp : 720.
- Redmer, D.A., Wallace, J.M., Reynolds, L.P., 2004. Effect of nutrient intake during pregnancy on fetal and placental growth and vascular development. *Domest. Anim. Endocrinol.* 27, 199-217.
- Redmer, D.A., Aitken, R.P., Milne, J.S., Reynolds, L.P., Wallace, J.M., 2005. Influence of maternal nutrition on messenger RNA expression of placental angiogenic factors and their receptors at mid gestation in adolescent sheep. *Biol. Reprod.* 72: 1004-1009.
- Renand G., Havy A., Turin F. 2002. Caractérisation des aptitudes bouchères et qualités de la viande de trois systèmes de production de viande bovine à partir des races rustiques françaises Salers, Aubrac et Gasconne. *INRA Prod. Anim.* 15 (3): 171-183.
- Renerre M., Mazuel J.P. 1985. Relations entre méthodes de mesure instrumentales et sensorielles de la couleur de la viande. *Sci. Aliments.*, 5: 541-557.
- Renerre M. 1990. Review: Factors involved in the discoloration of beef meat. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 25: 613-630.
- Ribeiro, E.L.A., Da Rocha, M. A., Mizubuti, I. Y., Mori, R. M. 2000. Weight gain and live weight components of intact or castrated Ile de France and castrated Hampshire down lambs slaughtered at twelve months of age. *Ciência Rural*, 30: 333-336.
- Ricordeau, G. 1992. Synthèse des estimations de la variabilité génétique et des liaisons entre caractères dans les différentes espèces. *INRA Prod Anim.*, hors série «Eléments de génétique quantitative et application aux populations animales» : 80- 86.
- Robelin, J., & Tulloh, N.M. 1992. Patterns of growth of cattle. *In: Beef cattle production.* Amsterdam: Elsevier. pp: 111-129.
- Roberts T.A., 1980. The effects of slaughter practices on the bacteriology of the red meat carcasses. *Roy. Soc. Health. J.*, 100: 3-9.
- Robert G. Cassens, 1994. Meat preservation ». Preventing losses and assuring safety. 79, 125 pages.
- Rodríguez A.B., Bodas R., Prieto N., Landa R., Mantecón A.R., Giráldez F.J. 2008. Effect of sex and feeding system on feed intake, growth, and meat and carcass characteristics of fattening Assaf lambs. *Livestock Science*, 116, 118-125.
- Rondia P., 2006. Aperçu de l'élevage ovin en Afrique du nord. Filière ovine et caprine N°18 ; octobre 2006. Département production et nutritions animale. pp: 11-14.
- Russo, C., Preziuso, G., Verità, V. 2003. EU carcass classification system: carcass and meat quality in light lambs. *Meat Sci.* 64, 411-416.
- Sagne, J. 1950. L'Algérie pastorale. Ses origines, sa formation, son passé, son présent, son avenir. Imprimerie Fontana. pp : 27.

- Salvini S., Parpinel M., Gnagnarella P., Maisonneuve P., Turrini A. 1998. Banca dati di composizione degli alimenti per studi epidemiologici in Italia. Ed, Istituto Superiore di oncologia. Milano. pp 985. [Italian].
- Santos, V.A.C., Silva, S.R., Mena, E.G. and Azevedo, J.M.T., 2007. Live weight and sex effects on carcass and meat quality of Borrego terrincho-PDO suckling lambs. *Meat Science*, 77, 654–661.
- Santos-Silva, J., Bessa, R.J.B., Mendes Estac, I.A. 2003. The effect of supplementation with expanded sunflower seed on carcass and meat quality of lambs raised on pasture. *Meat Science* 65 (2003) 1301–1308.
- Sañudo, C. Nute, G.R. Campo, M.M. María, G. Baker, A. Sierra, I. Enser, M.E. Wood, J.D. 1998. Assessment of commercial lamb meat quality by British and Spanish taste panels. *Meat Science*. 48(1): 91-100.
- Sanudo, C., Enser, M., Campo, M. M., Nute, G. R., Maria, G., Sierra, I., & Wood, J. D. 2000. Fatty acid composition and fatty acid characteristics of lamb carcasses from Britain and Spain. *Meat Science*, 54, 339–346.
- Sarradin P., Berthon P., Lantier F. Le point sur épidémiologie et la physiopathologie des encéphalopathies spongiformes des ruminants. *INRA Prod. Anim.* 1997; 10 (2): 123-132.
- Sauveroche B., Wagner H.G. 1993. Physiologie de la reproduction des bovins trypanotolérants. Etude FAO Production et Santé Animales 112, Banjul (Gambie)
- Schuddeboom. L. J, 1993. Nitrates et nitrites dans les denrées alimentaires. Council of Europe. 12, pp: 129.
- Schuler G.A., Badenhop A.T. 1972. Microbiology survey of equipment in selected poultry processing plants. *Poult. Sci.*, 51: 830-835.
- Scollan N.D., Richardson I., De Smet S., Moloney A.P., Doreau M., Bauchart D., Nuernberg K. Hocquette, J.F., Gigli, S. 2005. Enhancing the content of beneficial fatty acids in beef and consequences for meat quality (Book chapter or annual review). 151-162.
- Sebranek J.G. Use of cryogenics for muscle foods. *Food Technol.* 1982; 36 (4): 120-127.
- Selgas D., Martin M. L., Pin C., Casas C. 1993. Attachment of bacteria to meat surfaces: a review. *Meat Science.*; 34: 265-273.
- Shackelford, S. D., Koohmaraie, M., Savell, J. W. 1994. Evaluation of longissimus dorsi muscle pH at three hours post mortem as a predictor of beef tenderness. *Meat Science*, 37, 195–204.
- Shelton, M., Huston, J.E., 1968. Effect of high temperature stress during gestation on certain aspects of reproduction in the ewe. *J. Anim. Sci.* 27, 153-158.
- Sheridan, J.J., Allen, P., Ziegler, J.H., Marinkov, M., Suvakov, M.D, 1994. « Abattage, découpe de la viande et traitement ultérieur ». *Food & Agriculture Org.* 13 (15).pp :186.
- Shorland F.B., De La Mare P.B.D., Sorrel D.M.P., Barnicoat C.R., 1974. Simplified procedures for determining the nutritive value of carcasses with special reference to New Zealand lamb and mutton. *N.Z.J. Sci. Tech*, 29: 76-98.

- Simm, G., 1992. Selection for lean meat production in sheep. In: Speedy, A.W. Ed., Progress in Sheep and Goat Research. Ž. CAB International, Wallingford, UK, pp. 193–215.
- Simm, G., Young, M.J., Beatson, P.R., 1987. An economic selection index for lean meat production in New Zealand sheep. Anim. Prod. 45, 307–316.
- Slanger WD, Marchello MJ, Busboom JR, Meyer HH, Mitchell LA, Hendrix WF, Mills RR, Warnock WD. 1994. Predicting total weight of retail-ready lamb cuts from bioelectrical impedance measurements taken at the processing plant. J Anim Sci. 72(6) :1467-74.
- Slimane Bencherif. 2011. L'élevage pastoral et la céréaliculture dans la steppe algérienne : Évolution et possibilités de développement. L'institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement. Thèse de doctorat. pp: 256.
- Solomon, M. B., Kemp, J. D., Moody, W. G., Ely, D. G. and Fox, J. D. 1980. Effect of breed and slaughter weight on physical, chemical and organoleptic properties of lamb carcasses. Journal of Animal Science 51(5), 1102-1107.
- SPSS (2011). Statistical Package for the Social Sciences, release 20.0. Chicago, IL, USA: SPSS Inc.
- Stern, M.D., Hoover, H., Sniffen, C. J., Crooker, B. A., Knowlton P. H. 1978. Effects of non-structural carbohydrate, urea, and soluble protein levels on microbial protein synthesis in continuous culture of rumen contents. Journal of Animal Science. 47:944.
- Surber L.M.M., Bowman J.G.P. 1998. Monensin effects on digestion of corn or barley high concentrate diets. Journal of Animal Science 76, 1945–1954.
- Sygroves M. 2003. Épidémiosurveillance et évolution de l'inspection sanitaire en abattoir. (Thèse de Docteur es sciences N° 049). École nationale vétérinaire de Lyon. pp 159.
- Taylor St. C.S., Murray J.I., Thonney M.L. 1989. Breed and sex differences among equally mature sheep and goats. 4. Carcass muscle, fat and bone. Animal Production 49, 385–409.
- Taylors C.S., 1980. Genetically standardized growth equations. Anim. Prod., 30, 167-175.
- Teixeiral A., Cadavez V., Delfa R., Bueno M.S., 2004. Carcass conformation and joints composition of Churra Galega Bragançana and crossed lambs by Suffolk and Merino Precoce sire breeds. Spanish Journal of Agricultural Research, 2: 217 -225.
- Terlouw E.M.C., Arnould C., Auperin B., Berri C., Le Bihan-Duval E., Lefevre F., Lensink J., Mounier L. 2007. Impact des conditions de pré-abattage sur le stress et le bien-être des animaux d'élevage. INRA Prod. Anim. 20 (1): 93-100.
- Thériez, M. 1984. Influence de l'alimentation sur les performances de reproduction des ovins. Grne Journées Rech. Ov. Cap. INRA - ITOVIC, pp : 294-326.
- Thomas E. 2011. État d'engraissement des carcasses différentes méthodes de mesure. Viandes Prod. Carnés. 23 (1): 9-18.
- Touraille C. 1994. Qualités organoleptiques des viandes bovines et ovines, Premières Rencontres autour des Recherches sur les Ruminants, Ed. INRA-Institut de l'Élevage 1. 164-176.

- Touraille C., Liu L. 1991. Incidence de la congélation sur les propriétés sensorielle de la viande. Viandes et produits carnés. 12 (2): 35-39.
- Toussaint, G., 2001. « L'élevage des moutons ». Paris : De Vecchi. ISBN : 978-2-7328-2574-8 pp : 159.
- Trouette, G. 1933. La sélection ovine dans le troupeau indigène. Direction des services de l'élevage. Imprimerie p. Guiauchin, Alger, pp : 1- 10.
- Turries V. 1976. Les populations ovines algériennes, chaire de zootechnie et de pastoralisme. INA, Alger. pp: 16.
- Ulutas, Z., Sezer, M., Aksoy, Y., Sirin, E., Sen, U., Kuran, M., Akbas, Y. 2010. The effect of birth type on growth curve parameters of Karayaka lamb. J. Anim. Vet. Ad., 9: 1384-1388.
- Van Soest P.J., Robertson J.B., Lewis B.A. 1991. Methods for dietary fibre, neutral detergent fibre, and nonstarch carbohydrates in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci. 74, 3583-3597.
- Vandiest P. ; Pèlerin V. 2003. L'élevage ovin, les principales bases. Filière Ovine et Caprine n.7, pp : 1-5.
- Velascoa, S., Caneque, V., Lauzurica, S., Perez, C., Huidobroc F. 2004. Effect of different feeds on meat quality and fatty acid composition of lambs fattened at pasture. Meat Science 66: 457-465.
- Vergara H., Gallego L., 1999. Effect of type of suckling and length of lactation period on carcass and meat quality in intensive lamb production systems. Meat Sci., 53: 211-215.
- Vestergaard M., Therkildsen M., Henckel P., Jensen L.R., Andersen H.R., Sejrsen K. 2000. Influence of feeding intensity, grazing and finishing feeding on meat and eating quality of young bulls and the relationship between muscle fibre characteristics, fibre fragmentation and meat tenderness. Meat Sci. 54: 187-196.
- Vézinhet, A., Prud'hon, N., 1975. Evolution of various adipose deposits in growing rabbits and sheep. Anim. Prod. 20, 363-370.
- Vieira C., Diaz M.T., B. Martinez A, Garcia-Cachan M.D., 2009. Effect of frozen storage conditions (temperature and length of storage) on microbiological and sensory quality of rustic crossbred beef at different states of ageing. Meat science, 398, 398-404 pages.
- Vilette-Houssin Y., Thériez M., 1982. Facteurs de variation du poids à la naissance des agneaux. L'agneau et le chevreau nouveau nés. 7ème journées de la recherche ovine et caprine. INRA-ITOVIC, 165-186.
- Virling E, 2003. Les viandes dans l'aliment et boissons. CRDP. France. pp :170.
- Wallace, J.M., Luther, J.S., Milne, J.S., Aitken, R.P., Redmer, D.A., Reynolds, L.P., Hay Jr. W.W., 2006. Nutritional modulation of adolescent pregnancy outcome-A review. Placenta 27 (Suppl. A): S61-S68.
- Wang B., Xiong Y. 1998. Functional stability of antioxidant- washed, cryoprotectant-treated beef heat surimi during frozen storage. J. Food sci.; 62: 939-954, 991.

- Wildeus, S., Turner, K.E., Collins, J.R., 2005. Growth performance of Barbados Blackbelly, Katahdin and St. Croix hair sheep lambs fed pasture- or hay- based diets. *Sheep Goat Res. J.* 20, 37-41.
- Williamson, C.S., Foster, R.K., Stanner, S.A., Buttriss, J.L., 2005. Red meat in the diet. *British Nutrition Foundation Nutrition Bulletin* 30, 323-355
- Winger R.J., Hagyard C.J. 1994. Juiciness-its importance and some contributing factors. In *Quality Attributes and their measurement*, in: Pearson A.M., Dutson T.R. (Eds.), *Meat, Poultry and Fish Products*. 94-124.
- Wolter, R. 1997. Alimentation de la vache laitière. Ed. France Agricole, Reprint, pp : 97.
- Wood J.D., Nute G.R., Richardson R.I., Whittington F.M., Southwood O., Plastaow G., Mansbridge R., Da Costa N., Chang KC. 2004. Effects of breed, diet, and muscle on fat deposition and eating quality in pigs. *Meat Sci.* 67: 651-667.
- Yakhlef, H. 2003. Approche systématique pour l'analyse du rôle de la paille traitée à l'urée ou à l'ammoniac dans l'amélioration des systèmes alimentaires des ovins. Thèse de Doctorat en Sciences Agronomiques. pp : 156.
- Yakhlef, H., Triki, S. 2007. Effet de la saison de traitement à l'urée sur la valeur alimentaire de la paille chez le mouton. *Sciences et Technologie.* 26, 33-39.
- Young O.A., Baumeister B.M.B. 1999. The effect of diet on the flavour of cooked beef and the odour compounds in beef fat. *NZ J. Agric. Res.* 42: 297-304.
- Youssao A.K.I., Verleyen V., Michaux C., Clinquart A, Leroy P.L., 2002. Composition de la carcasse, qualité de la viande et exploitation du Piétrain stress négatif ». Université de Liège, Faculté de Médecine Vétérinaire, Département des productions animales, 20 Boulevard de Colonster, B43, 4000 Liège, Belgique. 329-338.
- Zhou G.H., Xu X.L., Liu Y. 2010. Preservation technologies for fresh meat - A review. *Meat science*, 120-128.
- Zurita Juarez M.C., Vera Y Vega A., Aparicio Ruiz F., 1980. Contribucion al studio y a la tipificacion de las canales de corderos de raza Manchega. *Arch. Zootec.*, 114: 139-190.
- Zygoiannis, D., Katsaounis, N., Stamataris, C., Arsenos, G., Tsaras, L., Doney, J., 1999. The use of nutritional management after weaning for the production of heavier lamb carcasses from Greek dairy breeds. *Livest. Prod. Sci.* 57, 279-289.

Partial substitution of barley for corn: effect on “Hamra” lamb growth performance, carcass and meat characteristics

**Kaddour Ziani & Méghit Boumédiène
Khaled**

**Tropical Animal Health and
Production**

ISSN 0049-4747

Trop Anim Health Prod
DOI 10.1007/s11250-015-0983-4

Volume 47 · Number 8 · December 2015

**ONLINE
FIRST**

**Tropical
Animal Health
and Production**



Published in association with the
Centre for Tropical Veterinary Medicine,
University of Edinburgh

 Springer

 Springer

Your article is protected by copyright and all rights are held exclusively by Springer Science +Business Media Dordrecht. This e-offprint is for personal use only and shall not be self-archived in electronic repositories. If you wish to self-archive your article, please use the accepted manuscript version for posting on your own website. You may further deposit the accepted manuscript version in any repository, provided it is only made publicly available 12 months after official publication or later and provided acknowledgement is given to the original source of publication and a link is inserted to the published article on Springer's website. The link must be accompanied by the following text: "The final publication is available at link.springer.com".

Partial substitution of barley for corn: effect on “Hamra” lamb growth performance, carcass and meat characteristics

Kaddour Ziani^{1,2} · Méghit Boumédiène Khaled¹

Received: 27 July 2015 / Accepted: 13 December 2015
© Springer Science+Business Media Dordrecht 2015

Abstract The aim of this study was to investigate the effect of two kinds of given diets on growth, on some carcass characteristics and on the major meat nutrients of local Algerian sheep breed. The investigated sheep breed called “Hamra” is one of the most famous breeds in Algeria. Among one 106 animals, 40 lambs were selected according to their age, similar livestock characteristics and body weight. The samples were divided into two equal groups: control and experimental lambs according to their live weight; 24.63 ± 0.47 and 24.35 ± 0.64 kg, respectively. Both groups were fed with two varieties of concentrate diets: corn diet based for the first group of control lambs ($n=20$) and corn substituted by barley (*Variety Saïda 183*) for the second experimental group lambs ($n=20$). Both diets were supplemented with 200 g straw of barley/animal/ration. The chemical analysis of diets showed an elevated crude fibre content in the commercial concentrate. However, the experimental concentrate contained higher amounts of calcium. After 59 days of fattening, no significant difference was found among the two studied groups on the growth performance ($p > 0.05$), showing the same final body weight. In contrast, a significant difference was found ($p \leq 0.001$) in relation to the cost of the given diet. This could affect the price of the produced meat. At 37.85 ± 0.78 kg live weight, 10 lambs fed with experimental concentrate were slaughtered. The dressing percentage was 46.65 %, with 2.49 % of carcass

shrink. Furthermore, an interesting percentage of total muscle was obtained (63.73 %) with a good carcass conformation scoring 9.56. Compared to other breed sheep, Hamra carcass could be considered as the most valuable one economically.

Keywords Hamra lamb · Feeding cost · Growth performance · Meat · Carcass characteristics

Introduction

In Algeria, sheep and lambs represent 79 % of the total national stock. “Hamra” breed is the second important native breed in number and in distribution (exactly Northwestern). This breed is tolerant to the most extreme environmental conditions and mixed farming environments. Among its characteristics; brown, large face, brown legs, and white, open fleece of medium fineness, with thin-tailed, and rams fairly well-developed spiral horns (Chellig 1992).

Sheep production has always been of great importance to the economy of Algeria, mainly in the Algerian population diet. Hamra lamb has an excellent quality; more tender and less intense flavour, compared to other lambs commercialized in Algeria. It should be noticed that lamb meat is one of the most expensive food products in Algeria, due to the higher fattening costs, still increasing over the last decades.

In Algeria, the fattening systems of lambs are based usually on ewes' milk in the first time, and milk plus a concentrate until weaning and thereafter concentrate. On farms, the selection of the type of concentrate is mainly based on its price. The price of corn is basically 30–60 % greater than the price of local barley, because corn are imported (Maize imports 3.15 million tons in 2011) (FAO-Stat 2013).

Intensive fattening of lambs, is most practiced in Algeria, based on cereal grains such as barley (whole, crushed and

✉ Kaddour Ziani
zianivet07@gmail.com

¹ Laboratory of Biototoxicology, Department of Biology, Faculty of Natural and Life Sciences, Djillali Liabes University, Sidi-bel-Abbes, Algeria

² Department of Biology, Faculty of Sciences, Dr.Taher Moulay University, Saida, Algeria

ground barley), common feed ingredients in local fattening operations. This practice is performed especially when it becomes impossible to fatten lambs under the natural conditions. Many studies analysed the effect of diets based on cereal grains, such as barley, promote rapid growth of sheep and cattle (McDonald et al. 1996).

When barley and wheat are introduced in diets, they are rapidly fermented by ruminal microbes than corn and sorghum (Cone et al. 1989) due to their richness in starch and energy. However, less starch degraded in the rumen for corn than for barley may result in less microbial protein synthesis (Stern et al. 1978). Therefore, optimal starch degradation in the rumen is fundamental to improve efficiency of microbial protein synthesis in the rumen. Conversely, feeding a highly fermentable grain, such as barley, may have a greater detrimental effect on ruminal fibre digestion than feeding a less fermentable grain (Ørskov and Fraser 1975).

Few studies on carcass and meat quality of Hamra lambs have been published. Therefore, the aim of the present work, which constituted a part of a national project, was to assess the impact of fattening, animal performance, carcass characteristics and meat chemical composition of Hamra lambs. It is well known that reducing the cost of meat production constitutes one of the aims of meat industry. The reason for what a particular attention was paid to the cost of meat production.

Material and methods

Location, animals and experimental facilities

Description of farm

The protocol was conducted at the level of Livestock Technical Institute (LTI) of Ain-Hadjar (3 km from Ain-Hadjar district and 10 km from Saida city (Southwestern Algeria), located at latitude (34–35°) and longitude (0-SE) and (1015) m above the sea level. In this region, generally, the climate is hot and semi-arid. The experiment begun in September of the year 2013 and ended in April 2014. The temperature ranged from 10 to 20 °C and 27 to 35 °C, respectively. The relative humidity varied from 50 to 96 %.

Description of animals and treatment

All data, related to the investigated lambs, were recorded from their birth to slaughtering, such as their identification number, their sex and their birth mode. The lambs were weighed within 12 h of birth, and then every 20 days until weaning at 99.15 ± 1.07 days old.

Usually, the weaning is accompanied by stress that causes a drop in feed intake and a reduction in growth, modifying body composition.

Forty weaned male lambs were then selected. They were born as singles, non-castrated, aged 141.15 ± 1.07 days, and weighted 24.49 ± 0.39 kg. Two identical groups were constituted based on the age, similar livestock characteristics and the body weight (24.63 ± 0.47 vs. 24.35 ± 0.64 kg). The first group received a commercial concentrate (CC) while the second was offered a diet prepared in farm labelled: experimental concentrate (EC). Each group of lambs was housed in feedlots (3 m × 6 m).

All lambs were dewormed by dosing Valbazen 1.9 % (Pfizer, *Animal health*) at a dose of 2 ml/10 kg live weight and Ivomec (*Merial Labs.*) at a dose of 1 ml/50 kg. All animals were vaccinated against enterotoxaemia via subcutaneous injection 2 ml of Coglavax (*Ceva, Animal health*).

Description of diets

The experimental diet was prepared, consisting of 73 % crushed barley, 25 % soybean meal, 1 % mineral mixture and 1 % vitamins. Moreover, the metabolizable energy of the diet was calculated according to Freer et al. (2007). The chemical composition of the diet is summarized in Table 1.

Each kilogram of the vitamin–mineral premix contained vitamin A (1,200,000 IU), vitamin D3 (250,000 IU), vitamin E (5000 mg), calcium (341.1 g), magnesium (30 g), iron (4000 mg), manganese (5000 mg), zinc (5000 mg), cobalt (29.7 mg), iodine (100 mg), selenium (40 mg), nicotinic acid (1200 mg), sulphur (10 g), and molybdenum (50 mg).

All lambs were weighed when they entered the feedlot area and then at every 20 days at the same time of day until the end of the experiment.

In order to minimize the risk of gastrointestinal disorders, lambs were gradually allowed for 10 days of adaptation period to the introduced ration. The amount of feed offered was adjusted daily, in the first 800 g during 10 days and finishing by 1000 g during 39 days. The half of the ration was given at 09:00 am and the remaining at 03:00 pm, plus 200 g of barley straw for each animal. Fresh drinking water was available during the whole day.

Analytical methods

Animals

Before the first feed of the day, lamb live weights and growth rate were recorded at the beginning and at the end of the experiment, and then at every 20 days. It should be mentioned that from birth to weaning period and from weaning to 200 days of age, the average daily gain (ADG) was determined.

Table 1 Chemical composition of diets and the barley straw

Diets		Commercial concentrate (CC)	Experimental concentrate (EC)	Barley straw
Chemical composition (g/kg)	Dry matter	909.4	904.0	883.5
	Organic matter	847.0	843.7	820.9
	Crude protein	157.5	149.2	21.9
	Ether extract	31.2	27.8	–
	Crude fibre	69.9	38.2	399.7
	Ash	58.0	60.3	62.6
	Calcium	7.40	13.4	6.3
	Phosphorus	3.0	4.0	–
	Ca:P ratio	2.47	3.35	–
	NDF (Neutral Detergent Fibre)	120	167	700
	ADF (Acid Detergent Fibre)	40	59	441
Metabolizable energy (Megajoule/kg of Dry Matter)		11.85	17.82	

By computing the costs of feeding, fattening process in DZD/kg of body weight gain was estimated for each group.

Based on prices of the diet ingredients of year 2013, fattening cost was calculated and used to calculate the cost of meat production.

Diets

The diet samples were analysed at the level of LTI Central Laboratory in Algiers (capital of Algeria) according to the (AOAC 2005). The dry matter (DM) and ash concentration, in the diet samples, were determined after oven-drying the samples at 105 °C during 16 h then ashed in a muffle furnace at (550 °C for 4 h). The organic matter (OM) was calculated as DM–ash.

The crude protein was obtained by multiplying the total nitrogen (N) content by 6.25.

Neutral Detergent Fibre (NDF) and Acid Detergent Fibre (ADF) were determined according to the method described by Van Soest et al. (1991).

Slaughter procedure, carcass characteristics and chemical composition of meat

When animals achieved the fattening period, 10 lambs of the lot fed with EC were weighted and slaughtered (Slaughter live weight (SLW)) at the same day in the municipal abattoir of Saida city. After slaughter, the hot carcasses weight (HCW), internal fat depots weight, viscera weight were recorded, then chilled at 4 °C during 24 h and reweighed in order to calculate dressing percentage as cold carcass weight (CCW/SLW) ratio and carcass shrink (%) as $(HCW - CCW) \times 100/HCW$.

The carcasses were classified using EUROP carcass classification system for conformation score: scale from 1 (P–: poor) to 15 (E+: excellent) of the EUROP classification (E: excellent to P: poor) (European Union 1992). However, the fatness degree scales from 1 (1–: very low) to 12 (4+, very

high) (Colomer-Rocher et al. 1987). The carcasses were split longitudinally in two half sides. The left side was dissected into muscle, bone and fat. The muscle/bone (M/B), muscle/fat (M/F) ratios were determinate.

The fat thickness was measured with a calliper at 4 cm from the mid-line in the region of the 12–13 thoracic vertebrae (Colomer-Rocher et al. 1987).

To determine the tissue composition, meat samples were taken from the distal regions of *biceps femoris* and used for evaluation of physicochemical characteristics. The samples were trimmed of visible adipose and connective tissues, chopped, and homogenized using a blender. According to International Standards Organization (ISO) norms, we determined the total fat content (ISO 1443, 1973), nitrogen content (ISO 937 1978), moisture content (ISO 1442, 1997) and total ash (ISO 936 1998).

Calculations and statistical analysis

Diet intake, feed conversion rates, lambs growth, carcass characteristics, and meat composition were collected for each animal. All data were subjected to statistical analysis using SPSS 20.0 (Statistical Package for the Social Sciences, IBM Corporation; Chicago, IL. August 2011). Significance was set at $p < 0.05$.

Results and discussion

Diets and growth performance

The means of Diets and growth performance are summarized in Table 2.

a. Diets

The effect of both types of diets (EC vs. CC) on Hamra lambs growth performance was assessed under the same

conditions. In the CC diet, corn's rate was higher. Substituting barley with corn in the EC diet did not affect significantly the chemical composition of diets (Table 1). Several authors suggested that no differences in DM intake were observed in beef cattle fed high concentrate diets based on corn or barley (Martin-Orue et al. 2000) or their mixtures (Surber and Bowman 1998).

The consumption of concentrate mixture was similar in the two groups, and their growth was similar ($p > 0.05$). Therefore, total or partial substitution of corn by barley could have a positive effect on the diet cost ($p < 0.001$). When animals were received CC diet, the cost of their meat production was higher than those received EC diet. These results agree with those of Haddad and Nasr (2007), who suggested that a minimum of 20 % substitution of dietary DM from barley with corn was necessary to improve the performance and the feed efficiency.

Concerning dietary fibres, the CC diet had approximately a double quantity compared to the EC one; 6.99 vs. 3.82, respectively. This deficiency was corrected by the addition of straw. It is well documented that consumption of roughages by ruminants is positively correlated with digestibility (Galyean and Defoor, 2003).

During the feeding treatment, we noticed that the feed conversion ratio (FCR) of lambs oscillated, non-significantly ($p > 0.05$), between 5.63 in EC and 6.09 in CC diets. The FCR in Hamra lamb was inferior to 4.6–5.2 range as reported by Haddad and Nasr (2007) for "Awassi" lambs. Several authors reported, in the same way, that FCR for lambs stayed in the range 4–5 on high energy concentrate (Knott et al. 2003), 5–6 under good quality diets (Fahmy et al. 1992).

For calcium and phosphorus levels, we reported differences in the mixed rations 13.4 vs. 7.4 and 4.0 vs. 3.0 g/kg in EC and CC diets, respectively.

The high level of calcium observed in EC diet could be

explained by the important amount of this mineral in the principal component of the concentrate. Corn contains basically 0.2 g and barley 0.6–0.9 g of Ca/kg of DM (Agricultural Food and Research Council (AFRC)), (1991). In addition, for this element, it is difficult to define the requirements, which varied considerably from one authority to another, due to disagreement on a realistic coefficient of absorption from which to generate gross requirements (Portilho et al. 2006). AFRC, (1991) suggested for growing lambs (20 kg of body weight and growth average day 100 g) at the given dry-matter intakes (DMI) between (0.4–0.67 kg/day) (3.7–5.7 g/kg DM of calcium).

Concerning phosphorus requirements for lambs, the recommendations given by the National Institute for Agricultural Research in France (INRA 1978) are as follows: 3.5 g of phosphorus a day. However, the National Research Council of the USA (NRC 1985) recommends 2.5 g. In the study of (Portilho et al. 2006), the minimum requirement for growing "Santa Ines" sheep was 3.18 g/day of phosphorus.

b. Growth performance

The differences among production systems in terms of mean initial live-weight and final live-weight were not significant ($p > 0.05$). However, lambs from EC diet had little difference gain/initial weight ratio than lambs from CC diet. These results agree with a recent study (Bulent Ekiz et al. 2013) in which, no difference has been reported about the final live-weight.

2. Meat composition and carcasses' characteristics

The chemical composition parameters are summarized in Table 3. The obtained values agree with those reported by several studies (Andrés et al. 2007; Juárez et al. 2008). Several authors reported that diet treatments have no significant effect on chemical composition of the meat (Rodríguez et al. 2008), except a higher intramuscular fat observed for the lambs

Table 2 Productive performances of "Hamra" lambs during the experimental period

	EC (n=20)	CC (n=20)	p value
Birth weight (kg)	3.57±0.13	3.82±0.11	Ns
Initial live-weight (kg)	24.35±0.64	24.63±0.47	Ns
ADG before feeding period (g/animal/day)	119.05±28.17	120.24±10.85	Ns
Final live-weight (kg)	36.85±0.82	36.87±0.83	Ns
ADG after feeding period (g/animal/day)	230.26±15.49	213.16±17.69	Ns
Weight change (kg)	12.50±0.18	12.24±0.36	Ns
Gain/initial weight	51.33	49.69	Ns
Feed conversion ratio (FCR)	5.63	6.09	Ns
Feed cost/weight gain (DZD/kg)	120.08	194.85	<0.001

Cost (DZD/Ton) based on the average market price for 6 months prior to this experiment 1€ = 109.44 DZD. Feed conversion ratio FCR = ADFI (average daily feed intake)/ADG

Ns not significant

* $p \leq 0.05$; ** $p \leq 0.01$; *** $p \leq 0.001$

Table 3 Chemical composition of meat Hamra lambs

Chemical composition (%)	Moisture	Protein	Fat	Ash
Means ± SEM	75.76 ± 0.37	19.59 ± 0.22	3.48 ± 0.47	1.16 ± 0.08

receiving high concentration level ration. Mushi et al. (2009) reported an increase in the *longissimus dorsalis* fat content with increasing concentrate. Abdullah and Qudsieh (2008) did not report a change in protein percentage but an increase in intramuscular fat when slaughter weight went from 20 to 40 kg.

The performance and carcass data are presented in Table 4, in which we compared our results with other studies in different breeds of sheep fed with different rations and slaughter at different weights.

In the current trial, carcass weight increased with live weight but no live weight effect was detected on dressing percentage. Similar results were also reported higher dressing percentages in medium and heavy lambs compared with light lambs (Kremer et al. 2004).

We observed 46.65 % dressing percentage for Hamra lambs slaughtered at 36.85 kg. However, this dressing percentage value was higher than that reported by

Majdoub-Mathlouthi et al. 2013 for Barbarine ram lambs (43.9 %) slaughtered at the same slaughter weight 36.4 kg.

In “Churra Tensina” lambs, Carrasco et al., (2009) found a positive effect of the feeding system in slaughter weight, hot carcass weight, cold carcass weight, conformation score and fatness degree. However, Caparra et al. (2005) found no effect of feeding system on empty body weight or dressing percentage in “Merinizzata light” lambs reared on pasture or hay plus concentrate.

Pinheiro et al. (2009) observed that carcass yield was affected by a number of inherent and non-inherent animal factors, such as slaughter weight and animal breed.

Concerning the post-mortem shrinkage, 2.49 % of Hamra carcass shrink was observed in this study. This result agrees with Greer and Jones (1997) one, who observed evaporative weight losses of up to 2 % after overnight storage in the carcass of beef, pork, and lamb. Economically, the Hamra carcass

Table 4 Determination of the differences between carcasses' measurements

Measurements	Kinds of lamb			
	“Hamra” current study	Churra Tensina ^a	Awassi ^b	Barbarine ^c
Lamb weight (kg)				
Slaughter live-weight (SLW)	36.85 ± 0.82	22.9 ⁽¹⁾	37.2 ⁽¹⁾	36.40 ⁽¹⁾
Age at slaughter (day)	206	72 ⁽¹⁾	156 ⁽¹⁾	366
Carcass measurements				
Hot carcass weight (HCW) (kg)	17.63 ± 0.44	11.7 ⁽¹⁾	18.7 ⁽¹⁾	16.40 ⁽¹⁾
Cold carcass weight (CCW) (kg)	17.19 ± 0.42	11.4 ⁽¹⁾	18.1 ⁽¹⁾	16.0 ⁽¹⁾
Dressing percentage (DP) (%)	46.65	51.4 ⁽¹⁾	48.7 ⁽¹⁾	43.9 ⁽¹⁾
Carcass shrink	2.49	2.9 ⁽¹⁾	3.21 ⁽¹⁾	2.44 ⁽¹⁾
Fat thickness (mm)	4.60	1.74 ⁽¹⁾	4.0 ⁽²⁾	3.1 ⁽¹⁾
Percentages of major tissues				
Total of muscle (TM) (%)	63.73	59.5 ⁽¹⁾	47.3 ⁽¹⁾	52.0 ⁽²⁾
Total of fat (TF) (%)	15.43	22.2 ⁽¹⁾	25.1 ⁽¹⁾	25.4 ⁽²⁾
Total of bone (TB) (%)	20.84	21.8 ⁽¹⁾	16.7 ⁽¹⁾	19.9 ⁽²⁾
Muscle/bone ratio (MBR)	3.05	2.73 ⁽¹⁾	2.9 ⁽¹⁾	2.61 ⁽²⁾
Muscle/fat ratio (MFR)	4.13	2.68 ⁽¹⁾	2.0 ⁽¹⁾	2.05 ⁽²⁾
Internal fat depots (%)*	2.12	3.49 ⁽¹⁾	-	2.06 ⁽²⁾
Viscera (%)**	3.64	4.85 ⁽²⁾	3.52 ⁽²⁾	3.21 ⁽²⁾
Subjective carcass measurements				
Carcass conformation score (Cs)	9.56 ± 0.2	7.6 ⁽¹⁾	-	8.8 ⁽²⁾
Carcass fatness degree (Fd)	3.52 ± 0.07	6.4 ⁽¹⁾	-	9.2 ⁽²⁾

a.1 Carrasco et al. (2009), a.2 Joy et al. (2008), b.1 Obeidat et al. 2008, b.2 Haddad et al. 2006, c.1 Majdoub-Mathlouthi et al. 2013, c.2 Atti et al. 2003 with (body weight = 35.4 kg)

*% internal fat depots: sum of (kidney fat, mesenteric fat and pelvic fat)/SLW

**% viscera: sum of (liver, heart, kidneys, lungs and trachea)/SLW

shrink might be the most valuable because of the less moisture evaporation done during chilling. This was visible, comparing with the results obtained by Obeidat et al., (2008) in Awassi lamb slaughtered at 37.2 kg (3.21 %) and Carrasco et al. (2009) in Churra Tensina lambs slaughtered at 22.9 kg (2.9 %).

Concerning the fat distribution, we found (2.12 %). According to Chestnutt (1994), the proportion of the quantity of carcass fat depots is affected by feeding system and becomes lower when energy intake is limited.

Fat thickness was higher in Hamra lamb (4.60 mm). These results agree with those of Diaz et al. (2002), who found higher subcutaneous fat thickness when lambs were fed with concentrate compared with those grazed on pasture. This parameter was influenced by slaughter weight too (Diaz et al. 2003).

As for the fat thickness, the percentage for viscera in Hamra lamb (3.64 %) presented similar values as for Awassi and Barbarine lambs (3.52 and 3.21 %, respectively). However, compared to Churra Tensina, our values were lower as shown on Table 4. These results agree with those of Akin Yakan and Necmettin Ünal (2010) who indicated that the percentage for viscera decreased when slaughter weight increased.

In Table 4, Hamra lamb presented the greater percentages of the total of muscle (TM) percentage (63.73 %) and the lower percentage of total of fat (TF) percentage (15.43 %). Atti et al. (2003) found 52 % of TM and 25.4 % TF in “Barbarine” lambs carcass when Obeidat et al. 2008 found 47.3 % of TM and of 25.1 % TF in Awassi. However, Carrasco et al. 2009 reported 59.5 % of TM and 22.2 % of TF in Churra Tensina. It appears that Hamra lambs had less level of fat, probably due to the limited energy consumption. This finding agrees with the one of (Notter et al. 1984) who stated that breed dependent differences in fat content are associated with variations in feed efficiency.

Hamra lambs have a considerable muscle/fat ratio (MFR) of 4.13 and muscle/bone ratio (MBR) of 3.05, compared to other breeds of sheep as described in Table 4. The MBR is often associated with superior muscularity, in comparison with cattle and sheep. (Purchas et al. 2002) suggest that breeds with higher muscularity tend to have higher MBR. Some exceptions can occur, especially when bones are proportionally longer or heavier. However, bone is a tissue with early development in all animal species and does not depend on regimen at older ages. On the other hand, fat depots depend on nutrient utilization.

Regarding Hamra carcass conformation score (Cs), we recorded 9.56, considered as a good score compared to other studies (Table 4). This result agrees with the one obtained by Kempster et al. 1986, who indicated that animals of good conformation are alleged to have carcasses with more lean meat than animals of poor conformation. However, fatness would be the best indicator of carcass composition since fat

and muscle percentages are inversely correlated (Taylor et al. 1989).

Nevertheless, the lamb carcass fatness degree (Fd) obtained in the current investigation was relatively low (3.52). This could be explained as a consequence of the lower energy availability in relation to amounts of concentrate distributed by day. The level of carcass fat depots is correlated positively with the energy intake (Chestnutt 1994). Yet, the livestock production system (Diaz et al. 2002) and the type and form of concentrate consumed (Mann and Ørskov 1975) influence the lamb carcass and meat variability, particularly modifying fatness.

Fattening diet constitutes the major element that influences the cost of meat sheep production systems. In the current work, the partial or total substitution of corn by barley in diets of Hamra lambs had no effect on growth performance and final weight gain. However, this substitution led to the reduction of the meat price providing a considerable financial advantage. Hamra lamb is a breed that grows rapidly and efficiently to the desired weight, since the body contains a minimum of bones, a maximum of muscle and an optimal amount of fat.

Compliance with ethical standards

Conflict of interest The authors declare that they have no competing interests.

References

- Abdullah Y.A., Qudsieh R.I. 2008. Carcass characteristics of Awassi ram lambs slaughtered at different weights. *Livestock Science*, 117, 165–175.
- Agricultural Food and Research Council (AFRC). 1991. A reappraisal of the calcium and phosphorus requirements of sheep and cattle. *Nutrition Abstracts and Reviews*, 61, 573–612.
- Akin Yakan and Necmettin Ünal, 2010. Meat production traits of a new sheep breed called Bafra in Turkey 1. Fattening, slaughter, and carcass characteristics of lambs. *Trop Animal Health and Production*, 42:751–759
- Andrès, S., Murray, I., Navajas, E. A., Fisher, A. V., Lambe, N. R., & Bunger, L. 2007. Prediction of sensory characteristics of lamb meat samples by near infrared reflectance spectroscopy. *Meat Science*, 76, 509–516.
- AOAC, 2005. Official method of analysis. 18th ed. AOAC Int. Gaithersburg, MD
- Atti N., Ben Salem H., Priolo A. 2003. Effects of polyethylene glycol in concentrate or feed blocks on carcass composition and offal weight of Barbarine lambs fed *Acacia cyanophylla Lindl. foliage*. *Animal Research*, 52, 363–375.
- Bulent Ekiz, Gulcan Demirel, Alper Yilmaz, Mustafa Ozcan, Hulya Yalcintan, Omur Kocak, Ahmet Altinel. 2013. Slaughter characteristics, carcass quality and fatty acid composition of lambs under four different production systems. *Small Ruminant Research*, 114, 26–34.

- Caparra P., Foti F., Scerra M., Cilione C., Vottari G., Sinatra M.C. 2005. Influence of ewe feeding systems on carcass quality of suckling lambs. *Italian Journal of Animal Science*, 4, 354–356.
- Carrasco S., Ripoll G., Sanz A., Álvarez-Rodríguez J., Panea B., Revilla R., Joy M., 2009. Effect of feeding system on growth and carcass characteristics of Churra Tensina light lambs. *Livestock Science*, 121, 56–63.
- Chellig R. 1992. The Algerian sheep breeds. First Edition. Office of University Publications. 80 p.
- Chestnutt D. M. B. 1994. Effect of lamb growth rate and growth pattern on carcass fat levels. *Animal Production*, 58, 77–85.
- Colomer-Rocher, F., Morand-Fehr, P. and Kirton, A.H. 1987. Standard methods and procedures for goat carcass evaluation, jointing and tissue separation. *Livestock Production Science*, 17, 149–159.
- Cone J. W., W. Cline-Theil A. Malestein, and A. th van't Klooster. 1989. Degradation of starch by incubation with rumen fluid. A comparison of different starch sources. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 49:173.
- Diaz M.T., Velasco S., Caneque V., Lauzurica S., Ruiz de Huidobro F., Perez C., Gonzales J., Manzanera C. 2002. Use of concentrate or pasture for fattening lambs and its effect on carcass and meat quality. *Small Ruminant Research*, 43, 257–268.
- Diaz M.T., Velasco S., Perez C., Lauzurica S., Huidobro F., Caneque V. 2003. Physico-chemical characteristics of carcass and meat Manchego-breed suckling lambs slaughtered at different weights, *Meat Science*. 65, 1247–1255.
- European Union. 1992. Council Regulation (EEC) No 2137/92 of 23 July 1992 concerning the Community scale for the classification of carcasses of ovine animals and determining the Community standard quality of fresh or chilled sheep carcass and extending Regulation (EEC) No 338/91. *Official Journal L 214 of 30-07-1992*.
- Fahmy M. H., Boucher J. M., Pose L. M., Grégoire R., Butler G., Comeau J. E. 1992. Feed efficiency, carcass characteristics, and sensory quality of lambs, with or without prolific ancestry, fed diets with different protein supplements. *Journal of Animal Science*, 70, 1365–1374.
- Faostat 2013. <http://faostat.fao.org>. Accessed 20 March 2015.
- Freer, M., Dove, H., Nolan, J., 2007. *Nutrient Requirements of Domesticated Ruminants*. CSIRO Publishing, Canberra.
- Galyean M.L., Defoor P.J. 2003. Effects of roughage source and level on intake by feedlot cattle. *Journal of Animal Science*, 81 (Suppl. 2), E8–E16.
- Greer G.C., Jones S.D.M. 1997. Quality and bacteriological consequences of beef carcass spray-chilling: Effects of spray duration and boxed beef storage temperature. *Meat Science*, 45, 61–73.
- Haddad S.G., Husein M.Q., Sweidan R.W. 2006. Effects of castration on growth performance and carcass characteristics of Awassi lambs fed high concentrate diet. *Small Ruminant Research*, 65, 149–153
- Haddad S.G., Nasr R.E. 2007. Partial replacement of barley grain for corn grain: Associative effects on lambs' growth performance. *Small Ruminant Research*, 72, 92–95.
- ISO 1442, 1997. International standards meat and meat products. Determination of nitrogen content.
- ISO 1443, 1973. International standards meat and meat products. Determination of total fat content.
- ISO 936, 1998. International standards meat and meat products. Determination of total ash in meat.
- ISO 937, 1978. International standards meat and meat products. Determination of nitrogen content.
- Joy M., Ripoll G., Delfà R. 2008. Effects of feeding system on carcass and non-carcass composition of Churra Tensina light lambs. *Small Ruminant Research* 78, 123–133.
- Juárez M., Horcada A., Alacde M. J., Valera M., Mullen A.M., Molina A. 2008. Estimation of factors influencing fatty acid profiles in light lambs. *Meat Science*, 79, 203–210.
- Kempster A. J., Chadwick J. P., Cue R. I., Granley-Smith M. 1986. The estimation of sheep carcass composition from fat and muscle thickness measurements taken by probes. *Meat Science*, 16, 113–126.
- Knott S.A., Leury B.J., Cummins L.J., Brien F.D., Dunshea F.R. 2003. Relationship between body composition, net feed intake and gross feed conversion efficiency in composite sire line sheep. In: Souffrant, W.B. and C.C. Metges eds. (Progress in research on energy and protein metabolism). EAAP publ. Wageningen. 109 p.
- Kremer R., Barbato G., Castro L., Rista L., Rosés L., Herrera V., Neirotti V. 2004. Effect of sire breed, year, sex and weight on carcass characteristics of lambs. *Small Ruminant Research*, 53, 117–124.
- Majdoub-Mathlouthi L., Saïd B., Say A., Kraiem K., 2013. Effect of concentrate level and slaughter body weight on growth performances, carcass traits and meat quality of Barbarine lambs fed oat hay based diet. *Meat Science*, 93, 557–563.
- Mann S.O., Ørskov E.R. 1975. The effect of feeding whole or pelleted barley to lambs on their rumen bacterial populations and pH. (Proceedings of the Nutrition Society 34), 63–64.
- Martin-Orue S.M., Balcells J., Vicente F., Castrillo C. 2000. Influence of dietary rumen-degradable protein supply on rumen characteristics and carbohydrate fermentation in beef cattle offered high-grain diets. *Animal Feed Science and Technology*, 88, 59–77.
- McDonald P., Edward R.A., Greenhalgh J.F.D.F., Morgan C.A. 1996. *Animal Nutrition*. (Logman Scientific and Technical). Harlow, UK. 155 p.
- Mushi D.E., Safari J., Mtenga, L.A., Kifaro G.C., Eik L.O. 2009. Effects of concentrate levels on fattening performance, carcass and meat quality attributes of Small East African × Norwegian crossbred goats fed low quality grass hay. *Livestock Science*, 124, 148–155.
- National Institute for Agricultural Research (INRA). 1978. *Nutrition of Ruminant*. INRA Publications, Versailles (France).
- National Research Council (NRC). 1985. *Nutrient Requirement of Sheep*. (National Academic Press), Washington. 99 pp.
- Notter D.R., Ferrel C.L., Field R.A., 1984. Effects of breed and intake level on growth and feed efficiency in ram lambs. *Journal of Animal Science*, 58, 560–576.
- Obeidat B.S., Abdullah A.Y., Al-Lataifeh F.A. 2008. The effect of partial replacement of barley grains by *Prosopis juliflora pods* on growth performance, nutrient intake, digestibility, and carcass characteristics of Awassi lambs fed finishing diets. *Animal Feed Science and Technology*, 146, 42–54.
- Ørskov, E. R., and C. Fraser. 1975. The effect of processing of barley based supplements on rumen pH, rate of digestion and voluntary intake in sheep. *British Journal of Nutrition*. 34:493.
- Pinheiro R.S.B., Jorge A.M., Souza H.B.A. 2009. Carcass and non-components of carcass characteristics of discarded ewes slaughtered at different physiological stages. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38, 1322–1328.
- Portilho F.P., Vitti D.M.S.S., Abdalla A.L., McManus C.M., Rezende M.J.M., Louvandini H. 2006. Minimum phosphorus requirement for Santa Ines lambs reared under tropical conditions. *Small Ruminant Research*, 63, 170–176.
- Purchas R.W., Silva Sobrinho A.G., Garrick D.J., Lowe K.I. 2002. Effects of age at slaughter and sire genotype on fatness, muscularity, and the quality of meat from ram lambs born to Romney ewes. *New Zealand of Agricultural Research*, 45, 77–86.
- Rodríguez A.B., Bodas R., Prieto N., Landa R., Mantecón A.R., Giráldez F.J. 2008. Effect of sex and feeding system on feed intake, growth, and meat and carcass characteristics of fattening Assaf lambs. *Livestock Science*, 116, 118–125.
- SPSS (2011). *Statistical Package for the Social Sciences*, release 20.0. Chicago, IL, USA: SPSS Inc.
- Stem, M. D., H. Hoover, C. J. Sniffen, B. A. Crooker, and Knowlton P. H. 1978. Effects of non-structural carbohydrate, urea, and soluble

- protein levels on microbial protein synthesis in continuous culture of rumen contents. *Journal of Animal Science*. 47:944.
- Surber L.M.M., Bowman J.G.P. 1998. Monensin effects on digestion of corn or barley high concentrate diets. *Journal of Animal Science*, 76, 1945–1954.
- Taylor St. C.S., Murray J.I., Thonney M.L. 1989. Breed and sex differences among equally mature sheep and goats. 4. Carcass muscle, fat and bone. *Animal Production*, 49, 385–409.
- Van Soest P.J., Robertson J.B., Lewis B.A. 1991. Methods for dietary fibre, neutral detergent fibre, and nonstarch carbohydrates in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74, 3583–3597.