

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Université Abdelhamid Ben  
Badis-Mostaganem  
Faculté des Sciences de la  
Nature et de la Vie



جامعة عبد الحميد بن باديس  
مستغانم  
كلية علوم الطبيعة و الحياة

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

## MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par

M<sup>lle</sup> BAKHTI Asma

Pour l'obtention du diplôme de

**MASTER EN BIOLOGIE**

**Spécialité : ANALYSES BIOLOGIQUES ET BIOCHIMIQUES**

THÈME

**Effets de la congélation sur les aptitudes nutritionnelles et qualités microbiologiques des viandes d'agneaux issues des pâturages steppiques de Djelfa et des hautes plaines de Mostaganem**

Soutenu publiquement le 21 Juin 2017

DEVANT LE JURY

Président	AIT-SAADA Djamel	M. C. A.	Université de Mostaganem
Encadreur	BOUDEROUA Kaddour	Pr.	Université de Mostaganem
Examineur	BEKADA AHMED Mohamed Ali	Pr.	Centre Universitaire de Tissemsilet
Examinatrice	BENMAHDI Faiza	M. A. A.	Université de Mostaganem

Thème réalisé au Laboratoire de Technologie Alimentaire et Nutrition, Université de Mostaganem

Année universitaire : 2016 / 2017

# DÉDICACES

*Je dédie ce modeste travail*

*A mon Père*

*A ma Mère*

*A mes très chers sœurs et frères :*

*« Sarah et Hadjer »*

*Et*

*« Abdelhafid, Abdenour et Ismail Mohamed »*

*A toute la famille BAKHTI et MOUSSAOUI et à tous mes chères amies*

*« Majda, Nourhan, Sarah et Médina »*

*A tous les étudiants de ma promotion*

*Parcours de Master « Analyses Biologiques et Biochimiques ».*

*Enfin, à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la  
réalisation de ce travail.*

# REMERCIEMENTS

*Il n'est pas aisé de trouver des mots justes et sincères pour exprimer mes chaleureux remerciements à mes encadreurs, aux membres du jury,*

*Monsieur AIT SAADA Djamel, Maître de conférences*

*Et je suis sensible à l'honneur qui' il m'a fait, en acceptant de présider ce jury.*

*Je tiens à remercier vivement Monsieur le Professeur BEKADA AHMED Mohamed Ali pour l'intérêt qu'il a porté à mon travail et pour avoir accepté de l'examiner.*

*Je voudrais remercier Madame BENMAHDI Faiza, Maître assistante A pour avoir bien voulu examiner ce travail.*

*Une pensée particulière pour Monsieur le Professeur BOUDEROUA Kaddour et qui a bien voulu suivre et diriger ce travail avec ses conseils précieux et surtout sa patience et ses critiques qui ont été pour moi fructueuses.*

*Je voudrais remercier également BENATI Fatima qui j'exprime ma profonde gratitude pour son soutien et ses encouragements et pour l'ambiance amicale dans le laboratoire qu'elle a constamment créée.*

*Mes remerciements vont droit à l'ensemble du corps enseignant des départements de Biologie et d'Agronomie, qui ont contribué à ma formation.*

*A tous ceux qui m'ont soutenu et aidé, je leurs dis Merci.*

# Sommaire

	<b>Page</b>
Introduction	01
Partie théorique	
Chapitre I : Situation de la viande rouge dans le monde et en Algérie	03
I.1. Situation de la viande ovine dans le monde et en Algérie	03
I.2. Evolution de la consommation de la viande dans le monde	04
I.3. Système d'élevage production et consommation de la viande ovine	05
I.4. Elevage steppique	05
Chapitre II : Caractéristiques nutritionnelles et diététiques des viandes ovines	07
II.1. Définition de la viande	07
II.2. Evolution de la viande après l'abattage	07
II.3. Caractéristiques biochimiques du muscle	08
II.3.1. Les protéines	08
II.3.2. Les lipides	10
II.3.3. Les glucides	10
II.3.4. Les vitamines	10
II.3.5. Les minéraux	10
II.4. Caractéristiques physico-chimiques	11
II.4.1. Teneur en eau	11
II.4.2. pH	11
II.5. Critères de la qualité de la viande	12
II.5.1. Qualités de la viande	12
II.5.2. Qualité nutritionnelle	12
II.5.3. Qualité hygiénique	12
II.5.4. Qualité de service ou d'usage	13
II.5.5. Qualité organoleptique	13
Chapitre III : Microbiologie, sécurité sanitaire et variations qualitatives de la viande conservée	16
III.1. Introduction	16
III.2. Intérêt de l'utilisation du froid	16
III.3. Origine de la contamination de la viande	17
III.3.1. Origine exogène	17
III.3.1.a. Le personnel	18

III.3.1.b. Infrastructure et équipements	18
III.3.1.c. Le milieu	18
III.3.2. Origine endogène	20
III.4. Conditions de multiplication des microorganismes	21
III.4.1. Activité de l'eau	21
III.4.2. Potentiel d'hydrogène	21
III.4.3. Température	22
III.4.4. Potentiel d'oxydoréduction	22
III.5. Durée de conservation et détérioration de la viande	23
III.6. Différent type de conservation	23
III.6.1. Réfrigération	23
III.6.2. Congélation	25
III.6.2.a. Influence de la congélation sur les microorganismes	26
III.6.2.b. Influence de la conservation sur la qualité nutritionnelle	27

## Partie expérimentale

### Chapitre IV : Matériels et méthodes 29

IV.1. Objectif de l'étude	29
IV.2. Echantillons étudiés	29
IV.3. Conservation et transport des échantillons	30
IV.4. Analyses physico-chimiques	30
IV.4.1. Détermination de la teneur en matière sèche	30
IV.4.2. Détermination de la teneur en matière minérale	31
IV.4.3. Détermination des lipides totaux	31
IV.4.4. Dosage des protéines brutes	32
IV.4.5. Estimation de degré d'oxydation des lipides de la viande	34
IV.5. Analyses microbiologiques	35
IV.5.1. Dénombrement de la flore aérobie mésophile totale	36
IV.5.2. Dénombrement des coliformes totaux	37
IV.5.3. Dénombrement des <i>Staphylococcus</i>	38
IV.5.4. Recherche de <i>Salmonella</i>	38
IV.5.5. Dénombrement des spores de <i>Clostridium Sulfito-réducteurs</i>	38
IV.6. Analyse statistique	38

### Chapitre V : Résultats et discussions 39

V.1 Effet de la conservation sur les caractères physico-chimiques	39
V.1.1. La teneur en matière sèche	39
V.1.2. La teneur en matière minérale	40
V. 1.3. Teneur en eau	41
V. 1.4. Teneur en protéines	43

V.1.5.	Teneur en lipides	44
V.1.6.	Degré de peroxydation lipidique de la viande ovine	46
V.2.	Effet de la conservation sur la qualité microbiologique des viandes testées	47
V.2.1.	Evolution de la <i>Flore aérobic mésophile totale</i>	47
V.2.2.	Evolution des <i>Staphylococcus aureus</i>	49
V.2.3.	Evolution des <i>Coliformes Fécaux</i>	50
V.2.4.	Effet de la conservation de la viande ovine sur l'évolution des <i>Clostridium Sulfito-réducteurs</i>	51
V.2.5.	Effet de la conservation de la viande sur l'évolution des Salmonelles	51
V.3.	Discussion générale	51
V.3.1.	Caractéristiques physico-chimiques	51
V.3.1.a.	Teneur en matière sèche et en humidité	51
V.3.1.b.	Teneur en matière minérale	52
V.3.1.c.	Teneur en lipides	52
V.3.1.d.	Teneur en protéines	52
V.3.1.e.	Degré de peroxydation lipidique	53
V.3.2.	Qualité microbiologiques de la viande	53
	Conclusion générale	55
	Références bibliographiques	57

## **Liste des figures**

	Page
Figure I. 1. : Evolution de la consommation de viande dans le monde (FAO OCDE, 2013).	03
Figure II. 1. : Cycle de la couleur de la viande fraîche (Touraille, 1994).	13
Figure III. 1. : Mécanisme de contamination superficielle des carcasses à l'abattoir (Nicolle, 1986).	18
Figure IV. 1. : Préparation des dilutions décimales	35
Tableau V. 1. : Evolution de la teneur en matière sèche (g/100g) de la viande ovine durant toute la durée de conservation.	39
Figure V. 1. : Evolution au cours de la conservation au froid négatif (-20°C) de la teneur en matière sèche de la viande d'agneau issue de pâturage steppique et haut plaine.	40
Figure V. 2. : Evolution au cours de la conservation au froid négatif (-20°C) de la teneur en matière minérale de la viande d'agneau issue de pâturage steppique et haut plaine.	41
Figure V. 3. : Evolution au cours de la conservation au froid négatif (-20°C) de la teneur en eau de la viande d'agneau issue de pâturage steppique et haut plaine.	42
Figure V. 4. : Evolution au cours de la conservation au froid négatif (-20°C) de la teneur en protéines de la d'agneau issue de pâturage steppique et haut plaine.	44
Figure V. 5. : Evolution au cours de la conservation au froid négatif (-20°C) de la teneur en matière grasses de la viande d'agneau issue de pâturage steppique et haut plaine.	45
Figure V. 6. : Evolution au cours de la conservation au froid négatif (-20°C) du taux du MDA de la viande d'agneau issue de pâturage steppique et haut plaine.	46
Figure V. 7. : L'évolution de la flore aérobie mésophile totale au cours de la conservation par congélation (-20°C) viande d'agneau issue de pâturage steppique et haut plaine.	48
Figure V. 8. : L'évolution des <i>Staphylococcus aureus</i> au cours de la conservation par congélation (-20°C) de la viande d'agneau issue de pâturage steppique et haut plaine.	49
Figure V. 9. : L'évolution des coliformes fécaux au cours de la conservation par congélation (-20°C) de la viande ovine élevées en pâturage steppique et haut plaine.	50

## **Liste des tableaux**

	Page
Tableau I. 1. : Production mondiale de la viande ovine (FAO, 2012).	02
Tableau I. 2. : Evolution des cheptels (FAO, February 2012 ; Sources statistiques agricoles).	04
Tableau II. 1. : Composition biochimique de muscle (Coibion, 2008 ; Ludovic, 2008).	07
Tableau II. 2. : Composition en protéines des muscles de viande (en g pour 100 g de protéines totales) (Linden and Lorient, 1994).	08
Tableau II. 3. : Teneur en Fer héminique de différentes viandes (Interbev, 2005).	10

Tableau V. 2. : Evolution de la teneur en matière minérale (g/100g) de la viande ovine durant toute la durée de conservation.	41
Tableau V. 3. : Evolution de la teneur en eau (g/100g) de la viande ovine durant toute la durée de conservation.	42
Tableau V. 4. : Evolution au cours de la conservation au froid négatif (-20°C) de la teneur en protéine de la viande d'agneaux élevées en pâturage steppique et haut plaine.	43
Tableau V. 5. : Evolution de la teneur en matières grasses (g/100g) de la viande ovine durant toute la durée de conservation.	44
Tableau V. 6. : Evolution du taux du MDA (en mg (éq)/kg) de la viande ovine durant toute la durée de conservation.	46
Tableau V. 7. : Evolution de la Flore aérobie mésophile totale de la viande ovine durant toute la durée de conservation.	48
Tableau V. 8. : Evolution des <i>Staphylococcus aureus</i> de la viande ovine durant toute la durée de conservation	49
Tableau V. 9. : Evolution des coliformes fécaux de la viande ovine durant toute la durée de conservation.	50



## Introduction

De par sa teneur en protéines à haute valeur biologique, la viande est un aliment de grande valeur nutritionnelle. La viande rouge est également une source importante de fer, dont la majeure partie se trouve sous forme hémique, et de vitamines du groupe B, notamment la vitamine B12 antianémique. Elle apporte également des quantités notables de lipides et de cholestérol.

Par ailleurs, du fait d'une hausse croissante de la demande en viande, les méthodes d'élevage se sont radicalement transformées et devenues bien éloignées du modèle «paysan» et des petites fermes familiales. Ce changement du régime d'élevage (autrefois nourrit à l'herbe, aujourd'hui nourrit aux grains) a augmenté les niveaux de gras saturés dans la viande rouge. Il a ainsi fortement dégradé son image. C'est pourquoi, depuis de nombreuses années, des recherches ont été mises en place dans le monde, pour tenter de mieux maîtriser les caractéristiques biologiques des muscles et des tissus adipeux intra et intermusculaires. Celles-ci sont en effet déterminantes pour les qualités diététiques et organoleptiques des viandes. Elles dépendent de divers facteurs d'élevage tels que le type génétique de l'animal, son alimentation, son état physiologique et son mode de conduite (au pâturage ou en stabulation).

Sur la base de ces considérations, cette étude a pour objectif d'étudier les effets de la congélation sur les aptitudes nutritionnelles et qualités microbiologiques des viandes d'agneaux issues de deux systèmes de production différents : pâturages steppiques (Djelfa) et des hautes plaines (Mostaganem).

Cette étude est subdivisée en deux parties :

- ✓ La première partie est consacrée à un aperçu bibliographique sur :
  - la situation de la viande rouge dans le monde et en Algérie ;
  - les caractéristiques nutritionnelles et diététiques des viandes ovines ;
  - et les altérations susceptibles d'affecter la qualité de la viande lors de la congélation.
- ✓ La deuxième partie est subdivisée en deux chapitres : Dans le premier chapitre nous présentons les différentes méthodes utilisées pour caractériser les différents échantillons étudiés. Le deuxième comporte une étude comparative de l'effet de la

congélation sur les qualités nutritionnelles et microbiologiques d'échantillons de viande ovine issus de deux systèmes de productions différents.

Enfin, une synthèse de tous les résultats est donnée dans la conclusion générale.

## **Chapitre I : Situation de la viande rouge dans le monde et en Algérie**

### **I. 1. Situation de la viande ovine dans le monde et en Algérie**

La viande constitue une denrée de première nécessité dans le monde, suivant qu'elle est une source importante de nutriments et par la suite de son tonus émotif, elle est l'aliment par excellence dont la consommation est freinée seulement par les prix (Ameni, 2007). Par ailleurs, la filière viande représente un chiffre d'affaire important dans l'industrie agroalimentaire, elle fait vivre une fraction notable du monde agricole et participe très largement par l'élevage à l'herbe au maintien de l'environnement rural (Chriki, 2013).

Les ovins représentent la tradition en matière d'élevage en Algérie et ils ont toujours constitué l'unique revenu du tiers de la population algérienne (Chellig, 1982). Selon FAO (2012), l'Algérie est classée au 9ème rang mondial avec plus de 18 millions de têtes en matière de production de la viande ovine (Tableau I. 1.). Après la Chine, l'Australie et la Nouvelle-Zélande qui sont les pays leaders dans la production de la viande rouge.

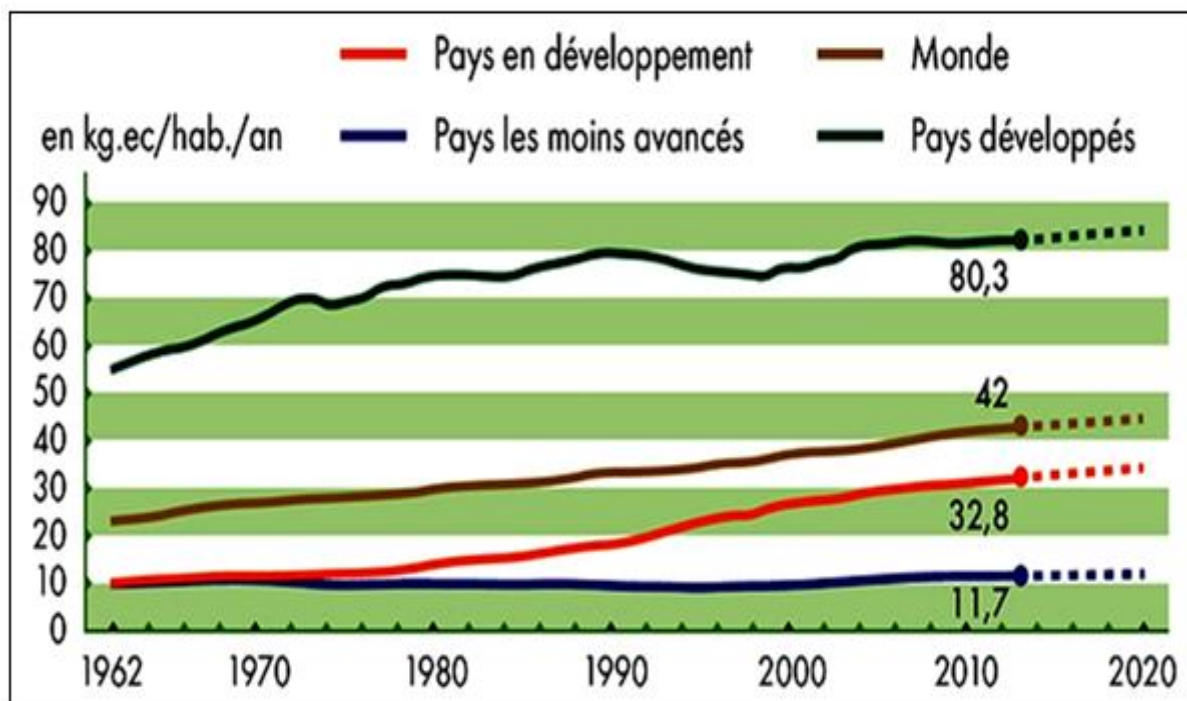
**Tableau I. 1.** : Production mondiale de la viande ovine (FAO, 2012).

Rang	Pays	Production (millions)
1	Chine	136,4
2	Australie	79
3	Inde	65
4	Iran	53,8
5	Soudan	51,1
6	Nouvelle-Zélande	34,1
7	Nigeria	33,9
8	Royaume-Uni	33,1
9	Algérie	18,7
10	Maroc	17,0
11	Canada	10,5

12	France	9,1
13	Tunisie	6,7

## I. 2. Evolution de la consommation de la viande dans le monde

En 2010, la FAO estime que la consommation totale de la viande s'est élevée à 286,2 millions de tonnes. L'Algérie connaît des contre performances dans ce créneau. En effet, selon ces données (Figure I. 1.), l'Algérie ne figure pas sur la liste des pays consommateurs de la viande ovine qui reste prédominée par l'Asie. Cette dernière consomme près de la moitié des volumes produits dans le monde (46%), la Chine comptant pour 28% du total mondial. L'Europe est la deuxième zone de consommation 20% dont 15% pour l'union européen devant l'Amérique du nord ; 14% dont 13% pour les Etats unis et l'Amérique du sud ; 10% dont 6% pour le Brésil. Enfin, l'Amérique centrale, l'Afrique et l'Océanie comptent pour 4 %, 5% et 1% respectivement. Nous constatons en effet, que la viande ovine reste inaccessible pour une grande partie des ménages algériens aux revenus moyens et faibles avec des prix en constante hausse qui se situent dans la fourchette de 1 200 à 1 800 DA/kg.



**Figure I. 1.** : Evolution de la consommation de viande dans le monde (FAO OCDE, 2013).

Sur la Figure 1, pour les pays en développement, la consommation de viande a augmenté rapidement depuis les années 1970, en revanche, dans les pays développés, la consommation de viande ne progresse plus après les années 2000, où elle a atteint 83 kg/habitant. Elle a même tendance à diminuer pour se situer au environ de 80,3 kg/habitant en 2010.

### **I. 3. Système d'élevage production et consommation de la viande ovine**

En Algérie il y a une spécialisation des zones agro écologiques en matière d'élevage. En 2014, le cheptel national, tous types de ruminants confondus, dépasse le cap des 34 millions têtes, selon les statistiques des services spécialisés du ministère de l'Agriculture et du développement rural (Tableau I. 2.).

**Tableau I. 2. :** Evolution des cheptels (FAO, February 2012 ; Sources statistiques agricoles).

<b>Années</b>	<b>1990</b>	<b>1995</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2010</b>
Bovin	1393	1267	1580	1595	1613	1572	1561	1614	1586	1650
Ovin	17697	17302	17989	17616	17299	17588	17503	18293	18909	20000
Caprin	2472	2780	3062	3027	3129	3281	3325	3451	3590	3800
Camelin	123	126	220	235	246	245	250	273	269	290
Total	21685	21475	22851	22473	22287	22686	22639	23631	24354	25740

Les ovins prédominent et représentent 78% de l'effectif global avec plus de 10 millions de brebis. L'élevage caprin vient en seconde position (15 %) comprenant 58 % de chèvres. L'effectif des bovins reste faible avec 1,6 – 1,7 millions de têtes (6% de l'effectif global) dont 58 % sont des vaches laitières.

### **I. 4. Elevage steppique**

Les parcours steppiques sont le domaine de prédilection de l'élevage ovin et caprin avec plus de 90 % des effectifs qui y vivent entraînant une surexploitation de ces pâturages.

L'élevage ovin représente ainsi près de 80% de l'effectif total du cheptel national. Aux termes de ce nouveau recensement, l'on relèvera une extension exceptionnelle de ce dernier, en l'occurrence le cheptel ovin, qui passe de 21 millions à plus de 26 millions têtes entre 2010 et 2014, soit une croissance qui avoisinerait 25 % (Ministère de l'agriculture et du développement rural). Le cheptel ovin, premier fournisseur en Algérie de viande rouge, est dominé par 3 races principales bien adaptées aux conditions du milieu (Adem, 1986 ; Chellig, 1969 et 1992) :

✓ La race arabe blanche Ouled Djellal : Compose l'ethnie la plus importante des races ovines algériennes, occupant la majeure partie du pays à l'exception de quelques régions dans le Sud Ouest et le Sud-est (Gredaal, 2008), environ 58% du cheptel national, adaptée au milieu steppique. La race est entièrement blanche à laine fine à taille haute, à pattes longues aptes pour la marche, présente des qualités exceptionnelles pour la production de viande et de laine.

✓ La race rouge Béni Ighil : (dite Hamra en rappel de sa couleur) des Hauts Plateaux de l'Ouest (22 % du cheptel), occupe la deuxième place après la race Ouled Djellal (Chellig, 1992). C'est une race berbère de petite taille à ossature fine et sa conformation est moyenne, la tête et les pattes sont brun-rouge foncé.

✓ La race Rumbi : des djebels de l'Atlas Saharien, à tête et membres fauves, représente environ 12 % du cheptel. Le mouton de cette race, à tête rouge ou brunâtre et à robe chamoise, possède des cornes spiralées et massives. Il a une forte dentition résistante à l'usure qui lui permet de retarder à 9 ans l'âge de réforme contrairement aux autres races réformées à l'âge de 6 à 7 ans. C'est une race particulièrement rustique et productive (Chellig, 1992 ; Saad, 2002).

## **Chapitre II : Caractéristiques nutritionnelles et diététiques des viandes ovines**

### **II. 1. Définition de la viande**

Selon l'organisation mondiale de la santé animale, la viande désigne toutes les parties comestibles d'un animal et considère le mot « animal », dans ce contexte « tout mammifère ou oiseau ». Les viandes se caractérisent par une grande hétérogénéité, elles sont principalement constituées de muscles striés squelettiques qui comportent aussi d'autres tissus en quantité très variable selon les espèces, les races, les âges, les régimes alimentaires et la région anatomique concernée. Ce sont surtout les tissus conjonctifs, adipeux parfois les os et la peau. Les viandes sont aussi classées selon la couleur en : Viandes rouges et viandes blanches et selon la richesse en graisse en: Viandes maigres et viandes plus ou moins riches en graisse (Staron, 1982).

### **II. 2. Évolution de la viande après l'abattage**

Après l'abattage, le muscle subit deux phénomènes très importants pour le devenir de la viande: La rigidité cadavérique et la maturation. Ces transformations sont surtout d'ordre chimique avec intervention des systèmes enzymatiques (Craplet, 1966), dont l'évolution passe par trois phases :

✓ Etat pantelant : La phase de pantelance suit directement l'abattage. Malgré l'interruption de la circulation sanguine on observe une succession de contractions et relaxations musculaires. Le muscle continue de vivre. Il y a donc épuisement des réserves énergétiques (glycogène), puis une mise en place de la glycolyse anaérobie. L'accumulation d'acide lactique qui s'en suit provoque ainsi une baisse du pH qui passe de 7 à 5.5 (Ouali, 1991 ; Coibion, 2008).

✓ Etat rigide (Rigidité cadavérique ou bien Rigormortis) : qui se manifeste entre les 10 et 48 heures qui suivent l'abattage. Le muscle devient progressivement raide et inextensible. La rigidité cadavérique est le résultat de la liaison irréversible entre la myosine et l'actine, avec diminution de la teneur en ATP car la vitesse de sa production devient inférieure à celle de l'hydrolyse due au manque d'oxygène au niveau du muscle provoquée par l'arrêt de la circulation sanguine (Coibion, 2008).

✓ Etat de maturation (Rassis): La phase maturation est la phase d'évolution "post mortem" survenant après l'installation de la rigidité cadavérique (Shackelford et al., 1991; Coibion, 2008). La maturation est le résultat de l'action des protéases musculaires. Elle se déclenche dès l'abattage, mais ses effets sont masqués par la *rigor mortis*. Le système protéolytique dégrade les protéines myofibrillaires et celles du cytosquelette (Guillem et al., 2009).

## **II. 3. Caractéristiques biochimiques du muscle**

La composition du muscle est variable entre les animaux et chez un même animal d'un muscle à l'autre. Mais il y a une composition moyenne qui est retenue indiquée dans le tableau II. 1. (Coibion, 2008 ; Ludovic, 2008).

**Tableau II. 1.** : Composition biochimique de muscle (Coibion, 2008 ; Ludovic, 2008).

<b>Composants</b>	<b>Moyennes (%)</b>
Eau	75
Protéines	18,5
Lipides	3
Substances azotées non protéiques	1,5
Glucides	1
Composés minéraux	1

### **II. 3. 1. Les protéines**

Les viandes sont des denrées protéiques de première nécessité. Cependant, il s'agit de calories chères (Truchot, 1979 ; Staron, 1982). Elles sont par excellence, la première source de protéines animales grâce à leur richesse en acides aminés indispensables qui les classe parmi les protéines nobles (Ould El Hadj et al., 1999).

Les protéines d'origine animale sont riches en acides aminés indispensables, en particulier en acides aminés soufrés, surtout en lysine qui est l'acide aminé (Laurent, 1974). Ce qui leur donne un intérêt particulier sur le plan nutritionnel. La teneur en protéines de la viande varie entre 16 et 22% du poids de la viande (Laurent, 1974). Les protéines de la viande sont classées comme suit (Tableau II. 2.) :



✓ Les protéines myofibrillaires : Ce groupe dominant des protéines réunit 8 à 9 espèces sont : Les protéines contractiles formant environ 75% du total, comprend deux espèces myosine 53 % et actine 22% et les protéines régulatrices de la contraction formant le reste la tropomyosine B 8% et la troponine 8%. Elles sont solubles dans les solutions salines et confèrent aux cellules musculaires leurs propriétés contractiles (Cheftel et al., 1980 ; Linden and Lorient, 1994 ; Jeantet et al., 2007).

✓ Les protéines sarcoplasmiques : Elles sont solubles à des pH voisins de la neutralité et forment plusieurs ensembles hétérogènes dont les enzymes mitochondriales, les myoglobines, les cytochromes et les flavoprotéines (Cheftel et al., 1980 ; Linden and Lorient, 1994).

✓ Les protéines du stroma (tissu conjonctif) : Les protéines du tissu conjonctif ont un rôle déterminant sur la tendreté de la viande. Ce sont des protéines fibreuses qui se distinguent par leur résistance à la chaleur (Jeantet et al., 2007). On distingue :

- Le collagène : est très répandu dans le règne animal, c'est la principale protéine des tissus conjonctifs et du squelette des vertébrés. Sa rigidité et sa résistance sont dues à l'abondance de deux acides aminés : la proline et l'hydroxyproline (Cheftel et al., 1980 ; Jeantet et al., 2007).
- L'élastine est le deuxième constituant du tissu conjonctif, qui caractérise les tissus élastiques. Elle est peu abondante dans le muscle et on la trouve surtout dans la paroi artérielle et les ligaments jaunes. Sa structure est fibreuse résistante aux traitements thermiques et à l'attaque enzymatique (Jeantet et al., 2007).

**Tableau II. 2.** : Composition en protéines des muscles de viande (en g pour 100 g de protéines totales) (Linden and Lorient, 1994).

Types de protéines	Muscles squelettiques de mammifères (%)
protéines sarcoplasmiques	30-35
protéines myofibrillaires	50
protéines du stroma	15-20

### ***II. 3. 2. Les lipides***

La teneur en lipides est variable, vont de 3 à 5 % pour les morceaux maigres, et jusqu'à 8 à 9 % pour les plus riches comme le plat d'entrecôte ; les autres se situent entre 5 à 7 % (Bauchart et al., 2008). Dans la viande ovine, les lipides se caractérisent par une composition diversifiée en acides gras, on distingue (Bauchart et al., 2008) :

- Les acides gras saturé AGS, de 43 à 53 %, ou les deux acides gras saturés sont l'acide stéarique (entre 24 et 29 % des acides gras totaux) et l'acide palmitique (entre 13 et 21% des acides gras totaux)
- Une faible et variable proportion en acides gras polyinsaturés (AGPI) essentiels. Ces derniers représentent 4 à 11 % des acides gras totaux avec une majorité d'AGPI de la série (n-6) (Geay et al., 2002).

### ***II. 3. 3. Les glucides***

La fraction glucidique ou le glycogène dans le muscle est d'environ 2%. Elle constitue la réserve énergétique pour la contraction du muscle. La viande est pauvre en glucides. Le glycogène est transformé en acide lactique après la mort de l'animal (Craplet et al., 1979). La teneur en glucides est stable, elle est de 1,2 % chez le dromadaire (Ould El Hadj et al., 1995).

### ***II. 3. 4. Les vitamines***

Les viandes sont caractérisées par leur pauvreté en vitamines liposolubles: A, D, E, K et en vitamine C, et leur plus ou moins richesse en vitamines du groupe B. La viande rouge est une très bonne source de vitamine du groupe B (B1, B2, B3, B6 et B12) (Chan et al., 1995) et plus particulièrement, elle constitue une excellente source de vitamine B12, qui contribue à la constitution des globules rouges. La teneur des viandes en vitamines varient en fonction de l'alimentation (Craplet, 1966 ; Interbev, 2005).

### ***II. 3. 5. Les minéraux***

La viande est une excellente source de fer, 100g de viande fraîche apporte jusqu'à 2,2 à 3,7 mg de fer, essentiellement sous forme héminique (65 à 75% du fer totale) (Interbev, 2005 ; Bauchart et al., 2008). Le tableau II. 3. indique la teneur en fer héminique selon le type de viande (Interbev, 2005).

**Tableau II. 3. :** Teneur en Fer héminique de différentes viandes (Interbev, 2005).

Viandes	Fer héminique (mg /100g)
Veau	0,25 – 0,45
Agneau	0,7 – 1,1
Jeune bovin	0,6 – 1,2

La viande est aussi une source de zinc, particulièrement assimilable par l'organisme. La teneur moyenne de la viande en cet élément est de 4 mg/ 100 g de viande. Elles figurent parmi les aliments les plus riches en sélénium. Leur teneur moyenne est d'environ 9µg/100g de viande. Le sélénium est considéré comme un antioxydant qui protège l'organisme contre les peroxydations lipidiques donc, contre le vieillissement et les maladies cardiovasculaires (Interbev, 2005). Enfin, Les viandes rouges sont caractérisées par leur pauvreté en calcium et leur richesse en phosphore (Craplet, 1966).

## **II. 4. Caractéristiques physico-chimiques**

### **II. 4. 1. Teneur en eau**

Le muscle peut contenir de 60 à 80 % d'eau dont 90 à 95 % sous forme libre et le reste sous forme liée (Coibion, 2008). La teneur du muscle en eau est variable selon l'âge, le type de muscle et surtout la teneur en lipides. La viande de mouton contient en moyenne 64% d'eau (Laurent, 1974).

### **II. 4. 2. pH**

La valeur du pH de la viande résulte de la dégradation du glycogène juste après l'abattage, il est voisin de 7 (Craplet, 1966). L'ensemble des réactions survenant dans la cellule musculaire post mortem, entraînant la libération de phosphate inorganique, conduit à l'accumulation d'acide lactique. Ces phénomènes provoquent une acidification progressive du muscle et donc une chute de pH musculaire post mortem qui se poursuit jusqu'à l'arrêt des réactions biochimiques (ou glycolyse). Le pH post mortem est appelé pH ultime ou pH<sub>u</sub> (El Rammouz, 2005).

## **II. 5. Critères de la qualité de la viande**

### **II. 5. 1. Qualités de la viande**

Selon l'International Standard Organisation ISO, la qualité se définit comme « l'ensemble des propriétés et caractéristiques d'un service ou d'un produit qui lui confèrent l'aptitude à satisfaire des besoins exprimés ou implicites ». Pour le consommateur, la qualité d'un aliment peut être définie à partir d'un certain nombre de caractéristiques organoleptique (Coibion, 2008).

### **II. 5. 2. Qualité nutritionnelle**

C'est la capacité d'un aliment à couvrir les besoins nutritionnels (physiologiques) d'un homme; Cette caractéristique est prouvée scientifiquement pour la viande et s'appuie sur les données relatives à sa composition tel que les protéines, les matières grasses, les fibres, les vitamines (Touraille, 1994). La viande est par excellence, la première source de protéines animales grâce à leur richesse en acides aminés indispensables qui les classent parmi les protéines nobles, cependant il s'agit de calories chères. (Ouled El Hadj et al., 1999 ; Brunel et al., 2006).

### **II. 5. 3. Qualité hygiénique**

La viande doit garantir une totale innocuité et préserver la santé du consommateur. Elle ne doit contenir aucun résidu agrochimique, de métaux lourds, de micro-organismes pathogènes, et de tout autres substance dangereuse pour la santé (Lameloise et al., 1984 ; Coibion, 2008). La contamination est due au fait que l'essentiel des germes est apporté au cours de l'abattage et au cours de la préparation des carcasses. Certains germes pathogènes, saprophytes du tube digestif peuvent contaminer les muscles, d'où la nécessité de l'éviscération précoce et des mesures limitant le stress d'abattage qui favorise ce passage. Une contamination initiale aussi faible que possible, un respect rigoureux des règles d'hygiène et une application continue du froid assure une bonne consommation du point de vue sanitaire (Vierling, 2003).

#### **II. 5. 4. Qualité de service ou d'usage**

La viande doit répondre aux critères essentiels attendus par le consommateur autres que ceux d'ordre strictement alimentaires tel que l'aptitude à la conservation se traduisant par la durée de vie de l'aliment après l'achat dans les conditions de conservation déterminées, la commodité d'emploi par la facilité de stockage (réfrigération) et opération de préparation facile et de courte durée (Touraille, 1994).

#### **II. 5. 5. Qualité Organoleptique**

Les caractéristiques organoleptiques des viandes regroupent les propriétés sensorielles à l'origine des sensations de plaisir associées à leur consommation. La qualité sensorielle de la viande est déterminée par sa couleur, sa saveur, sa jutosité et sa tendreté (Clinquart et al., 2000 ; Hocquette et al., 2005). Les caractéristiques des viandes rouges, varient selon leur type génétique, l'âge, le sexe des animaux, la conduite de la production (niveau énergétique et protéique de la ration, vitesse de croissance, utilisation du pâturage, apports en vitamine E) (Clinquart et al., 2000 ; Hocquette et al., 2005).

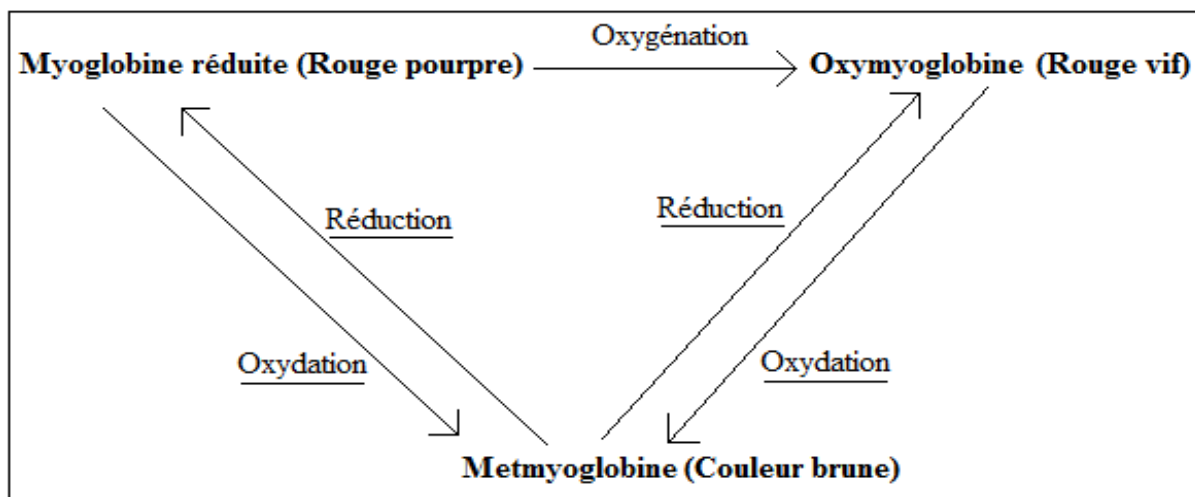
##### **✓ Tendreté**

La tendreté peut être définie comme la facilité avec laquelle une viande se laisse trancher et mastiquer, au contraire d'une viande dure, difficile à mastiquer (Touraille, 1994). Les fibres musculaires qui subissent de nombreuses transformations après la mort de l'animal augmentent leur résistance dans un premier temps avec l'établissement de la rigidité cadavérique puis il y a attendrissage pendant la maturation. L'attendrissage est rapide les premiers jours puis ralentit pour tendre vers la limite (Coibion, 2008). La durée de conservation pour l'obtention d'une tendreté optimale est fonction de la température de stockage. Elle est de 8 jours à 6°C, de 14 jours à 2°C et de 16 jours à 0°C (Coibion, 2008; Lameloise et al., 1984). Les cellules musculaires cherchent à maintenir leur homéostasie par l'hydrolyse des molécules d'ATP. Cette hydrolyse libère des protons hydrogène provoquant une acidification des cellules jusqu'à un pH de 5,4 à 5,7 et par le métabolisme du glycogène provoque une production d'acide lactique. Ce dernier libère un proton hydrogène pour se transformer

en lactate suite à la fixation d'ion de sodium ce qui collabore aussi à l'acidification du milieu cellulaire (Guillemin et al., 2009).

### ✓ Couleur

La couleur est la première caractéristique perçue par le consommateur. Elle dépend de la fraîcheur de l'aliment. Le principal pigment responsable de la couleur de la viande est la myoglobine qui est une chromoprotéine. Au contact de l'air, la myoglobine se combine avec l'oxygène formant ainsi l'oxymyoglobine de couleur rouge vif, couleur de viande synonyme de la fraîcheur recherchée par le consommateur (Renner, 1997; Coibion, 2008).



**Figure II. 1.** : Cycle de la couleur de la viande fraîche (Touraille, 1994).

Les trois formes de la myoglobine sont indiquées par la figure. La myoglobine réduite (rouge pourpre), l'oxymyoglobine (rouge vif) et la metmyoglobine (brune). La couleur brune de la viande constitue un motif de rejet pour le consommateur (Staron, 1982 ; Touraille, 1994 ; Coibion, 2008).

Trois paramètres principaux permettent de définir la couleur :

- La teinte varie en fonction de l'état chimique du pigment ;
- La saturation dépend de la quantité de pigment présent dans le muscle ;
- Et la luminosité est corrélée à l'état de surface de la viande (Renner, 1997 ; Touraille, 1994).

Enfin, la couleur est aussi affectée par l'évolution du pH. Un pH bas provoque une décoloration de la viande par contre, un pH élevé donne aux viandes une couleur sombre (Frayssé and Darre, 1989).

#### ✓ Flaveur

D'après Fortin and Durand, (2004), la flaveur se définit par l'ensemble des perceptions olfactives et gustatives perçue en consommant un produit. La flaveur de la viande est déterminée par sa composition chimique et les changements apportés à celle-ci lors de la maturation et ensuite la cuisson. En effet, la viande crue n'a qu'une flaveur peu prononcée liée à la présence de sels minéraux et de substances précurseurs de flaveurs. C'est la fraction lipidique de la viande dont les composés sont classés en deux catégories qui est responsable de la flaveur.

- Les composés volatiles, responsables de l'arôme ou odeur, Certains d'entre eux ont un rôle primordial à savoir les composés carbonylés et lactones, les composés hétérocycliques (furanne, pyrazines et pyridines) et les composés soufrés (H<sub>2</sub>S). (Lameloise et al., 1984). D'autres ont un rôle plus faible tel que les alcools, les esters, les éthers, les hydrocarbures aliphatiques et les acides carboxyliques.
- Les composés non volatiles, responsables du goût, comprennent des nucléotides, des nucléosides, certains acides aminés, des amines et la créatinine (Lameloise et al., 1984). Ces précurseurs sont élaborés au cours de la maturation de la viande (Coibion, 2008).

Enfin, la flaveur est influencée par divers facteurs : l'espèce, la race, l'âge, le sexe, le mode d'élevage et l'évolution post mortem (Rosset et al., 1977).

#### ✓ Jutosité

Aussi appelée succulence, caractérise la faculté d'exsudation de la viande au moment de la dégustation. Le facteur essentiel qui va jouer sur la jutosité est le pouvoir de rétention d'eau du muscle (Lameloise et al., 1984). Ce paramètre, définit comme la faculté de la viande à conserver, dans des conditions bien définies, son eau propre, traduit la force de liaison de l'eau aux protéines de la fibre musculaire (Lameloise et al., 1984). Au cours de la cuisson, les pertes en eau peuvent aller de 15% pour les viandes grillées à 30% pour les viandes rôties, voire 40% pour les viandes bouillies (Vierling, 2008 ; Pascua et al., 2013).

## **Chapitre III : Microbiologie, sécurité sanitaire et variations qualitatives de la viande conservée**

### **III. 1. Introduction**

La consommation de viande est tout à fait compatible avec une nutrition saine. C'est un aliment utile qui a une place à tous les âges de la vie et elle peut contribuer à la couverture des apports nutritionnels conseillés (Lecerf, 2014). Cependant, en raison même de ses qualités nutritionnelles, la viande constitue un terrain très favorable à la plupart des contaminations microbiennes et aux différents processus dégénératifs ; d'ailleurs, un pourcentage élevé de maladies d'origine alimentaire est lié à la consommation de produits carnés (Bean et al., 1990). Les matières organiques et en particulier les aliments subissent une série de transformations aboutissant à leur altération, dénaturation, fermentation, putréfaction si elles ne sont pas traitées, Il s'agit donc d'un aliment difficile à conserver (Bourgeois and Leveau, 1991).

La conservation des aliments vise à préserver leur comestibilité et leurs propriétés gustatives et nutritives. Elle implique d'empêcher la croissance microbienne et de retarder l'oxydation des lipides qui provoquent le rancissement. Les méthodes utilisées dans la conservation des aliments ont pour objectif d'allonger la durée de vie de ces produits. Il y a plusieurs méthodes de conservation: le séchage, la salaison, la réfrigération, la congélation, la pasteurisation, la stérilisation (Bourgeois et al., 1991).

### **III. 2. Intérêt de l'utilisation du froid**

L'utilisation du froid pour la conservation des aliments est sans conteste la technique la plus répandue. Il est le procédé presque parfait de la conservation des viandes, et le meilleur connu actuellement (Laurent, 1974). Les basses températures retardent le développement des micro-organismes, les réactions chimiques et enzymatiques qui entraînent la détérioration du produit. Les enzymes et les réactions chimiques sont considérablement ralenties à des températures basses ( $< 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), alors que la majorité des microorganismes ne sont plus capables d'activité métabolique à des températures inférieures à  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Certains, tels que les bactéries coliformes (Craplet, 1966).



La microflore des viandes est composée essentiellement de germes saprophytes. La contamination par les germes pathogènes n'apparaît que rarement (Cartier, 2007). Les germes saprophytes les plus rencontrés sur les viandes rouges sont les genres: *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Micrococcus*, *Flavobacterium*, les *Entérobacteriaceae* (*Escherichia coli*, *Klebsiella*...) *Bacillus*, *Lactobacillus*, *Streptococcus* et *Clostridium* (Hamad, 2009).

En plus des bactéries, une diversité de levures et moisissures est rencontrée. Parmi les levures on trouve les genres *Candida* (surtout *Candida lipolytica*, *Rhodotorula*, *Saccharomyces*) (Aboukheir and Kilbertus, 1974) et parmi les moisissures on trouve le plus souvent les genres *Penicillium*, *Mucor*, *Aspergillus*, *Rhizopus* (Hadlok et al., 1974). Les germes pathogènes susceptibles de contaminer les carcasses, les plus fréquents sont : *Clostridium botulinum*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens*, *Salmonella Shigella*, en plus de *Yersinia enterocolitica*, *Escherichia coli* etc... (Bourgeois et al., 1996 ; Korsak et al., 2004 ; Fournaud, 1982 ; Rosset, 1978).

### **III. 3. Origine de la contamination de la viande**

La viande est considérée comme un aliment de choix en raison de sa valeur nutritive. Sa richesse en protéines et la nature de celles-ci en font un aliment difficilement remplaçable. Cependant, en raison même de ses qualités nutritionnelles, la viande constitue un terrain très favorable à la plupart des contaminations microbiennes principalement les organismes protéolytiques. Il s'agit donc d'un aliment de conservation difficile. Les sources de contamination de la viande sont diverses et d'importance inégale. Différents facteurs sont à l'origine de cette contamination. Selon leur origine, ces facteurs sont classés en deux catégories (endogènes et exogènes) (Rosset and Liget, 1982 ; Cartier, 2004).

#### **III. 3. 1. Origine exogène**

Les opérations d'abattage (retournement du cuir, l'éviscération), le matériel et le personnel, chacun de ces contacts entraîne le dépôt de nombreux germes en surface des carcasses (Hamad, 2009).

### **III. 3. 1. a. Le personnel**

La peau, les appareils respiratoire et digestif de l'homme sont des réservoirs de microorganismes variés. Les régions de la bouche, du nez et de la gorge contiennent des *Staphylocoques* (Blood, 1969). Les personnes souffrant d'infections de l'appareil respiratoire (rhumes...) contaminent les aliments et les surfaces avec les quels ils sont en contact en toussant et en se mouchant à leur voisinage. Le tube digestif de l'homme renferme de nombreux microorganismes qui sont excrétés avec les fèces. Des individus, apparemment sains, peuvent ainsi rejeter des microorganismes pathogènes à l'origine des contaminations: Salmonelles (*S. thyphi*, *S. enteridis*, *S. newport*). Bien évidemment les personnes souffrant des maladies graves (tuberculose, brucellose, salmonellose...) sont très susceptibles de contaminer la viande et doivent être écartées (Blood, 1969).

### **III. 3. 1. b. Infrastructure et équipements**

Les surfaces des locaux (sols, murs, plafonds), équipements (treuil de soulèvement, crochets, arrache cuir...) ainsi que le matériel (couteaux, haches, bacs, seaux ...) peuvent contribuer à la contamination des carcasses; notamment s'ils sont mal entretenus et mal conçus (Hamad, 2009). Le dispositif de suspension/manutention des carcasses doit être conçu de façon à éviter au maximum les contacts des carcasses avec le sol et les murs tout au long de son cheminement. Les sols et les murs avec des crevasses et des fissures sont difficiles à nettoyer. Les outils et les surfaces de travail mal nettoyées constituent également une source de contamination (Kebede, 1986 ; Cartier, 2007).

### **III. 3. 1. c. Le milieu**

#### ✓ Sol

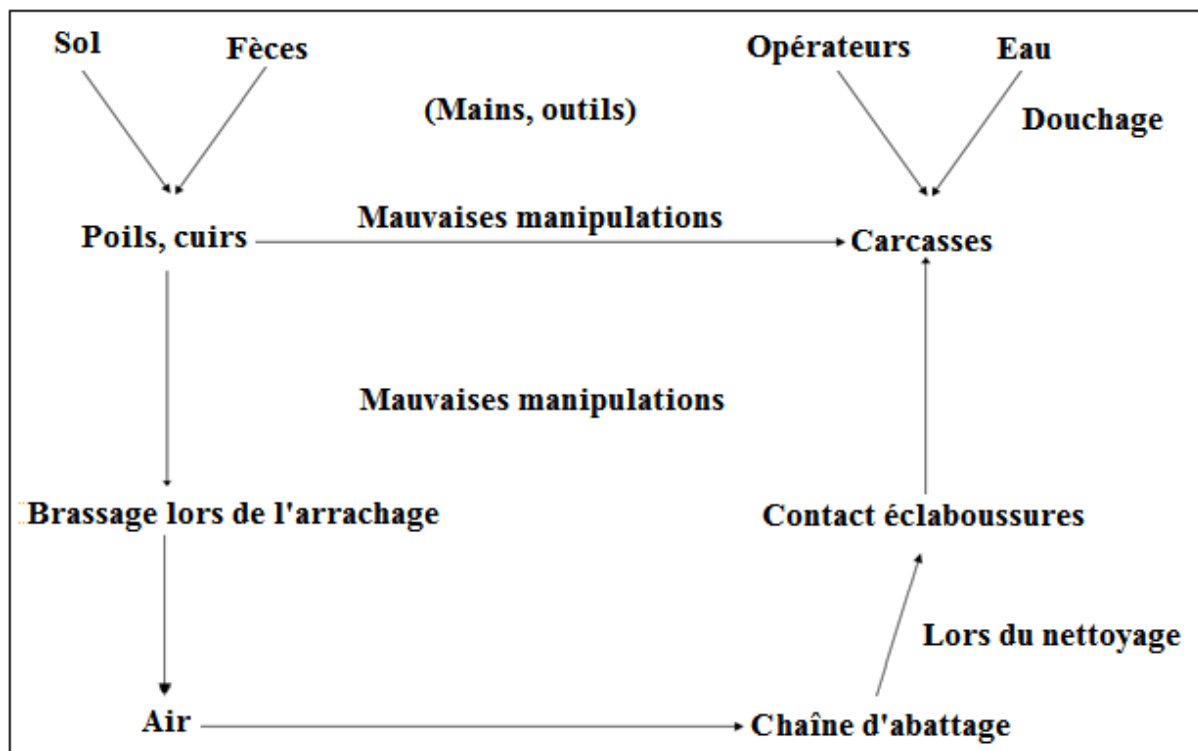
Le sol est une importante source des micro-organismes. On y trouve, les algues microscopiques, les bactéries et les champignons. Parmi les groupes bactériens les plus représentés figurent les *Actinomycètes*, *Pseudomonas*, *Arthrobacter*, *Azotobacter*, *Clostridium*, *Bacillus* et *Micrococcus*. Parmi les moisissures figurent *Penicillium*, *Aspergillus*, *Fusarium* et *Rhizoctonia*. Les levures les plus rencontrées sont *Saccharomyces*, *Rhodotorula* et *Torula* (Cuq, 2007a).

✓ Eau

L'eau est abondamment utilisée dans les abattoirs mais son utilisation n'est pas sans effet néfaste car elle peut constituer une source de multiplication de germes, surtout dans les endroits humides, non nettoyés régulièrement. L'eau non potable est une source importante de contamination puisqu'elle est un vecteur privilégié de nombreux parasites et germes pathogènes (Andjongo, 2006 ; Nicolle, 1986).

✓ Air

La contamination microbienne atmosphérique est surtout constituée de bactéries, des moisissures, rarement des levures et des germes pathogènes. Les grosses pièces de viande sont moins exposées aux contaminations atmosphériques que les tranches. L'air est riche en spores de moisissures (Cuq, 2007a). L'atmosphère des abattoirs est polluée par les déplacements des animaux et du personnel. La manutention du cuir lors de la dépouille et les viscères maintenus dans le hall d'abattage, peuvent aussi constituer une source de contamination (Fournaud, 1982).



**Figure III. 1. :** Mécanisme de contamination superficielle des carcasses à l'abattoir (Nicolle, 1986).

### **III. 3. 2. Origine endogène**

Dans ce cas de contamination les microorganismes proviennent de l'animal lui-même. Les appareils, digestif et respiratoire et le cuir des animaux sont un réservoir à micro-organismes. Ces éléments constituent les principales sources de contamination endogène des carcasses (Cartier, 2004).

#### ✓ Flore du tube digestif

La plupart des contaminations d'origine endogène sont d'origine intestinale. Ce sont des bactéries anaérobies (Clostridium, Bactériodes), aéroanaérobie (Entérobactéries : *E.coli*, *Salmonella*, *Shigella*, *Proteus*...) ou des microorganismes aérophiles (Entérocoques). Ces germes contaminent le muscle lors de l'éviscération et de la découpe de la carcasse. Le passage de bactéries de l'intestin vers le sang en période post prandiale est relativement fréquent chez les animaux de boucherie (Leyral and Vierling, 1997 ; Cuq, 2007b). Le tube digestif des animaux est un réservoir de moisissures telles que : *Aspergillus sp*, *Penicillium sp* (Hadlock and Schipper, 1974) et de levures telles que : *Rhodoturulla*, *Candida* et *Saccharomyces* (Aboukheir and Kilbertus, 1974).

Les germes qui contaminent la viande sont apportés essentiellement au cours de l'abattage. C'est une contamination négligeable au début mais elle devient importante après quelques heures en raison de la fragilisation des parois intestinales provoquée par le stress d'abattage (Bourgeois, Mescle and Zucca, 1996).

#### ✓ Flore du cuir et des muqueuses

La peau, le pelage ainsi que les muqueuses des animaux sont des barrières efficaces contre les germes. Ces derniers demeurent à leurs surfaces et s'y accumulent. La contamination des cuirs provient en grande partie, du sol et de la poussière (Rosset and Liger, 1982 ; Leyral and Vierling, 1997 ; Dachy, 1993 ; Cartier, 2004 ; Cuq, 2007b ; Loubamba, 2012). Le cuir est aussi un vecteur de la contamination pour la carcasse elle-même, par le contact ou par l'intermédiaire du matériel de travail et pour les autres carcasses et pour l'air ambiant. Ces derniers deviennent ainsi à leur tour vecteur de contamination (Cartier, 2007). Les cuirs sont porteurs des nombreux germes tels que : *Escherichia coli* et les Coliformes (*Aerobacter*, *Enterobacter*,

*Klebsiella*), *Streptocoques* fécaux, *Acinetobacter*, *Staphylococcus aureus* et *Clostridium perfringens* (Fournaud et al., 1978 ; Gibbs et al., 1978 ; Newton et al., 1978 ; Aboukheir and Kilberus, 1974 ; Beaubois, 2001 ; Cuq, 2007b).

Les moisissures sont les plus présentes sur le cuir des animaux. Ce sont en général des moisissures saprophytes tel que *Penicillium*, *Sporotrichum*, *Cladosporium*, *Mucor*, *Thamnidium*. On trouve également des levures (Cuq, 2007b).

### **III. 4. Conditions de multiplication des microorganismes**

L'évolution des microorganismes dépend d'un certain nombre de paramètres dont les plus importants en technologie de la viande sont: l'activité de l'eau ( $A_w$ ), le potentiel d'hydrogène (pH), la température, potentiel d'oxydoréduction (rH), pression osmotique, et le facteur nutritionnels (Fournaud, 1978).

#### **III. 4. 1. Activité de l'eau**

Elle varie de 0 à 1, mesurant la disponibilité de l'eau dans un produit. Elle est favorable à la multiplication de toutes les espèces. Par contre de nombreuses moisissures et levures sont très sensibles à une diminution de l'activité de l'eau. En général, plus l' $A_w$  est élevé, plus la croissance de la microflore est intense (Craplet, 1966 ; Bourgeois et al., 1996 ; Leyral and Vierling, 1997 ; Fournier, 2003).

#### **III. 4. 2. Potentiel d'hydrogène**

Le pH est un paramètre très important dans la conservation de la viande. La diminution du pH ralentit la multiplication d'une grande partie de la flore bactérienne contaminant la viande (Beaubois, 2001). Le pH neutre est favorable à la prolifération de la majorité des bactéries. La viande à un pH élevé est propice à la multiplication rapide des bactéries, réduisant ainsi la durée de sa conservation (Sheridan, 1990).

Les viandes dont le pH ultime est élevé ( $> 6.00$ ) sont plus sombres, plus sèches et plus fermes à l'état frais que les viandes à pH ultime normal (5,7 – 5,8) et sont peu adaptées à la conservation cru en raison d'une sensibilité plus intense à la dégradation microbienne (Braggins, 1996 ; Allen et al., 1997 ; Boulianne and King, 1998). Après l'abattage, le pH atteint une valeur de 5,5 à 5,7. Le développement des microorganismes est ralenti par l'abaissement de ce paramètre (Beaubois, 2001). Les bactéries sont les plus touchées, puis les levures et enfin les moisissures. La croissance

optimale des levures et des moisissures se situe à des pH compris entre 5 et 6 (Fournier, 2003). Le pH optimum du développement des bactéries se situe entre 5,6 et 7,5 (Bourgeois et al., 1996).

**Tableau III. 1.** : pH de croissance de quelques microorganismes (Bourgeois et al., 1996).

<b>Microorganismes</b>	<b>Minimum</b>	<b>Optimum</b>	<b>Maximum</b>
Moisissures	1,5 - 3,5	4,5 - 6,8	8 - 11
Levures	1,5 - 3,5	4 - 6,5	8 - 8,5
Staphylocoques	4 - 3	6 - 8	9
Entérobactéries	5 - 6	6,5 - 7,5	9
Bactéries	4,5	6,5 - 7,5	11
Pseudomonas	5,6	6,6 - 7	8
E.coli	4,3	6,0 - 8	9
Salmonella	4 - 4,5	6,5 - 7,2	6,9 - 8

### ***III. 4. 3. Température***

L'évolution des microorganismes sur les surfaces des viandes dépend d'un certain nombre de paramètres dont le plus important est la température. En règle générale, les germes se multiplient d'autant plus lentement que la température est basse (Rosset, 1988). Après la mort de l'animal, la température du muscle n'est plus régulée et décroît de 38°C jusqu'à 4°C, température de stockage de la carcasse. Cette cinétique de refroidissement est différente pour chaque muscle selon son emplacement sur la carcasse. De même, la cinétique de refroidissement sera d'autant plus rapide que la carcasse sera plus maigre, car le tissu adipeux joue un rôle isolant (Harkati, 2007). La majorité des microorganismes prolifèrent à des températures moyennes supérieures ou égales à +20°C. Alors que la température de la carcasse est voisine de +38 à +40°C en fin d'abattage (Goudiaby, 2005).

### ***III. 4. 4. Potentiel d'oxydoréduction***

Le potentiel d'oxydoréduction (rH) du muscle normal est de 250 mV. Après l'abattage le potentiel d'oxydoréduction est élevé (+250mv) et la réserve en oxygène du muscle est favorable au développement des germes. Selon le mode de

métabolisme ; on rencontre différents microorganismes dont les microorganismes aérobies stricts provenant de la contamination superficielle exogène des viandes (Craplet, 1966) tels que les *Pseudomonas*, les *Micrococcus* et les *Vibrio* (Marchandin, 2007) ou les microaérophiles exigeant un potentiel d'oxydoréduction moyen, tel que les *Lactobacillus* (Leyral and Vierling, 1997) ou encore les anaérobies stricts, se développant en absence d'oxygène, tel que les *Clostridium* (Cuq, 2007b).

Aussi, on peut rencontrer les aérobies anaérobies facultatifs, tels que les *Staphylocoques* et les *Coliformes*, généralement ces microbes prolifèrent plus rapidement en présence d'oxygène sauf pour les bactéries qui produisent de l'acide lactique qui ont une croissance identique en aérobiose ou en anaérobiose (Leyral and Vierling, 1997).

### **III. 5. Durée de conservation et détérioration de la viande**

La durée de conservation de la viande dépend du degré d'acidité et de la teneur en eau du produit. Certaines influences extérieures comme l'oxygène, les microorganismes, la température de conservation, la lumière et la migration d'eau jouent aussi un rôle important. Sous les hautes températures ambiantes des tropiques, la viande fraîche s'altère très rapidement. Si l'on veut garder le produit plus d'un jour, il faut le conserver (Maas et al., 2005).

### **III. 6. Différent types de conservation**

#### **III. 6. 1. Réfrigération**

La réfrigération consiste à entreposer les aliments à des températures basses proches du point de congélation de l'eau mais toujours positives. En général, cette température se situe aux alentours de 0°C à +4°C. Comme tout aliment, la viande doit être conservée avant sa distribution, mais cette conservation devient accrue car la viande très fraîche n'est pas appréciée car elle est peu sapide, sèche et dure. Selon (Bourgeois et al., 1996), l'acquisition d'une qualité organoleptique optimale (couleur, flaveur, jutosité, tendreté) impose une conservation des viandes pendant quelques temps, par réfrigération. L'intérêt de la réfrigération consiste à inhiber le développement des germes mésophiles, dont la plupart des microorganismes pathogènes. Elle retarde la prolifération des populations microbiennes, mais ne détruit

qu'un nombre limité de germes. La contamination initiale des produits joue un rôle important, toute remontée de température, même de courte durée, entraînant une réactivation du développement des microorganismes. La réfrigération doit donc être appliquée à un produit sain, intervenir rapidement et ne pas subir d'interruption depuis la récolte jusqu'à la consommation. La durée de conservation est variable d'un produit à un autre (Rosset 2002). La réfrigération dans les chambres froides, s'effectue de différentes manières. Elle peut être lente, induisant une perte significative de poids par évaporation ou rapide, grâce à des courants d'air permettant l'accélération du refroidissement et limitant les pertes de poids par évaporation. Pour améliorer les méthodes de réfrigération, l'utilisation des refroidisseurs à plaques, permet une amélioration physique soit par l'utilisation de la réfrigération associée à un moyen d'inhibition de germes tel que le gaz carbonique, l'ozone ou les antibiotiques (Bourgeois et al., 1996).

#### ✓ Principales altérations de la viande

La conservation de la viande à des températures comprises entre 0°C et +2°C et le maintien continu de ces températures permet de limiter l'impact des bactéries responsables de la putréfaction superficielle (germes d'altération) et limite la multiplication des germes pathogènes (Carip, 2008). La rapidité de la détérioration de la viande fraîche dépend outre des conditions d'hygiène et la température de conservation, de son degré d'acidité et de la structure de sa fibre (fibre musculaire ferme s'altère moins vite). La viande doit être conservée rapidement par réfrigération. L'absence de la réfrigération après l'abattage favorise l'installation de la putréfaction profonde dans les masses musculaires (Maas et al., 2005). Les principales altérations de la viande constatées sont :

- La lipolyse et la protéolyse dues aux : *Pseudomonas*, *Acinetobacters*, *Lactobacillus*, ... ;
- La modification de la consistance de la viande due à la fermentation induisant le changement de couleur et l'altération visuelle de l'aspect du produit.

#### ✓ Dégradation superficielle

Les modifications superficielles sont chronologiquement détectables visuellement, elles se manifestent par :



- Viscosité : La viscosité due aux bactéries du genre: *Pseudomonas*, *Streptococcus*, *Leuconostoc*, *Bacillus*, *Micrococcus*, *Lactobacillus* et quelques fois à des levures et des moisissures. Les viandes en pièce sont plus sensibles à la putréfaction que les carcasses. Pour limiter le développement et l'action des bactéries aérobies responsables des phénomènes d'altération et de putréfaction le conditionnement des produits sous vide ou sous atmosphère modifiée est largement utilisé avec le strict respect de la chaîne du froid. Ces modes de conditionnement, en créant un milieu défavorable à la prolifération des bactéries responsables de la putréfaction, permettent de commercialiser la viande à l'état frais pendant quelques jours (Pierre, 1998).
- Modifications de la couleur : Les modifications de la couleur peuvent se manifester par une décoloration de la viande sous l'action de *Lactobacillus*, *Leuconostoc* et des levures ou une pigmentation provoquée par des bactéries telles que *Pseudomonas*, *Chromobacterium*, *Bacillus*, *Flavobacterium*, *Micrococcus* ou des levures (*Rhodotorula*) et des moisissures (*Cladosporium herbarum*, *Penicillium*) (Pierre, 1998). Les modifications de couleur sont le résultat de divers phénomènes, soit à la suite de synthèse d'un ou plusieurs pigments ou la transformation d'un pigment endogène à l'aliment (la myoglobine) (Pierre, 1998).
- Modifications organoleptiques : Les modifications organoleptiques se manifestent par le rancissement des graisses oxydées dues à leur exposition à l'air (oxygène) en donnant un goût et une odeur de rance et en libérant des composés responsables d'aspect (couleur), de texture et de flaveur (odeur et goût à la fois) souvent indésirables sous l'action des microorganismes tel que: *Pseudomonas*, *Acinetobacters*, *Alcaligenes*, *Aspergillus*, *Rhizopus*, *Flavobacterium*, *Clostridium*. Les détériorations autolytiques par les enzymes (les enzymes toujours actives après la mort de l'animal), décomposent les constituants en unités plus petites et la viande devient molle (Maas et al., 2005).

### **III. 6. 2. Congélation**

La congélation consiste à abaisser suffisamment la température du produit de façon à transformer une grande partie de son eau en glace et à maintenir cet état pendant toute la durée de la conservation. La température de congélation de la viande est -1.1°C mais au fur et à mesure que la température s'abaisse, le pourcentage d'eau

congelée augmente, mais il reste toujours une certaine proportion d'eau liquide (26 % à -5°C, 14 % à -40°C et plus). La qualité de la viande reste associée à la quantité d'eau liquide résiduaire (Chougui, 2015).

### **III. 6. 2. a. Influence de la congélation sur les microorganismes**

La congélation empêche les microorganismes (bactéries, champignons microscopiques) de se multiplier. La congélation agit sur la flore microbienne de plusieurs manières :

- Abaisse la température (réduit la vitesse de multiplication)
- Transforme l'eau en glace (réduit l'Aw)
- Altère la structure ou du métabolisme des germes (lésions des membranes et dénaturation des protéines par les cristaux d'eau).

La contamination microbienne de la viande peut avoir deux conséquences, l'une due à l'ingestion de microorganismes pathogènes et leurs toxines avec un effet sanitaire en provoquant des intoxications alimentaire (les TIAC). Les germes mis en cause sont surtout le *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens*, *Salmonella*, *Campylobacter*, *Yasinia...* etc. Et l'autre, une conséquence économique due à l'altération des viandes et donc la diminution de leur vie commerciale et leur valeur marchande (Cartier, 2007).

Si l'hygiène est insuffisamment appliquée ou n'est pas du tout appliquée, il y a un risque pathologique pour les convives. En effet, les microbes et d'autres agents non microbiens présents dans les denrées alimentaires peuvent être à l'origine de maladies telles que : les toxi-infections et intoxications alimentaires et les maladies infectieuses d'origine alimentaire. Toutes ces manifestations sont regroupées sous le terme générique officiel de toxi-infection alimentaire collective (Mfouapon, 2006).

La contamination microbienne de la viande, ne se manifeste pas obligatoirement par une altération. Puisque la majorité des bactéries rencontrées sur cet aliment, sont incapables de croître à des températures de réfrigération. Ces bactéries sont principalement utilisés comme indicateurs du respect des bonnes pratiques d'hygiène dans la filière viande, comme : la Flore Aérobie Mésophile, *Pseudomonas*, *Enterobacteriaceae* et *E. coli* (Ghafir, 2007).

### **III. 6. 2. b. Influence de la conservation sur la qualité nutritionnelle**

Les nouvelles pratiques de conservations ont un impact sur les qualités nutritionnelles des produits, en particulier sur le développement des processus de peroxydation. La peroxydation des acides gras, lorsque son intensité est élevée devient une des causes majeures de la détérioration de la qualité des produits carnés crus (rancissement, perte de couleur, ...) pendant leur stockage à l'état réfrigéré ou congelé (Gandmer et al., 1999). Bauchart et al., (2006) ont observé une augmentation significative de la peroxydation protéique (+15 à + 44% entre 30 et 270 jours) pour les muscles gras et maigre respectivement, ces phénomènes d'apparition de carbonyles au cours d'une congélation trop prolongée ayant déjà été rapportés précédemment (Martinaud et al., 1997). Selon Bauchart, (2006) la durée de conservation en mode congelé n'a pas d'effet négatif majeur sur les teneurs en micronutriments d'intérêt pour l'homme mais l'accélération des réactions de lipolyse après 135 jours à -20°C semble être corrélée à l'intensification des réactions de peroxydation des protéines.

L'oxydation des lipides est une cause majeure de dégradation des aliments lors de leur fabrication et conservation. Elle affecte les acides gras insaturés présents dans les huiles, les graisses ou les lipides de structure. La conséquence la plus perceptible de l'oxydation des lipides est l'apparition d'odeurs et de saveurs désagréables souvent qualifiées de rance. Ces odeurs qui conduisent souvent au rejet de l'aliment par le consommateur peuvent être perçues très précocement. Elles sont liées à la formation de composés volatiles aux seuils de détection olfactive très basse. L'oxydation des lipides peut également induire une modification de la couleur des produits par Co-oxydation des pigments qu'ils soient liposolubles ou hydrosolubles. C'est le cas par exemple de l'accélération de l'oxydation de la myoglobine dans la viande (Genot, 2000). Les spécialistes en biotechnologie et surtout les personnes pratiquant l'élevage cherchent des sources d'antioxydants naturels pour les incorporer dans l'alimentation ces antioxydants vont être joués une barrière contre l'oxydation des lipides, ainsi que l'incorporation de ces antioxydants dans la formulation des produits transformés peut éviter une grande partie de ce phénomène, ainsi que l'utilisation des nouvelles technologies pour la conservation des produits tel que les nouveaux modes d'emballage (le sous vide, l'emballage avec une atmosphère contrôlée). L'emballage

sous vide est considéré comme une alternative qui ne modifie pas significativement la couleur de la viande d'agneau, et bénéficie en outre d'un effet sur l'abaissement de la dégradation oxydative. Par contre la conservation de côtelettes d'agneau à des concentrations élevées en oxygène ne présente aucun avantage dans les paramètres de couleur par rapport à l'emballage sous air, et favorise par contre les processus d'oxydation des lipides. La conservation sous atmosphère modifiée proposée dans la présente étude est la méthode à conseiller pour le stockage de la viande ovine (Beneddouché et al., 2012). Une bonne hygiène pendant l'abattage et une grande propreté lors du traitement de la carcasse prolongent la durabilité de la viande. La viande doit être conservée au plus vite après l'abattage.

## **Chapitre IV : Matériels et méthodes**

### **IV. 1. Objectif de l'étude**

L'objectif majeur de cette étude est :

- ✓ D'étudier l'effet de la conservation par congélation sur la qualité nutritionnelle et microbiologique de la viande ovine issue des pâturages steppiques de la région de Djelfa et d'une alimentation à base concentré de la région de Mostaganem ;
- ✓ D'étudier l'effet du système de production et l'alimentation sur les aptitudes de conservation de la viande des agneaux.

Il importe de signaler que les mesures ont concerné la viande du tissu musculaire du gigot (*biceps femoris*) et celui des côtes (*longissimus dorsi*).

Les analyses physico-chimiques ont porté sur l'étude de la composition biochimique de la viande d'agneau et dans le cadre de la surveillance de la contamination bactérienne des denrées alimentaires, Le dénombrement de certaines espèces de bactéries d'origine intestinale est une alternative à la recherche des microorganismes pathogènes. Ils peuvent être utilisés comme index indiquant la présence possible d'agents pathogènes ayant une écologie semblable, ou comme indicateurs signalant le non-respect des bonnes pratiques d'hygiène (Ghafir, 2007).

### **IV. 2. Echantillons étudiés**

L'étude a porté sur des échantillons d'agneaux de race locale Ouled Djellal, âgés de 12 mois, de taille et de conformation homogène, provenant de la région de Djelfa (plus précisément de Hassi Bahbah) et la région de Mostaganem. Les agneaux de la région de Djelfa sont nourris en pâturage à pleine temps constitué de plantes herbacées telles que l'alfa (*Stipa tenacissima*), armoise blanche, *artemesia herba alba* et *Atriplex halimus*. Les agneaux recevaient en supplément des pâturages de fourrages composés d'orge vert et avoine fourragère. Les agneaux de la région de Mostaganem sont nourris par une alimentation à base de concentré dans un parc d'engraissement.

### **IV. 3. Conservation et transport des échantillons**

Après abattage des agneaux, deux types de muscles sont prélevés ; sur le gigot (*Biceps femoris*) et sur les côtes (*Longissimus dorsi*) à cause de leur richesse en nutriments essentiels et de leur préférence par le consommateur.

Les prélèvements de viande sont réalisés à l'aide d'un couteau stérile, et les échantillons sont emballés individuellement dans des sachets de congélation stérile. Les échantillons de viande fraîche ont été transportés dans un système réfrigérant (une glacière iso-thermique) et rapidement transférés vers le laboratoire. Et afin de préserver leur qualité nutritionnelle et éviter toute forme d'altération microbologique et enzymatique, les échantillons ont été conservés dans un congélateur réglé à -20 °C durant toute la période de l'étude.

L'ensemble des analyses physico-chimiques et microbiologiques ont été effectuées au niveau du laboratoire de Technologie Alimentaire et nutrition de l'Université de Mostaganem. L'expérimentation s'est déroulée en 2 mois du 12 février jusqu'au 15 avril 2017. Les analyses effectuées ont concerné des prélèvements, emballés et étiquetés dans des films en aluminium, de tissus à l'état cru (J<sub>0</sub>) et d'autres prélèvements de tissus subissant une conservation par congélation pour des périodes allant de 10 à 40 jours.

#### **IV. 4. Analyses physico-chimiques**

##### **IV. 4. 1. Détermination de la teneur en matière sèche**

La teneur en eau est déterminée par déshydratation. Des échantillons de 1 g sont placés, dans des creusets en porcelaine puis laissés déshydrater pendant 24 heures dans une étuve à 105 °C (AFNOR, 1985). Après le refroidissement, on place les récipients dans le dessiccateur pendant 45 minutes. La matière sèche restante est alors pesée par différence avec la masse initiale, la quantité d'eau évaporée est ainsi réduite. La teneur en eau ou en matière sèche des échantillons sont exprimés en g/100g de tissu. La matière sèche (MS) de l'échantillon est calculée par l'expression suivante :

$$\% \text{ MS} = M_2 / M_1 \times 100$$

Avec :

M<sub>1</sub> : Poids de la prise d'échantillon (en gramme) avant dessiccation ;

M<sub>2</sub>: Poids de la prise d'échantillon (en gramme) après dessiccation ;

Le taux d'humidité est déterminé donc par déduction :

$$\% \text{ H}_2\text{O} = 100\% - \% \text{ MS.}$$

#### **IV. 4. 2. Détermination de la teneur en matière minérale**

Le dosage des cendres consiste à une incinération de la prise d'essai de l'échantillon à 550 °C dans un four à moufle pendant 4 heures. Cette opération permet une destruction totale de la matière organique. Les creusets sont retirés du four et mis dans un dessiccateur (AFNOR, 1985). Une fois refroidis, les creusets ont été pesés. La teneur en matières minérales de l'échantillon est déterminée par la relation suivante :

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

Avec :

$M_0$  : Masse (en gramme) du creuset vide ;

$M_1$  : Masse (en gramme) du creuset contenant la prise d'essai avant calcination;

$M_2$  : Masse totale du creuset contenant la prise d'essai après calcination (en gramme).

#### **IV. 4. 3. Détermination des lipides totaux**

Les lipides sont extraits suivant la méthode de (Folch et al., 1957). Cette technique repose sur le principe d'une extraction à froid des lipides par un mélange de solvant chloroforme / méthanol (2/1 ; v/v). La phase supérieure constituée de méthanol et d'eau, contient les composés hydrophiles (glucides et protéines) dont la dissolution est favorisée par la présence d'un sel, tandis que les lipides sont dissous dans la phase organique inférieure. La pesée du ballon, contenant l'extrait lipidique après évaporation du solvant, permet de calculer la teneur en lipide exprimée en g par 100g d'échantillon.

#### **Mode opératoire**

Une prise d'essai de 15 g est additionnée à 60 ml de réactif de Folch (chloroforme + méthanol). Le mélange obtenu est homogénéisé par broyage pendant 2 minutes puis, filtré à l'aide d'un verre fritté. Le filtrat est versé dans une ampoule à décanter. La séparation des phases s'effectue à l'aide d'une solution de chlorure de sodium (NaCl) à 0,73 % à raison d'un volume de la solution de sel pour quatre volumes de filtrat. On obtient une solution saturée des deux mélanges : méthanol/eau et chloroforme/lipides. On Agite et ensuite on laisse décanter le mélange environ 2

heures. Après la décantation, les phases apparaissent incolores, limpides et séparées par un ménisque.

La phase inférieure (chloroforme/lipides) est filtrée sur des sulfates de sodium pour éliminer l'eau et on recueille dans un ballon à col rodé préalablement pesé les lipides dissouts dans le chloroforme.

La phase supérieure est rincée à l'aide de 50 ml d'un mélange à 10 ml de NaCl d'une concentration 0,58 % et 40 ml de réactif de Folch de façon à extraire le reste des lipides par filtration comme on a procédé précédemment.

Enfin, le solvant contenu dans la phase inférieure est éliminé à l'aide d'un évaporateur rotatif sous pression réduite à 45 °C. Ensuite, le ballon est placé dans un dessiccateur sous vide partiel à l'abri de la lumière pendant 20 heures afin d'évaporer le résidu du chloroforme. Le ballon contenant l'extrait lipidique est pesé et le pourcentage en lipides totaux est déterminé comme suit :

$$\% \text{ (des lipides totaux)} = \frac{M_1 - M_0}{M} \times 100$$

Avec :

$M_1$  : Masse (en gramme) du ballon contenant l'extrait lipidique ;

$M_2$  : Masse (en gramme) du ballon vide ;

$M$  : Masse (en gramme) de l'échantillon.

#### **IV. 4. 4. Dosage des protéines brutes**

Les protéines ont été déterminées selon la technique décrite par Lowry et al, (1951). Les protéines réagissent avec le réactif Folin-Ciocalteu pour donner des complexes colorés, la couleur ainsi formé est due à la réaction du phosphomolybdate par latyrosine et le tryptophane. L'intensité de la coloration dépend donc de la quantité d'acides aminés présents la solution. Les densités optiques sont mesurées à 600 nm en présence d'un témoin (une solution contenant tous les réactifs sans l'échantillon). Le sérum albumine bovine a été utilisé comme une protéine de référence.

#### **Mode opératoire**

1 g de chaque type d'échantillon est broyé avec 25 ml d'eau physiologique et filtré sous un accumulateur de glace pour ne pas dénaturer la fraction protéique de



l'échantillon. On transpose 1 ml de ce filtrat dans une fiole de 100 ml et on complète par l'eau distillée jusqu'au trait de jauge. Ensuite on prend 1 ml du mélange et on l'introduit dans un tube à essai placé dans un réfrigérateur réglé à 4°C.

Le réactif de Lowry a été préparé en mélangeant deux solutions (A et B) contenant :

✓ Solution A : 1g de soude (NaOH) et 5g de carbonate de sodium (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) dissouts dans 250 ml d'eau distillée.

✓ Solution B : 0,125g sulfate de cuivre (CuSO<sub>4</sub>) et de 0,25g de tartrate double de sodium et de potassium dissouts dans 25 ml de l'eau distillée.

Ensuite on rajoute 5 ml du réactif de Lowry au tube à essai et on laisse reposer le mélange pendant 10 minutes, puis on ajoute 0,5 ml de la solution du Folin diluée deux fois dans chaque tube. Enfin, on agite les tubes à l'aide d'un homogénéisateur électrique pendant 2 minutes et on laisse au repos le mélange obtenu pendant 30 minutes à 4 °C et à l'obscurité.

La lecture se fait à l'aide d'un spectrophotomètre réglé à une longueur d'onde de 600 nm. Les densités optiques ainsi obtenues sont converties en pourcentage de protéines grâce à une courbe d'étalonnage préparée au préalable dans les mêmes conditions.

La teneur (en %) de protéines dans l'échantillon est obtenue en multipliant le % d'azote total par un facteur « F » d'épandant du type d'aliment analysé.

$$Y = a X$$

$$N = \text{abs} / a$$

$$\% \text{ Protéines} = N \times V_0 \times V_1$$

N : teneur d'azote

Abs : Absorbance lue à la longueur d'onde 600 nm ;

V<sub>0</sub>: Volume (en ml) de la solution de Lowry ;

V<sub>1</sub>: Volume (en ml) d'eau distillé.

#### **IV. 4. 5. Estimation de degré d'oxydation des lipides de la viande**

L'objectif de la méthode est de déterminer l'effet de la conservation sur l'oxydation des lipides de la viande (Genot, 1996). Les produits secondaires de l'oxydation des lipides les plus couramment dosés sont les aldéhydes. L'acide thiobarbiturique (TBA) réagit avec le malonaldéhyde (MDA) pour former un complexe de couleur rose et/ou jaune possédant un maximum d'absorbance à une

longueur d'onde de 532 nm. Il réagit également avec d'autres aldéhydes résultant de l'oxydation des acides gras polyinsaturés à longue chaîne. La concentration des substances réactives au TBA (sr-TBA) extraites des échantillons par l'acide trichloroacétique, exprimée en équivalent de MDA, est déduite à partir de la valeur de l'absorbance noté sur un spectrophotomètre réglé à une longueur d'onde de 532 nm.

#### Mode opératoire

Un échantillon de viande de 2 g est placé dans un tube de 25 ml contenant 16 ml d'acide trichloroacétique à 5% et 0,1 ml d'une solution d'acide ascorbique 0,01%. Le mélange est homogénéisé 3 fois pendant 15 secondes à l'aide d'un homogénéisateur (*Ultra-Turrax*) à une vitesse de 20 000 tpm. Le broyat est passé à travers un papier filtre afin d'obtenir un filtrat. Puis 2 ml du filtrat sont transférés dans un tube contenant 2 ml d'acide thiobarbiturique. Les tubes hermétiquement fermés ont été plongés dans un bain-marie réglé à 70°C pendant 30 minutes. Après refroidissement des tubes du mélange réactionnel, on mesure l'absorbance de ce dernier à l'aide spectrophotomètre réglé à 532 nm et les résultats, exprimés en mg équivalent MDA/Kg, sont obtenus en utilisant la formule suivante (Buedge et al., 1978) :

$$\text{Mg Eq (MDA/kg)} = [(0,72 / 1,56) \times (\text{Abs}_{(532)} \times V_{(\text{solvent})} \times V_f)] \text{ PE,}$$

où :  $V_{(\text{solvent})}$  (en ml), est le volume de la solution de dilution TAC, PE et la prise d'essai,  $V_f$ , le volume du filtrat prélevé et le rapport (0,72/1,56), correspond à la prise en compte du coefficient d'extinction moléculaire du complexe TBA-MDA.

#### **IV. 5. Analyses microbiologiques**

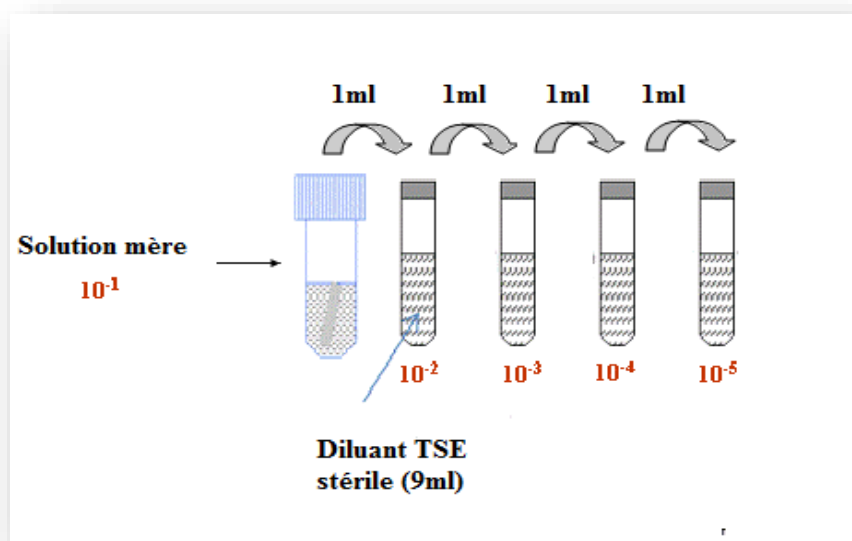
Nous avons utilisé le matériel couramment employé pour les analyses microbiologiques, l'étuve bactériologique, le réfrigérateur, le bain marie, les tubes à essai stériles, les anses, les pipettes pasteur et les becs bunsens.

La prise d'échantillon a été effectuée avec beaucoup d'attention et de précaution de façon à représenter le plus exactement possible le milieu d'où il provient. Nos échantillons ont été prélevés en présence d'une flamme, les flacons qui doivent les recevoir ont été soigneusement lavés, rincés, séchés et stérilisés préalablement (Journal officiel de la RADP n°069 du 7-11- 2004 relatif aux méthodes de préparation des échantillons pour essai et dilutions en vue de l'examen microbiologique). D'après le

journal officiel de la RADP n°035 du 27-05-1998 relatif aux spécifications microbiologiques de certaines denrées alimentaires, l'échantillon destiné au laboratoire de microbiologie doit être constitué de 5 unités correspondant à 5 portions ou à 5 prélèvements d'au moins 100 grammes du produit à analyser.

La suspension mère est la première dilution préparée à partir d'un produit solide (la viande). Les 25 g de viande sont placés dans le bol d'un mixeur en présence de 225 ml du diluant TSE (Tryptone Sel Eau). L'homogénéisation a été assurée à l'aide d'un agitateur. La solution homogène obtenue est considérée comme dilution  $10^{-1}$ .

A partir de de la dilution  $10^{-1}$  (considéré comme solution mère), on a procédé à des séries de dilutions formant une progression géométrique de  $10^{-1}$  (c'est-à-dire  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ ,... et  $10^{-5}$ ), en prenant le soin d'agiter énergiquement et longtemps chaque échantillon avant de le diluer, et chaque dilution avant le préparer, à partir d'elle, la dilution suivante (Figure IV. 1.).



**Figure IV. 1. :** Préparation des dilutions décimales

Les résultats de l'analyse microbiologique sont exprimés par le nombre de bactéries recherchées par gramme d'échantillon à étudier. Ces résultats ont été déterminés par un dénombrement direct des colonies après ensemencement, de façon aseptique, dans des boîtes de pétri une quantité donnée d'échantillon à analyser dans un milieu solide, nutritif et stérile et incubation de ces boîtes à la température correspondante pendant un temps déterminé (Journal officiel de la RADP n°069 du 7-11- 2004).

#### **IV. 5. 1. Dénombrement de la flore aérobie mésophile totale**

Les germes aérobies totaux ne constituent pas une famille bactérienne particulière. Il s'agit des microorganismes formant des colonies dénombrables après leur multiplication dans des conditions de laboratoire définies. Le milieu de culture utilisé est le *plate count agar* (PCA) contenant un digeste enzymatique de caséine, de l'extrait de levure et du glucose, selon la norme ISO 4833 (Organisation internationale de Normalisation, 2003) avec incubation à 30°C pendant 72 h (Ghafir, 2007).

On porte aseptiquement un millilitre de la solution mère et des dilutions décimales est mis en culture en profondeur dans des boîtes de Pétri stériles et vides préparées et numérotées à cet usage.

- **Ensemencement et incubation**

1 ml de la solution mère ou des dilutions décimales successives allant de 10<sup>-1</sup> à 10<sup>-5</sup> sont déposés dans des boîtes de pétri stériles à l'aide de pipettes stériles. 15ml de milieu PCA refroidit à 45°C, sont coulés dans chaque boîte de Pétri. L'inoculum est soigneusement mélangé au milieu de culture par des mouvements circulaires et de « va-et-vient » ou en forme de « 8 » sur une surface fraîche et horizontale. Après solidification, les boîtes ainsi préparées sont incubées couvercles en bas dans une étuve réglée à 30°C pendant 72h (Dennaï, et al., 2001).

- **Lecture et interprétation**

Selon la norme Française XPV08-102, chaque boîte retenue devra contenir au plus 300 colonies et au moins 15 colonies. Le nombre de micro organismes par gramme de produit est calculé à partir des boîtes retenues au niveau de deux dilutions successives à l'aide de la formule suivante:

$$N = \sum C / (N_1 + 0,1N_2) / D$$

N : le nombre de micro organismes par gramme de produit ;

C : Colonies comptées sur les boîtes retenues ;

N<sub>1</sub>: le nombre de boîtes retenues à la première dilution ;

N<sub>2</sub>: le nombre de boîtes retenues à la deuxième dilution ;

D : le taux de dilution correspondant à la première dilution.

#### **IV. 5. 2. Dénombrement des coliformes totaux**

Le dénombrement des coliformes totaux par comptage des colonies obtenues respectivement à 37°C, selon la Norme NF V 08-017, relative au dénombrement des coliformes totaux. Les coliformes totaux sont isolés et dénombrés sur un milieu gélosé sélectif le VRBL. Les prélèvements sont dilués jusqu'à 10<sup>-5</sup>. On porte aseptiquement 1 ml de la solution mère et des dilutions décimales dans des boîtes de Pétri vides préparées et numérotées à cet usage. On complète ensuite avec environ 15 ml de gélose VRBL fondue. On homogénéise le contenu en effectuant des mouvements circulaires et de «va-et-vient» en formes de «8» sur une surface fraîche et horizontale pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose.

- **Dénombrement des coliformes fécaux**

Selon la norme internationale, les coliformes fécaux sont des bactéries qui à la température spécifique, forment des colonies caractéristiques dans la gélose lactosée biliée au cristal violet et au rouge neutre (VRBL). Ces germes sont thermorésistants, ayant une température d'incubation est de 44°C pendant 24h. Ils sont dénombrés selon la norme Française NF V 08- 017, par comptage de colonies sur milieu solide.

- **Lecture et interprétation**

Après la période d'incubation, les colonies rouges ayant poussées en masse dans les boîtes de pétri sont comptées à l'aide du compteur de colonies, en retenant celles contenant entre 15 et 150 colonies au niveau de deux dilutions successives. Le nombre de micro organismes par gramme de produit est calculé à l'aide de la formule citée précédemment :  $N = \sum C / (N_1 + 0,1N_2) / D$

#### **IV. 5. 3. Dénombrement des Staphylocoques**

Le dénombrement des staphylocoques est réalisé par un ensemencement en surface sur le milieu sélectif ; Chapman. L'incubation a été de 24 à 48 heures à 37°C. A partir de la solution mère ou des dilutions décimales, on porte aseptiquement 0,1ml dans les boîtes de Pétri contenant préalablement le milieu solide, on étale l'inoculum en surface à l'aide d'un étaleur ensuite, les boîtes sont portées à une température de 37°C pour incubation pendant 48 heures (Dennai et al., 2001).

Après 48 heures d'incubation, on retient pour comptage, les boîtes contenant moins de 300 colonies caractéristiques (1 à 2 mm de diamètre produisant parfois un pigment jaune et constituées de cocci à Gram (+) en amas) par boîte.

#### **IV. 5. 4. Recherche de Salmonella**

La recherche des salmonelles est réalisée selon la norme Française NF V08-052.

- **Pré-enrichissement**

Cette étape consiste à incuber à l'étuve à 37°C la solution mère pendant 20 h.

- **Enrichissement**

L'enrichissement est réalisé sur le milieu sélectif SFB réparti en :

- 10 ml pour le flacon SFB simple concentration (S/C) ;
- 100 ml pour flacon SFB double concentration (D/C) ;
- Incubation se fait à l'étuve à 37°C pendant 24 heures.

- ✓ **Isolement**

L'isolement est réalisé par ensemencement en surface du milieu sélectif solide : Hektoen à partir du bouillon d'enrichissement. Les boîtes sont incubées à 37°C pendant 18 à 24 heures et parfois même pendant 48 heures, en absence de colonies caractéristiques (colonies bleues) après la première lecture (Rodier et al., 1996).

#### **IV. 5. 5. Dénombrement des spores de Clostridium Sulfito-réducteurs**

Le dénombrement est réalisé en anaérobiose et repose sur l'appréciation de la réduction du sulfite en H<sub>2</sub>S dont la mise en évidence est obtenue par addition au milieu d'alun de fer. A 20 mL de gélose viande-foie (VF) régénérée et ramenée à 50°C, on ajoute 0,5 ml d'une solution aqueuse de sulfite de Na (à 5%), 0,2 ml d'une solution aqueuse d'alun de fer (à 5%), 1ml de la solution mère et des dilutions 10<sup>-1</sup> et 10<sup>-5</sup> est introduit dans le tube en surfusion. Après refroidissement et incubation à 37°C pendant 24 heures. Les colonies des bactéries sulfitoréductrices sont noires ; leur taille varie selon l'espèce (Lebres et al., 2002).

#### **IV. 6. Analyse statistique**

Les résultats obtenus au cours de cette étude sont traités avec un test bifactoriel en bloc à l'aide d'un logiciel informatique (Statbox) suivant le test de Newman et Keuls.

## **Chapitre V : Résultats et discussions**

Dans ce chapitre nous présentons les résultats de tests réalisés pour évaluer l'effet de la conservation par congélation sur les caractéristiques physico-chimiques et la qualité microbiologique de la viande durant une période de conservation de l'état cru jusqu'au 40<sup>ème</sup> jour de congélation.

### **V. 1. Effet de la conservation sur les caractéristiques physico-chimiques**

#### **V. 1. 1. La teneur en matière sèche**

Les résultats de la teneur en matière sèche de la viande sont groupés dans le tableau V.1. et représentés sur la figure V. I. L'analyse de variance pour les résultats de la teneur en matière sèche a fait ressortir que le facteur type de pâturage et la durée de conservation ont un effet hautement significatif ( $P < 0,01$ ) sur l'évolution de la teneur en matière sèche (Tableau V. I.).

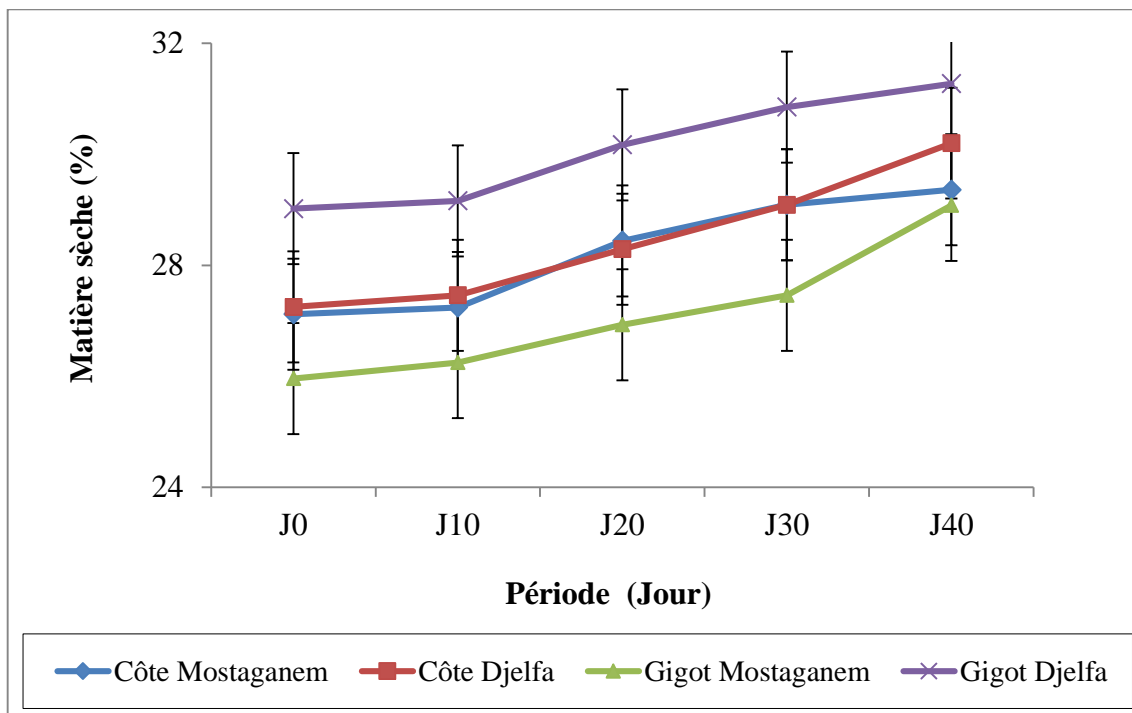
**Tableau V. 1. :** Evolution de la teneur en matière sèche (g/100g) de la viande ovine durant toute la durée de conservation.

Période	Type de pâturage (n = 6)				Effet pâturage F1	Effet type muscle F2
	Haute plaine		Steppique			
	Côte	Gigot	Côte	Gigot		
<b>J<sub>0</sub>*</b>	27,12 <sup>b</sup> ± 0,78	25,96 <sup>b</sup> ± 0,63	27,25 <sup>b</sup> ± 0,80	29,02 <sup>a</sup> ± 0,88	P < 0,01	NS
<b>J<sub>10</sub></b>	27,24 <sup>b</sup> ± 0,31	26,25 <sup>c</sup> ± 0,61	27,46 <sup>b</sup> ± 0,69	29,16 <sup>a</sup> ± 0,98	P < 0,01	NS
<b>J<sub>20</sub></b>	28,44 <sup>b</sup> ± 0,69	26,93 <sup>c</sup> ± 0,90	28,29 <sup>b</sup> ± 0,56	30,17 <sup>a</sup> ± 0,98	P < 0,01	NS
<b>J<sub>30</sub></b>	29,09 <sup>b</sup> ± 0,72	27,46 <sup>c</sup> ± 1,10	29,09 <sup>b</sup> ± 0,60	30,85 <sup>a</sup> ± 0,72	P < 0,01	NS
<b>J<sub>40</sub></b>	29,36 ± 0,33	29,08 ± 1,50	30,2 ± 1,20	31,27 ± 0,78	P < 0,01	NS

\* Chaque valeur est la moyenne de 6 échantillons (n = 6) suivie de l'écart type.

Les teneurs en matière sèche de la viande à l'état cru sont variables selon le système d'élevage et le site anatomique, il ressort ainsi que la viande issue d'agneau des pâturages de steppe referme plus de matière sèche (27-29 % contre 25-27 %) respectivement pour les côtes et les gigots (Figure V. 1.). Cette tendance se poursuit après la congélation. On constate en effet, une augmentation significative de la teneur

en matière sèche à partir du 10<sup>ème</sup> jour et se poursuit jusqu'au 40<sup>ème</sup> jour de congélation. L'élévation significative ( $p < 0,05$ ) de la matière sèche au cours de la conservation peut être estimée en moyenne de 7 à 13 % respectivement de 0 à 40 jours.



**Figure V. 1. :** Evolution au cours de la conservation au froid négatif (-20°C) de la teneur en matière sèche de la viande d'agneau issue de pâturage steppique et haut plaine.

### V. 1. 2. La teneur en matière minérale

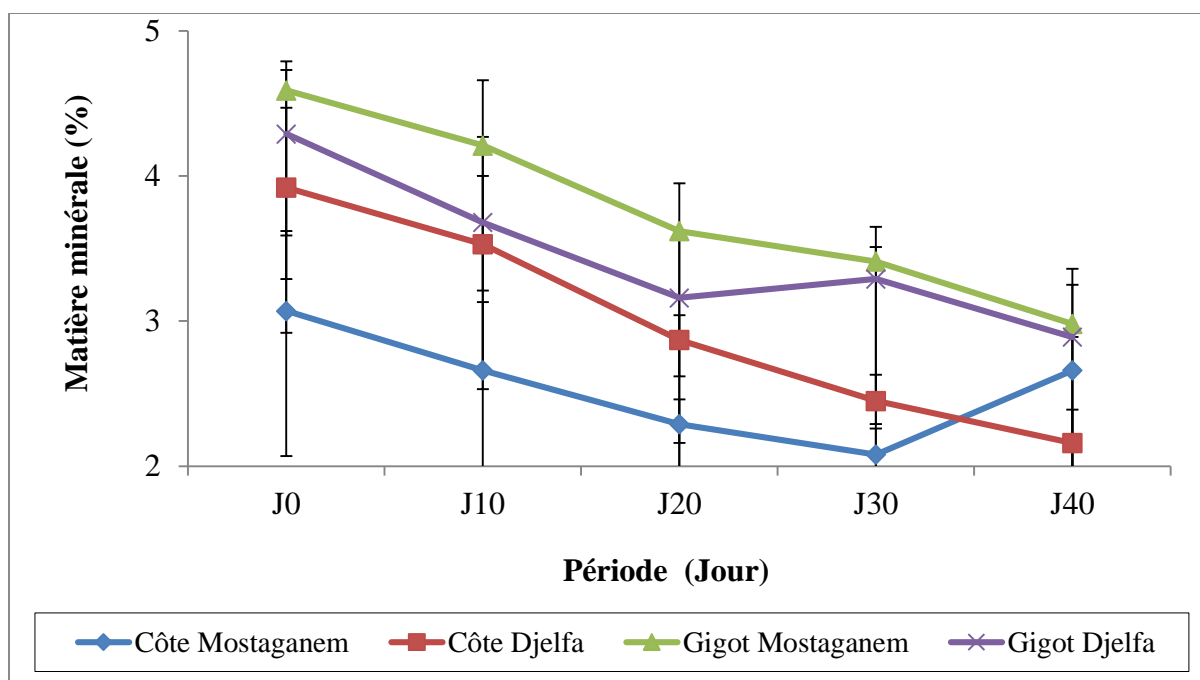
Les résultats de la teneur en matière minérale de la viande sont donnés dans le tableau V. 2. et illustrés sur la figure V. 2. La décomposition de l'analyse de variance a révélé que le type de muscle exerce un effet hautement significatif ( $P < 0,01$ ) sur l'évolution de la teneur en matière minérale (Tableau V. 2. et Figure V. 2.). Par ailleurs, le taux de la matière minérale enregistre une perte progressive lors de la conservation par congélation, cette perte varie de 13 à 55 % selon le système d'élevage et le type de muscle respectivement. Nous avons aussi observé que la matière minérale est généralement plus élevée dans le gigot que dans la côte surtout pour les échantillons crus de Mostaganem et de Djelfa respectivement (4,59 contre 3,07 % et 4,29 contre 3,92 %).



**Tableau V. 2. :** Evolution de la teneur en matière minérale (g/100g) de la viande ovine durant toute la durée de conservation.

Période	Type de pâturage (n = 6)				Effet pâturage F1	Effet type muscle F2
	Haute plaine		Steppique			
	côte	gigot	côte	gigot		
<b>J<sub>0</sub></b> *	3,07 <sup>b</sup> ± 0,57	4,59 <sup>a</sup> ± 0,20	3,92 <sup>a</sup> ± 0,55	4,29 <sup>a</sup> ± 0,44	NS	P < 0,01
<b>J<sub>10</sub></b>	2,66 <sup>b</sup> ± 0,28	4,21 <sup>a</sup> ± 0,45	3,53 <sup>a</sup> ± 0,47	3,68 <sup>a</sup> ± 0,59	NS	P < 0,01
<b>J<sub>20</sub></b>	2,29 <sup>b</sup> ± 0,36	3,62 <sup>a</sup> ± 0,33	2,87 <sup>b</sup> ± 0,17	3,16 <sup>a</sup> ± 0,40	NS	P < 0,01
<b>J<sub>30</sub></b>	2,08 <sup>b</sup> ± 0,59	3,41 <sup>a</sup> ± 0,24	2,45 <sup>a</sup> ± 0,18	3,29 <sup>a</sup> ± 0,22	NS	P < 0,01
<b>J<sub>40</sub></b>	2,66 <sup>a</sup> ± 0,68	2,98 <sup>a</sup> ± 0,38	2,16 <sup>b</sup> ± 0,23	2,89 <sup>a</sup> ± 0,36	NS	P < 0,05

\* Chaque valeur est la moyenne de 6 échantillons (n = 6) suivie de l'écart type.



**Figure V. 2. :** Evolution au cours de la conservation au froid négatif (-20°C) de la teneur en matière minérale de la viande d'agneau issue de pâturage steppique et haut plaine.

### V. 1. 3. Teneur en eau

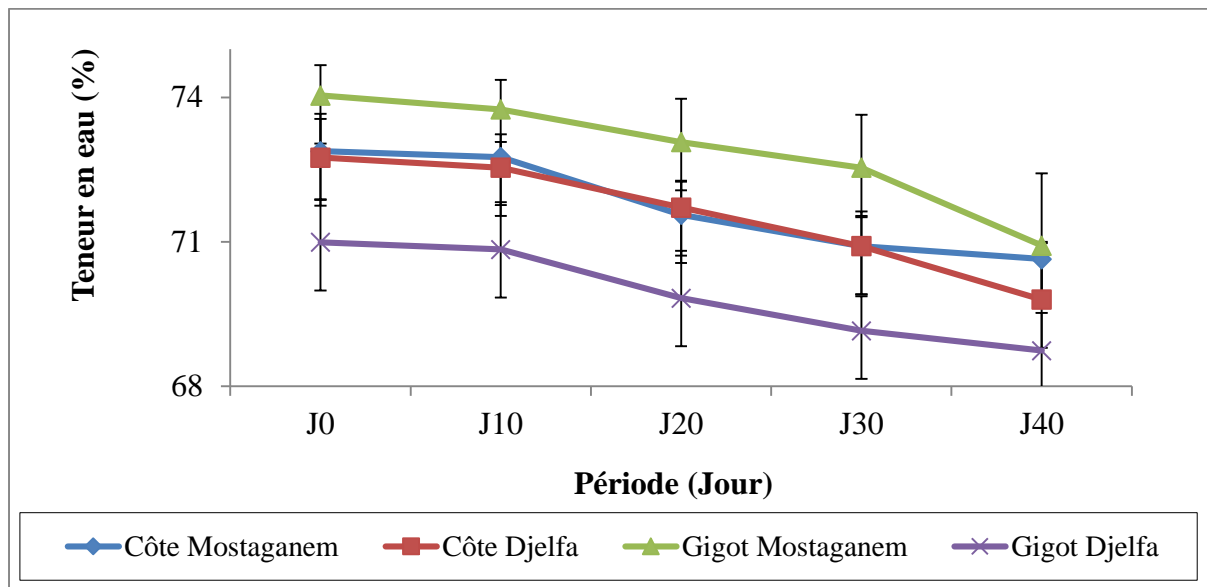
La figure V. 3. et le tableau V. 3., montrent l'évolution de la teneur en eau durant la conservation. D'une façon générale, La congélation provoque une diminution de l'humidité de tous les échantillons conservés. Elle passe de 72% à 70% pendant toute

la durée de la conservation. Cette diminution apparait plus prononcée dans les gigots que dans les côtes. L'examen des teneurs en humidité laisse apercevoir aussi que la viande issue du système d'élevage steppique enregistre moins d'eau que celle du système d'élevage en haute plaine respectivement (74,04 % contre 70,99 % et 72,88 % contre 72,75 %).

**Tableau V. 3. :** Evolution de la teneur en eau (g/100g) de la viande ovine durant toute la durée de conservation.

Période	Type de pâturage (n = 6)				Effet Pâturage F1	Effet type muscle F2
	Haute plaine		Steppique			
	côte	gigot	côte	gigot		
J <sub>0</sub> *	72,88 <sup>a</sup> ± 0,78	74,04 <sup>a</sup> ± 0,63	72,75 <sup>a</sup> ± 0,80	70,99 <sup>b</sup> ± 0,88	P < 0,01	NS
J <sub>10</sub>	72,76 <sup>b</sup> ± 0,31	73,75 <sup>a</sup> ± 0,61	72,54 <sup>b</sup> ± 0,69	70,84 <sup>c</sup> ± 0,98	P < 0,01	NS
J <sub>20</sub>	71,56 <sup>b</sup> ± 0,69	73,07 <sup>a</sup> ± 0,90	71,71 <sup>b</sup> ± 0,56	69,83 <sup>c</sup> ± 0,98	P < 0,01	NS
J <sub>30</sub>	70,91 <sup>b</sup> ± 0,72	72,54 <sup>a</sup> ± 1,10	70,91 <sup>b</sup> ± 0,60	69,15 <sup>c</sup> ± 0,72	P < 0,01	NS
J <sub>40</sub>	70,64 ± 0,33	70,92 ± 1,50	69,8 ± 1,20	68,74 ± 0,78	P < 0,01	NS

\*Chaque valeur est la moyenne de 6 échantillons (n=6) suivie de l'écart type.



**Figure V. 3. :** Evolution au cours de la conservation au froid négatif (-20°C) de la teneur en eau de la viande d'agneau issue de pâturage steppique et haut plaine.

#### V. 1. 4. Teneur en protéines

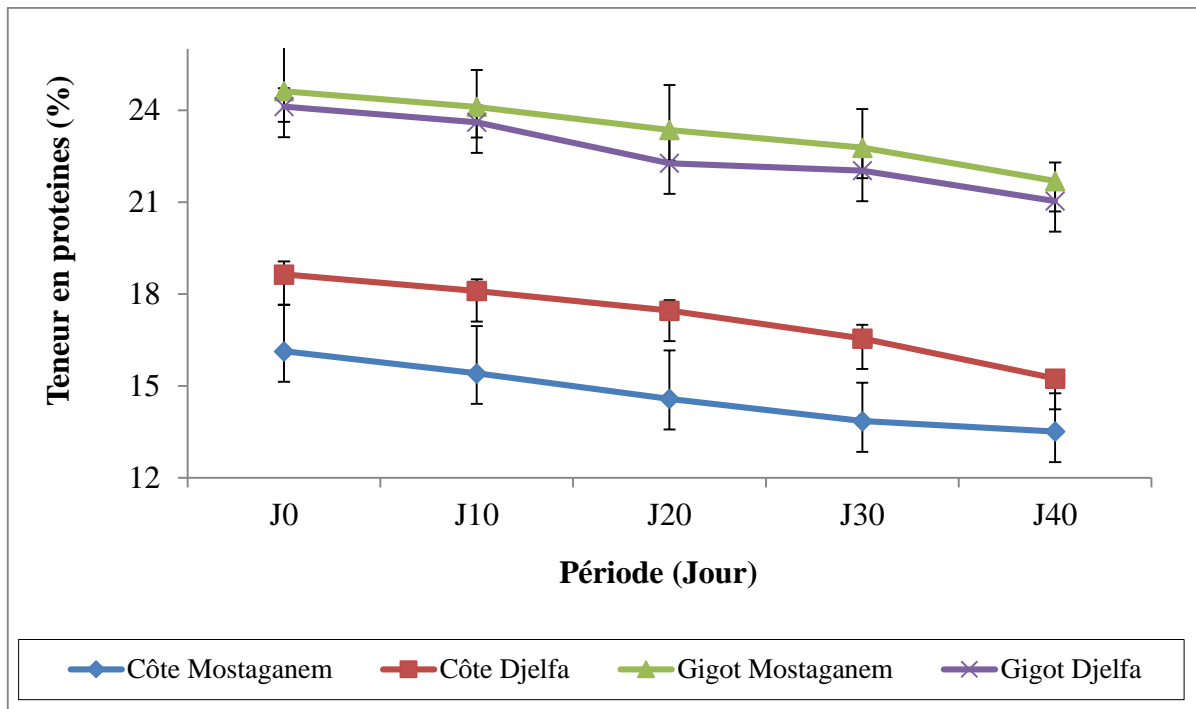
L'analyse de variance montre que le facteur système de production exerce un effet significatif sur les protéines de la viande ovine. Cet effet devient plus perceptible durant le 10<sup>ème</sup> jour et le 30<sup>ème</sup> jour de conservation (Tableau V. 4. et Figure V. 4.). Nous avons également constaté que les teneurs en protéines varient selon le type de muscle, pour le gigot la teneur en protéine est 24,62% et 24,12% pour la région de Mostaganem. On enregistre pour la côte une moyenne de 16 % pour les échantillons de Mostaganem et 18% pour ceux de Djelfa.

**Tableau V. 4. :** Evolution au cours de la conservation au froid négatif (-20°C) de la teneur en protéine de la viande d'agneaux élevées en pâturage steppique et haut plaine.

Période	Type de pâturage (n=6)				Effet Pâturage F1	Effet type muscle F2
	Haute plaine		Steppique			
	côte	gigot	côte	gigot		
<b>J<sub>0</sub></b> *	16,13 <sup>c</sup> ± 1,52	24,62 <sup>a</sup> ± 1,49	18,64 <sup>b</sup> ± 0,42	24,12 <sup>a</sup> ± 0,60	NS	NS
<b>J<sub>10</sub></b>	15,41 <sup>c</sup> ± 1,54	24,11 <sup>a</sup> ± 1,21	18,1 <sup>b</sup> ± 0,38	23,61 <sup>a</sup> ± 0,55	P < 0,05	NS
<b>J<sub>20</sub></b>	14,58 <sup>c</sup> ± 1,58	23,36 <sup>a</sup> ± 1,46	17,46 <sup>b</sup> ± 0,34	22,27 <sup>a</sup> ± 0,79	NS	NS
<b>J<sub>30</sub></b>	13,85 <sup>c</sup> ± 1,25	22,78 <sup>a</sup> ± 1,26	16,55 <sup>b</sup> ± 0,44	22,03 <sup>a</sup> ± 0,48	P < 0,05	NS
<b>J<sub>40</sub></b>	13,51 <sup>c</sup> ± 1,25	21,69 <sup>a</sup> ± 0,6	15,24 <sup>b</sup> ± 0,27	21,04 <sup>a</sup> ± 0,56	NS	NS

\*Chaque valeur est la moyenne de 6 échantillons (n = 6) suivie de l'écart type.

Il ressort également des résultats de l'analyse statistique obtenue que la durée de conservation exerce un effet significatif sur la teneur en protéines des échantillons étudiés. En effet, pour les échantillons de viandes issus des deux régions étudiées, la teneur en protéines diminue au cours de la période de conservation par congélation. Cette diminution est échelonnée entre 12 et 17 % selon le système d'élevage.



**Figure V. 4.** : Evolution au cours de la conservation au froid négatif (-20°C) de la teneur en protéines de la d’agneau issue de pâturage steppique et haut plaine.

#### V. 1. 5. Teneur en lipides

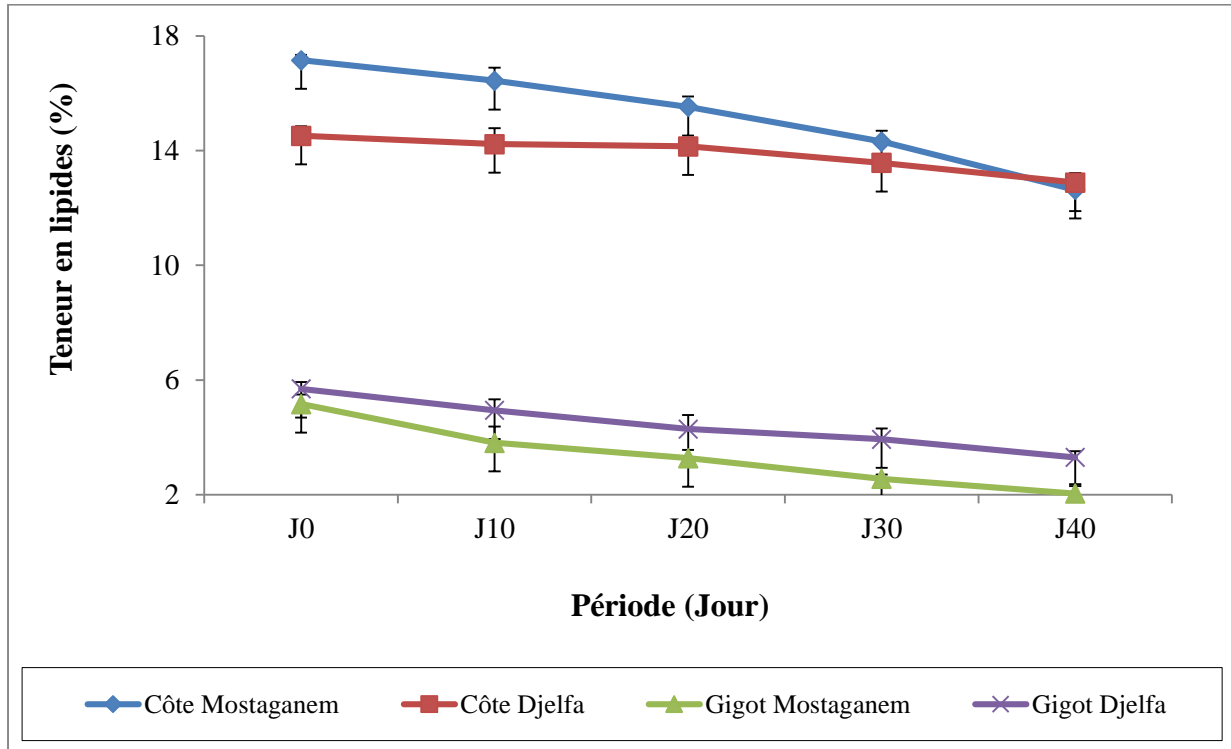
D’après les résultats de l’étude de la variation de la teneur en lipides en fonction de la conservation (Tableau V. 5. et Figure V. 5.), nous remarquons que la viande issue des agneaux de pâturage de Djelfa renferme moins de lipides que celle de la région de Mostaganem. Nous pensons que ces résultats sont probablement liés à l’activité physique de l’animal. Cette teneur en lipides apparait en proportions plus élevées ( $P < 0,05$ ) dans la viande de côte (17,16%) que dans le gigot (5,16 %) pour les échantillons de Mostaganem et pour les échantillons de Djelfa également (14,52 %) et (5,69 %) dans la côte et le gigot respectivement.

**Tableau V. 5.** : Evolution de la teneur en matières grasses (g/100g) de la viande ovine durant toute la durée de conservation.

Période	Type de pâturage (n = 6)				Effet Pâturage F1	Effet type muscle F2
	Haute plaine		Steppique			
	côte	gigot	côte	gigot		
J <sub>0</sub> *	17,16 <sup>a</sup> ± 0,18	5,16 <sup>d</sup> ± 0,33	14,52 <sup>b</sup> ± 0,46	5,69 <sup>d</sup> ± 0,24	P < 0,01	P < 0,05

<b>J<sub>10</sub></b>	16,44 <sup>a</sup> ± 0,46	3,81 <sup>d</sup> ± 0,56	14,23 <sup>b</sup> ± 0,40	4,94 <sup>c</sup> ± 0,38	P < 0,05	P < 0,05
<b>J<sub>20</sub></b>	15,53 <sup>a</sup> ± 0,36	3,27 <sup>d</sup> ± 0,29	14,15 <sup>b</sup> ± 0,28	4,29 <sup>c</sup> ± 0,49	NS	P < 0,01
<b>J<sub>30</sub></b>	14,32 <sup>a</sup> ± 0,38	2,55 <sup>d</sup> ± 0,15	13,58 <sup>b</sup> ± 0,43	3,93 <sup>c</sup> ± 0,38	NS	P < 0,05
<b>J<sub>40</sub></b>	12,64 <sup>a</sup> ± 0,32	2,04 <sup>c</sup> ± 0,33	12,89 <sup>a</sup> ± 0,32	3,3 <sup>b</sup> ± 0,21	P < 0,01	P < 0,05

\*Chaque valeur est la moyenne de 6 échantillons (n=6) suivie de l'écart type.



**Figure V. 5.** : Evolution au cours de la conservation au froid négatif (-20°C) de la teneur en matière grasses de la viande d'agneau issue de pâturage steppique et haut plaine.

Par ailleurs, l'analyse de variance montre que les systèmes de production et la durée de congélation exerce un effet significatif sur les lipides totaux intramusculaires. En effet, le pourcentage de lipides chute progressivement ( $P < 0,05$ ) pendant la conservation, cependant cette chute est très faible dans le lot de Djelfa par rapport à celui de Mostaganem. A titre indicatif et non exhaustif, le pourcentage de chute est en moyenne de 11 dans les échantillons de viande de Djelfa contre 26 dans ceux de Mostaganem.

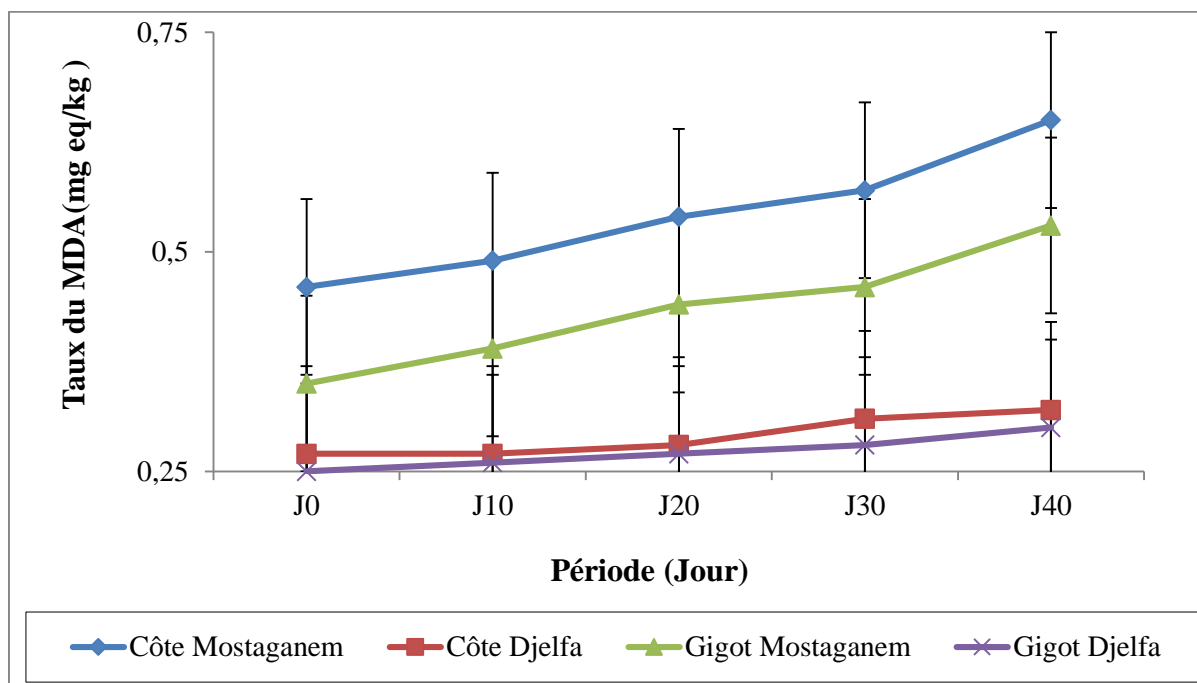
### V. 1. 6. Degré de peroxydation lipidique de la viande ovine

Les résultats de cette analyse, exprimés en équivalent de MDA (mg (éq)/kg de viande) sont donnés dans le tableau V. 6. et représentés sur la figure V. 6.

**Tableau V. 6. :** Evolution du taux du MDA (en mg (éq)/kg) de la viande ovine durant toute la durée de conservation.

Période	Type pâturage (n = 6)				Effet pâturage F1	Effet type muscle F2
	Haute plaine		Steppique			
	côte	gigot	côte	gigot		
J <sub>0</sub> *	0,46 <sup>a</sup> ± 0,06	0,35 <sup>b</sup> ± 0,03	0,27 <sup>c</sup> ± 0,01	0,25 <sup>c</sup> ± 0,02	P < 0,05	P < 0,01
J <sub>10</sub>	0,49 <sup>a</sup> ± 0,05	0,39 <sup>b</sup> ± 0,01	0,27 <sup>c</sup> ± 0,03	0,26 <sup>c</sup> ± 0,03	P < 0,05	P < 0,01
J <sub>20</sub>	0,54 <sup>a</sup> ± 0,03	0,44 <sup>b</sup> ± 0,02	0,28 <sup>c</sup> ± 0,02	0,27 <sup>c</sup> ± 0,03	P < 0,05	P < 0,01
J <sub>30</sub>	0,57 <sup>a</sup> ± 0,02	0,46 <sup>b</sup> ± 0,02	0,31 <sup>c</sup> ± 0,01	0,28 <sup>c</sup> ± 0,03	P < 0,05	P < 0,01
J <sub>40</sub>	0,65 <sup>a</sup> ± 0,01	0,53 <sup>b</sup> ± 0,07	0,32 <sup>c</sup> ± 0,03	0,30 <sup>c</sup> ± 0,04	P < 0,05	P < 0,01

\*Chaque valeur est la moyenne de 6 échantillons (n = 6) suivie de l'écart type.



**Figure V. 6. :** Evolution au cours de la conservation au froid négatif (-20°C) du taux du MDA de la viande d'agneau issue de pâturage steppique et haut plaine.

On note tout d'abord que le lot de la région de haute plaine présente un degré de peroxydation lipidique plus important que celle de steppe. Aussi, lors de la conservation ce paramètre augmente d'une manière plus prononcée dans le lot de Mostaganem par rapport à celui Djelfa. En effet, à 40 jours de conservation, la peroxydation lipidique dans la viande des côtes du lot de Mostaganem par exemple est deux fois plus élevée  $P < 0,01$  comparativement à celui de Djelfa (0,65 contre 0,32 mg (ég) en MDA/Kg). L'analyse de variance des teneurs en malondialdéhyde (MDA) a montré que les deux facteurs (muscle et système de production) ont un effet hautement significatif ( $P < 0,01$ ) sur le taux de MDA produit. La teneur en MDA représente (0,35 mg) dans le gigot contre (0,46 mg) dans la côte pour les échantillons de Mostaganem. Le taux de MDA dans le gigot représente de (0,25 mg) contre (0,27 mg) dans la côte pour les échantillons de Djelfa.

Les analyses statistiques des résultats obtenus (Tableau V. 6. et Figure V. 6.) montrent que la durée de conservation exerce un effet significatif sur le taux du MDA des échantillons étudiés. En effet, le degré de peroxydation lipidique de la viande ovine dans les deux régions étudiées connaît une augmentation significative au cours du temps de conservation par congélation. Cette augmentation est si élevée dans le lot de Mostaganem que dans celui de Djelfa ; soit une augmentation respective ( $P < 0,01$ ) du MDA, mesurée dans les côtes, est de l'ordre de 29% comparativement à 15 % dans le lot Djelfa.

## **V. 2. Effet de la conservation sur la qualité microbiologique des viandes testées**

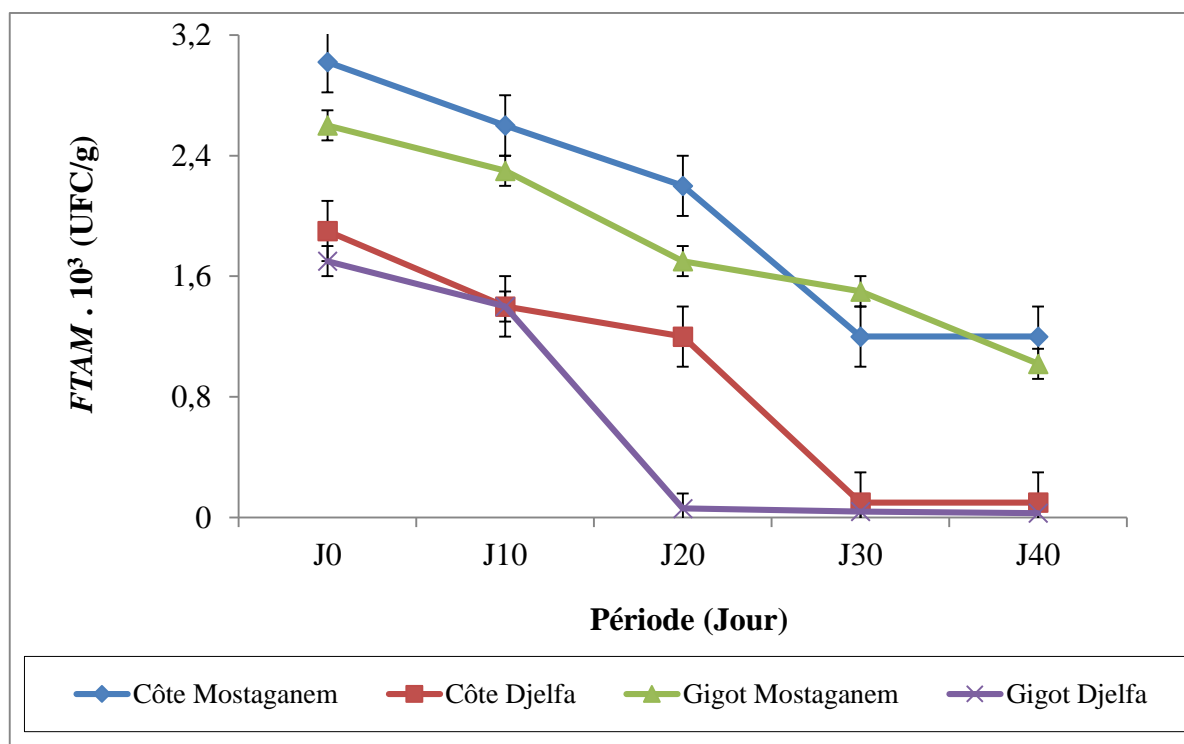
### **V. 2. 1. Evolution de la Flore aérobie mésophile totale**

Les résultats de l'analyse statistique obtenus (Tableau V. 7. et Figure V. 7.) montrent que la durée de conservation exerce un effet significatif sur l'évolution de la flore aérobie mésophile totale des échantillons étudiés. En effet, le taux de contamination maximale par ces germes de la viande des deux régions étudiées diminue sensiblement au cours de la conservation par congélation. La viande ovine de la région de Mostaganem présente un taux des FTAM dans les côtes allant de l'ordre de  $3,02 \cdot 10^3$  UFC/g à l'état cru ensuite il passe à  $1,2 \cdot 10^3$  UFC/g après 40 jours de conservation par congélation. Pour la région de Djelfa, pour le même traitement il

passé de  $1,9 \cdot 10^3$  UFC/g à  $0,1 \cdot 10^3$  UFC/g. Concernant le muscle du gigot, une même tendance à la baisse de ces germes a été aussi constatée pour les deux régions.

**Tableau V. 7. :** Evolution de la Flore aérobie mésophile totale de la viande ovine durant toute la durée de conservation.

FTAM ( $10^3$ UFC/g)	Type pâturage (n = 6)			
	Haute plaine		Steppique	
	Côte	Gigot	Côte	Gigot
<b>J<sub>0</sub></b>	3,02	2,60	1,90	1,70
<b>J<sub>10</sub></b>	2,60	2,30	1,40	1,40
<b>J<sub>20</sub></b>	2,20	1,70	1,20	0,06
<b>J<sub>30</sub></b>	1,20	1,50	0,10	0,04
<b>J<sub>40</sub></b>	1,20	1,02	0,10	0,03



**Figure V. 7. :** L'évolution de la flore aérobie mésophile totale au cours de la conservation par congélation ( $-20^{\circ}\text{C}$ ) viande d'agneau issue de pâturage steppique et haut plaine.

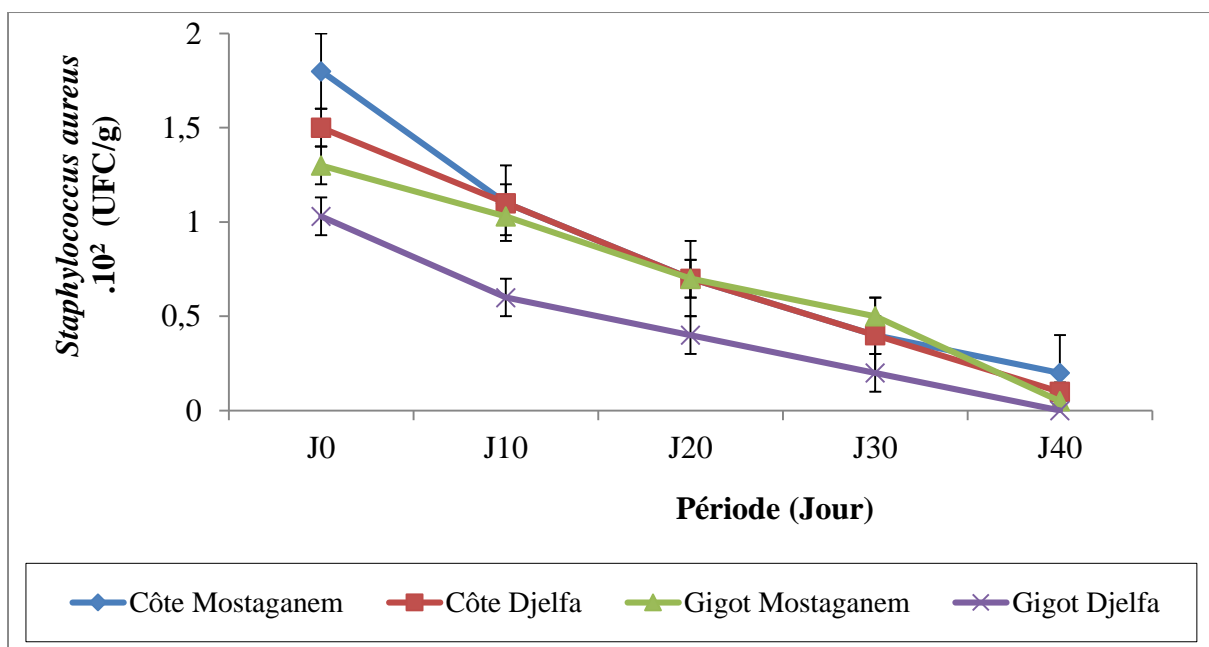


### V. 2. 2. Evolution des *Staphylococcus aureus*

Les résultats du dénombrement des *staphylococcus aureus* obtenus (Tableau V. 8. et Figure V. 8.) indiquent qu'au niveau de la côte et le gigot pour les échantillons de Mostaganem le taux de contamination avant conservation est de l'ordre de 1,8 UFC/g et 1,3 UFC/g respectivement et pour les échantillons Djelfa 1,5 UFC/g et 1,03 UFC/g dans la côte et le gigot. Ces taux décroissent ensuite tout au long cours de leur conservation jusqu'à une absence presque totale.

**Tableau V. 8. :** Evolution des *Staphylococcus aureus* de la viande ovine durant toute la durée de conservation.

<i>Staphylococcus aureus</i> (10 <sup>2</sup> UFC/g)	Type pâturage (n = 6)			
	Haute plaine		Steppique	
	Côte	Gigot	Côte	Gigot
<b>J<sub>0</sub></b>	1,80	1,30	1,50	1,03
<b>J<sub>10</sub></b>	1,10	1,03	1,10	0,60
<b>J<sub>20</sub></b>	0,70	0,70	0,70	0,40
<b>J<sub>30</sub></b>	0,40	0,50	0,40	0,20
<b>J<sub>40</sub></b>	0,20	0,05	0,10	Abs



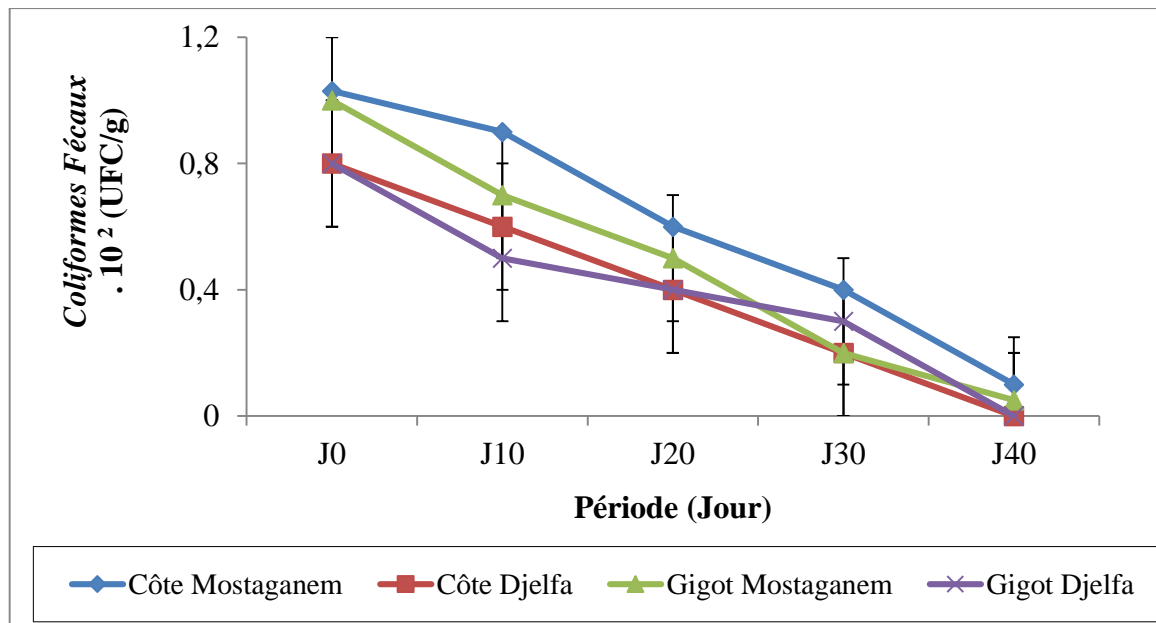
**Figure V. 8. :** L'évolution des *Staphylococcus aureus* au cours de la conservation par congélation (-20°C) de la viande d'agneau issue de pâturage steppique et haut plaine.

### V. 2. 3. Evolution des Coliformes Fécaux

La norme Algérienne concernant les coliformes fécaux étant fixé à  $10^2$  UFC/g, (Journal officiel de la RADP n°35 du 27- 05-1998), nous constatons que la viande ovine des deux régions étudiées (Mostaganem, Djelfa) pour les deux types du muscle (côte, gigot) à l'état cru présente une charge microbienne qui ne dépasse pas valeur fixée par la norme algérienne. On note dans les échantillons de Mostaganem un taux des coliformes fécaux de  $1,03 \cdot 10^2$  UFC/g et  $10^2$  UFC/g pour le gigot et les côtes respectivement, et pour les échantillons du Djelfa  $0,8 \cdot 10^2$  UFC/g pour les deux types du muscle.

**Tableau V. 9. :** Evolution des coliformes fécaux de la viande ovine durant toute la durée de conservation.

Coliformes Fécaux ( $10^2$ UFC/g)	Type pâturage (n = 6)			
	Haute plaine		Steppique	
	Côte	Gigot	Côte	Gigot
<b>J<sub>0</sub></b>	1,03	1	0,8	0,8
<b>J<sub>10</sub></b>	0,9	0,7	0,6	0,5
<b>J<sub>20</sub></b>	0,6	0,5	0,4	0,4
<b>J<sub>30</sub></b>	0,4	0,2	0,2	0,3
<b>J<sub>40</sub></b>	0,1	0,05	Abs	Abs



**Figure V. 9. :** L'évolution des coliformes fécaux au cours de la conservation par congélation ( $-20^{\circ}\text{C}$ ) de la viande ovine élevées en pâturage steppique et haut plaine.

On remarque que le taux de contamination par les coliformes fécaux chute progressivement pendant la durée de conservation jusqu'à une absence presque totale au 40<sup>ème</sup> jour de la conservation.

#### **V. 2. 4. Evolution des Clostridium Sulfito-réducteurs**

Ce sont des germes pathogènes dont la présence n'est pas tolérée qu'à faible dose car ils peuvent être à l'origine de toxi-infection alimentaire. Leur présence serait due à une mauvaise hygiène du trayeur, à des mauvaises pratiques de traite ou bien d'origine alimentaire (Joffin, 1999). D'après nos résultats nous avons observé une absence totale de cette bactérie.

#### **V. 2. 5. Evolution des Salmonelles**

D'après nos résultats nous avons aussi constaté, pour les échantillons de viandes étudiés, une absence totale de cette bactérie.

### **V. 3. Discussion générale**

#### **V. 3. 1. Caractéristiques physico-chimiques**

##### **V. 3. 1. a. Teneur en matière sèche et en humidité**

Quelque soit la nature du muscle, la conservation par congélation entraîne un gain en matière sèche. Les résultats obtenus ont révélé un accroissement de la teneur en matière sèche notamment dans le gigot avec un taux de 29,08 % et 31,27 % pour la région de Mostaganem et Djelfa respectivement. Ceci est dû probablement à une perte d'eau résultant de l'opération de congélation. Nos résultats sont en accord avec ceux rapportés par d'autres auteurs (Keddou et al., 2010).

Nous avons relevé une différence dans la teneur en humidité perdue, après la conservation, entre les deux muscles (gigot, côte). En effet, la viande issue du système d'élevage steppique enregistre moins d'eau que celle du système d'élevage en haute plaine respectivement (74,04 % contre 70,99 % et 72,88 % contre 72,75 %). Ceci pourrait être dû à la richesse du gigot en protéines par rapport à la côte. Ce résultat rejoint l'observation faite précédemment par d'autres auteurs (Geay, 2002 et Belabbès, 2012).

### **V. 3. 1. b. Teneur en matière minérale**

Les résultats obtenus ont montré une diminution relativement sensible de la matière minérale dans les deux muscles étudiés après la conservation. Pour les échantillons de viande des deux systèmes de production haute plaine et steppique, la perte en matière minérale, enregistrée au 40<sup>ème</sup> jour de conservation, pour les côtes sont 0,41 et 1,76 % respectivement et pour les gigots sont de l'ordre 1,61 et 1,4 %. Cette diminution est justifiée par le fait que la conservation par congélation provoque une perte en eau et cette dernière est considérée comme une matière minérale.

### **V. 3. 1. c. Teneur en lipides**

Les teneurs de la viande en lipides à l'état initial (17,16 % vs 14,52%) pour les côtes et (5,16 % vs 5,69%) obtenues expérimentalement sont en accord avec les résultats rapportés par Adrian and Frangne, (1981), Geay, (2002) et Keddam et al., (2010). Ces auteurs ont constaté que la teneur en lipides varie de 1 à 6 % dans les gigots et de 14,5 % à 19 % pour les côtes. La teneur en lipides est le paramètre le plus variable de la composition de la viande. Elle dépend essentiellement des facteurs intrinsèques concernant l'animal lui-même tels que : le génotype, la race, le sexe et l'âge (Bauchart et Thomas, 2011).

Après conservation, nous avons constaté une diminution de la teneur en lipides pour tous les échantillons. Ceci pourrait être justifié par le fait que la congélation provoque une dégradation partielle par oxydation de la matière grasse.

### **V. 3. 1. d. Teneur en Protéines**

On note que la teneur en protéines pour les deux systèmes de production que ce soit pour gigot que pour la côte n'est pas tellement différente. En effet, pour les deux régions haute plaine et steppique, la teneur enregistrée pour les gigots est de l'ordre 24,62 et 24,12% respectivement et celle des côtes 16,13 et 18,64 %. Ces résultats vont dans le même sens que des travaux effectués par Geay, (2002) qui a observé que les taux des protéines varient entre 25 et 19 % selon le type du muscle gigot ou côte. Après conservation par congélation les deux muscles gigot et côte leur teneur en protéines décroît et du même ordre de grandeur (3 %). Ce qui suggère que ces deux

muscles, exposés au froid négatif, sont aussi, comme les lipides, susceptibles d'être oxydés.

### **V. 3. 1. e. Degré de peroxydation lipidique**

Les résultats montrent tout d'abord que le taux en (MDA) lié à la nature du muscle. En effet, nous avons trouvés qu'à l'état frais que la côte son degré de peroxydation lipidique est plus élevé que celui du gigot pour les deux systèmes de production étudiés. Cette différence a également été soulignée par Belabbes, (2014) et est communément interprétée par le fait que la côte étant riche en lipides notamment en AGPI, donc elle est plus exposée à l'oxydation lipidique contrairement au gigot. Après conservation le degré de peroxydation a augmenté d'une manière plus marquée pour la viande issue de la région de haute plaine (Mostaganem). Nous pensons que cet effet est lié à la nature de l'aliment consommé par l'animal. Cette hypothèse est renforcée par des études antérieures effectuées par d'autre auteurs (Gatellier et al., 2001), les quels ont signalés que la peroxydation lipidique peut être limitée par certains antioxydants naturels comme la vitamine E, présents dans une alimentation à base d'herbe consommée par les agneaux.

### **V. 3. 2. Qualité microbiologique de la viande**

La qualité microbiologique des viandes congelées dépend, d'une part de la contamination antérieure apportée par les mains du personnel de l'abattoir et les outils de travail pendant les opérations d'abattage et de découpe et d'autre part de la prolifération de la flore contaminant pendant la congélation suite à leur adaptation aux conditions de conservation. La viande de la région de Djelfa est moins contaminée à celle de Mostaganem. Ceci peut être expliqué probablement par la présence des composés bioactifs qui ont un effet anti microbien tels que les flavonoïdes, les polyphénols et les vitamines A et E et qui sont les principaux antioxydants de la viande (Sivadier, 2008). Néanmoins, la flore de contamination prédominante pour les deux types de viandes est constituée par la flore aérobie mésophile totale, qui reflète la qualité hygiénique de la viande. Cette prédominance de la flore aérobie mésophile totale a déjà été signalée par Hamad, (2009). Ce dernier a dénombré des taux de contamination de l'ordre de 1200 UFC/g chez les carcasses ovines, ce qui concorde

avec nos résultats. Toute fois cette valeur est de loin inférieure à celle limitée par la norme Algérienne ( $10^4$  UFC/g) (Journal officiel de la RADP n°35 du 27- 05-1998). L'absence totale de *Salmonelle* et des *Clostridium sulfito-réducteurs* dans la viande à l'état crû peut être expliquée par la non contamination des carcasses par ces germes après l'abattage, puisqu'ils sont d'origine exogène, souvent humaine, résultant de la manipulation de la viande par le personnel atteint de rhinopharyngite à staphylocoques, d'angine, de sinusite ou des lésions cutanées infectées aux mains.

## Conclusion générale

La viande des ruminants notamment d'agneau, reste un produit alimentaire très attractif par ses apports nutritionnels et ses qualités sensorielles. Ces facteurs sont influencés par le site anatomique, le système de production et la conservation. Le but de l'expérimentation était de comparer les impacts du système de production sur les modifications physiologiques sériques et la composition nutritionnelle et diététique de la viande d'agneaux provenant de deux régions Mostaganem et Djelfa d'une part et d'autre part, d'étudier les effets de la conservation par congélation sur les aptitudes nutritionnelles et qualité microbiologiques.

Selon les analyses de la composition biochimique de la viande du gigot et des côtes, nous pouvons dire que ces derniers sont caractérisés par une teneur en lipides différente. Les lipides totaux apparaissent en général dans des proportions relativement élevés dans les côtes que dans le gigot, mais ces proportions sont plus élevées dans les échantillons provenant de la région de Mostaganem. Cette richesse en lipides est accompagnée par une sensibilité à l'oxydation lipidique, ce qui explique la teneur élevée en MDA généré sur les muscles (côte et gigot). En effet, le degré de peroxydation lipidique de la viande ovine dans les deux régions étudiées connaît une sensible augmentation durant la conservation par congélation, dont la teneur est plus élevée dans les échantillons de Mostaganem comparativement à ceux de Djelfa. Ce qui suggère que le mode de conduite en pâturage contribue à la préservation des lipides et empêche leur oxydation. Cette étude nous révèle que la teneur en protéines est aussi influencée par le régime d'élevage. De tels résultats confirment l'effet des systèmes de production sur la qualité nutritionnelle de la viande testée.

Les flores dénombrées, flore aérobie mésophile totale, *Staphylococcus aureus* et coliformes fécaux sont présentes sur les deux viandes avec une prédominance de la flore aérobie mésophile totale qui reflète la qualité hygiénique de la viande. Cependant, la viande ovine de la région de Djelfa s'est avérée moins contaminée que la viande ovine de Mostaganem. Cette différence de contamination pourrait

probablement être justifiée par la présence des composés bioactifs, connus par leur effet anti microbien tels que les flavonoïdes, les polyphénols, et les vitamines A et E.

Nous avons en outre, observé une absence totale des *salmonelles et Clostridium Sulfito-réducteurs*, Ceci peut être expliquée par la non contamination des échantillons par ces germes après l'abattage, puisqu'elles sont d'origine exogène.

Enfin, nous pouvons conclure que la conservation par congélation est à l'origine de modifications de la biochimie de la viande ovine. Ces modifications sont susceptibles d'affecter la qualité de la viande et, plus particulièrement, ses qualités nutritionnelles, Cependant, elle joue un rôle très important dans la prolongation de la durée de la conservation de la viande en inhibant la prolifération microbienne.



## Références bibliographiques

- Aboukheir S., Kilbertus G. (1974).** *Fréquence des levures dans les denrées alimentaires à base de viande.* Annales de Nutrition et de l'Alimentation, 28, 539-547.
- Adem L., (1986).** Connaissance des races ovines de la steppe algérienne. Séminaire international sur la stratégie générale d'aménagement et de développement de la steppe et des zones arides. Tébessa. Avril 1986.
- Allen CD., Russell SM., Fletcher DL. (1997).** The Relationship of Broiler Breast Meat Color and pH to Shelf Life and Odor Development. Poultry Sci, 76, 1042-1046.
- Ameni H., (2007).** Etude des paramètres biologiques intervenant dans l'attendrissage naturel de la viande ovine et leur relation au facteur type de muscle. Thèse de Magister en Nutrition et Alimentation, Université de Constantine.
- Andjongo EGC. (2006).** Etude de la contamination des surfaces dans les Industries de transformation des produits de la Pêche au Sénégal : cas de la pirogue bleue. Mémoire de Magister en médecine vétérinaire. Faculté de Médecine, Université de Dakar.
- Basel MR., Richter ER., Banwart GJ. (1983).** Monitoring Microbial Numbers in Food by Density Centrifugation. Applied Environment Microbiological, 45(3), 1156-1159.
- Bauchart D., Chantilot F., Gandemer G. (2008).** Qualité nutritionnelle de la viande et des abats chez le bovin : données récentes sur les principaux constituants d'intérêt nutritionnel. Cahiers de nutrition et diététique, 43, 29-39.
- Bauchart D., Durand D., Savary-Auzeloux I., Ortigues-Marty I., Thomas E., Scislowski V., Peryron A. (2006).** Journées Sciences du Muscle *et* Technologies des Viandes (2006-10-04-2006-10-05) Clermont-Ferrand (FRA).
- Bauchart D., Thomas E., Durand D., Parafita E. (2011).** Qualité nutritionnelle des lipides et acides gras des viandes bovines : I. Influence de la durée de maturation sous vide des viandes. Viandes et Produits Carnés 28(4), pp111-115.
- Bean NH., Griffin PM., Goulding JS., Ivey CB. (1990).** Foodborne Disease Outbreaks, 5-Year Summary, 1983–1987. Journal Food Protection, 53, 711-728.
- Beaubois P. (2001).** Approche de la maîtrise du risque microbiologique dans l'univers des viandes crues et des viandes cuites 14<sup>ème</sup> Congrès A3P. Service Qualité Socopa Entreprise.
- Belabbes M. (2014).** Qualité nutritionnelle de la viande d'agneau issue de système de production steppique (Laghout) et de plaine (Mostaganem). Mémoire de Master en biotechnologie alimentaire, université de Mostaganem.
- Blood N. (1969).** Food hygiene. Food Processing In. Goudiaby, 25, 37-40.
- Boulianne M., King AJ. (1998).** Meat color and biochemical characteristics of unacceptable dark-colored broiler chicken carcasses. J. of Food Sci., 63, 759-762.
- Bourgeois CM., Leveau JV. (1991).** Techniques d'analyses et contrôle dans les industries agro-alimentaires. 2<sup>ème</sup> Edition Lavoisier, pp.454.
- Bourgeois CM., Mescle JF., Zucca J. (1996).** Microbiologie alimentaire : Aspects Microbiologiques de la sécurité et de la qualité des aliments. Tome I .Editions Lavoisier, pp. 241- 251.
- Braggins TJ. (1996).** Effect of Stress-Related Changes in Sheep Meat Ultimate pH on Cooked Odor and Flavor. J.Agric. Food Chem. 44, 2352–2360.

- Brunel V., Jehl N., Drouet L., Portheau M-C. (2006).** Viande de volailles: Sa valeur nutritionnelle présente bien des atouts. *Viandes Prod. Carnés*, 25 (1), 18-22.
- Carip C. (2008).** Microbiologie Hygiène .Bases microbiologiques de la diététique. Edition TEC et DOC. Médicale International. Pp. 355.
- Cartier P. (2004).** Points de repères en matière de qualité microbiologique viandes bovines, Institut de l'élevage (I. Moëvi), pp. 175.
- Cartier P. (2007).** Le point sur La qualité des carcasses et des viandes de gros bovins, Compte rendu final n° 17 05 32 022, Service Qualité des Viandes, Département Techniques d'Élevage et Qualité, pp. 58.
- Chan W., Brown J., Lee SM., Buss DH. (1995).** Meat, Polutry and Game. Supplement to msCanse and widowson's the composition of Foods. The Royal Society of Chemistry and Ministry of Agriculture. Fishiers and food.
- Cheftel JC., Cheftel H. (1980).** Introduction à la biochimie des aliments. Edition Tec et Doc, Lavoisier, Paris. pp. 303.
- Chellig R. (1986).** Les races ovines élevées en Algérie. C. N. P. A, Alger, pp. 50.
- Chellig R. (1992).** La steppe, le pays du mouton, Rapport MARA, Production animale. pp. 9.
- Chellig R. (1992).** Les races ovines algériennes. O. P. U., Alger, pp. 80.
- Chriki S. (2013).** Prédiction de la tendreté de la viande bovine par Meta-analyse des caractéristiques musculaires. *Viandes et produits carnés*, 29, 3-5.
- Clinquart A., Fabry J., Casteels M. (1999).** Chapitre : La viande et les produits de viande dans notre alimentation. Edition du CNRS. pp.76.
- Coibion L. (2008)** Acquisition des qualités organoleptiques de la viande bovine. Adaptation à la demande du consommateur. Thèse d'exercice, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse.
- Craplet C. (1966).** La viande de bovins. Tome I. Edition Vignot frère, Paris. pp. 486.
- Craplet C. et Craplet MJ. (1979).** Dictionnaire des aliments et de la nutrition. Edition Le Hamedi. Paris. pp. 451.
- Cuq JL. (2007).** Microbiologie Alimentaire : Les relations microorganismes / aliments / consommateurs, Département Sciences et Technologies des Industries Alimentaires. Université Montpellier (II) Sciences et Techniques du Languedoc. pp. 17.
- Dachy A. (1993).** Contribution à l'étude de la contamination bactérienne superficielle des carcasses d'agneaux .Thèse de doctorat vétérinaire, Ecole nationale vétérinaire de Toulouse.
- Decker H., Elliott S., Smith FA., Blake DR., Sherwood RF. (2000).** Energy and material flow through the urban ecosystem. *Annual Review of Energy and the Environment*, 25, 685-740.
- Demeyer D., Dorean M. (1999).** Tragets and procedures for altering ruminant's meat and milk liids, porcs. *Nutr. Soc.*, 58, 593-607.
- Dennaï N., Kharrattib B., El Yachiouim A. (2001).** Appréciation de la qualité microbiologique des carcasses de bovins fraîchement abattus. *Annales de Médecine Vétérinaire*, 145, 270-274.
- Elramouz R. (2005).** Etude des changements biochimiques post mortem dans le muscle des volailles. Contribution au déterminisme de l'amplitude de la diminution du pH..Mémoire d'Ingéniorat en Agronomie. Centre Universitaire de Djelfa.
- Fortin J., Durand N. (2004).** De la Perception à la Mesure Sensorielle. La Fondation des Gouverneurs, Québec.

- Fournaud J. (1982).** Type de germes rencontrés aux différents stades de la filière: In hygiène et technologie de la viande fraîche. Edition du C.N.R.S, pp. 119.
- Fournaud J., Gaffino G., Rosset R., et Jacquet R. (1978).** Contamination microbienne des carcasses a l'abattoir. Ind. Aliment. Agric., 95(4), 273- 282.
- Fournier V. (2003).** La conservation des aliments. Cours de microbiologie générale, Université de Laval, pp. 12.
- Fraysse JL., Darre A. (1989).** Production des viandes. Volume I. Edition Technique et documentation, Lavoisier. Paris, pp. 374.
- Gandemer G. (1999).** Lipids and meat quality: biolysis, oxidation, Maillard reaction and flavour. Science des Aliments, 19, 439-458.
- Gatellier P., Hamelin C., Durand Y., Renerre M. (2001).** Effect of a dietary vitamin E supplementation on colour stability and lipid oxidation of air- and modified atmosphere-packaged beef. Meat Sci, 59, 133–140.
- Geay Y., Bauchart D., Haucquette JF., Culioli J. (2002).** Valeur diététique et qualités sensorielles des viandes des ruminants incidences de l'alimentation des animaux. INRA, productions animales, 15, 37-52.
- Ghafir Y., Daube G. (2007).** Le point sur les méthodes de surveillance de la contamination microbienne des denrées alimentaires d'origine animale, Laboratoire national de Référence en Microbiologie des Denrées alimentaires pour l'Agence fédérale pour la Sécurité de la Chaîne alimentaire, Université de Liège, Faculté de Médecine vétérinaire.
- Gibbs P., Patterson J., Thompson, J. (1978).** The distribution of Staphylococcus aureus in a poultry processing plant. J. Appl. Bacteriol., 44(3), 401- 410.
- Goudiaby. (2005).** Contribution à l'étude de la contamination superficielle des carcasses ovines. Aux abattoirs. Mémoire de diplôme d'études approfondies de Productions animales. pp. 55.
- Gredaal. (2001).** Une première lecture des résultats préliminaires du recensement relatif aux élevages en Algérie (2000-2001).
- Guillemin L. (2009).** La maîtrise de la tendreté de la viande bovine : identification de marqueurs biologiques. Thèse de doctorat en Sciences agricoles. Université Blaise Pascal - Clermont-Ferrand II. Pp. 334.
- Guiraud J-P., Rosec J-P. (2004).** Pratique des normes en microbiologie alimentaire. Afnor. pp. 228-235.
- Hadlock R., Schipper MAA. (1974).** Schimmelpilze und Fleisch. In : Hygiène et technologie de la viande fraîche, Edition du CNRS. pp. 108.
- Hamad B. (2009).** Contribution à l'étude de la contamination superficielle bactérienne et fongique des carcasses camelines au niveau de l'abattoir d'El-Oued. Mémoire de Magister en médecine vétérinaire. pp. 29-30.
- Harkati A. (2007).** Etude des paramètres biologiques intervenant dans l'attendrissage naturel de la viande ovine et leurs relations au facteur type de muscle. Mémoire de magister en sciences alimentaires. Université Mentouri de Constantine.
- Hocquette JF., Richardson RI., Prache S., Medale F., Duffy G., Scollan ND. (2005).** The future trends for research on quality and safety of animal products. Ital J. Anim. Sci., 4, 49-72.
- Interbew. (2005).** Le point sur l'alimentation des bovins et ovins et la qualité des viandes. Institut de l'Élevage (I. Moëvi). pp. 101.

- Jeantet R., Croguennec T., Schuck P. Brulé G. (2007).** Science des aliments. Edition Tec et Doc, Lavoisier. Paris. pp. 73.
- Joffin C., Joffin JN. (1999).** Microbiologie alimentaire. Collection biologie et technique. 5<sup>ème</sup> Edition, pp. 11.
- Journal Officiel de la République Algérienne. (1998).** Arrêté du 25 Ramadhan 1418 correspondant au 24 janvier 1998 relatif aux spécifications microbiologiques de certaines denrées alimentaires, n°035 du 27-05-1998
- Journal Officiel de la République Algérienne. (2004).** Arrêté du 26 Rajab 1425 correspondant au 11 septembre 2004 rendant obligatoire une méthode de préparation des échantillons pour essai et dilutions en vue de l'examen microbiologique, n°70 du 7-11-2004.
- Kebede G. (1986).** Contamination superficielle à l'abattoir de Dakar. Thèse de doctorat vétérinaire, École nationale vétérinaire de Lyon, pages : p 69.
- Keddam R., Boudroua K., El-Affifi M., Selselet-Attou G. (2010).** Growth performances, carcasses parameters and meat fatty acid composition of lamb fed green oak acorns (*Quercus ilex*) based diet. *Afr. J. Biotechnol.*, 9, 4631–4637.
- Korsak N., Clinquart A., Daube G. (2004).** Salmonella spp. Dans les denrées alimentaires d'origines animale : un réel problème de santé Publique. *Ann. Méd. Vét.*, 148, 174-193.
- Lamoise P., Roussel-Ciquard N., Rosset R. (1984).** Evolution des qualités organoleptiques. Les viandes, informations Techniques des Services Vétérinaires.
- Laurent C. (1974).** Conservation des produits d'origine animale en pays chauds .Ed presses universitaires de France. p 53,54.
- Leyral G., Vierling E. (1997).** Microbiologie et toxicologie des aliments. Editions Doin, pp. 82.
- Linden G., Lorient D. (1994).** Biochimie agro-industrielle : valorisation alimentaire de la production agricole. Edition Masson, Paris, Milan, Barcelon, pp. 368.
- Loubamba L. (2012).** Contribution à l'étude du ressuage des carcasses bovines aux abattoirs de dakar : Aspects technologiques et hygiéniques, faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odontostomatologie de Dakar.
- Ludovic C. (2008).** Mémoire d'acquisition des qualités organoleptiques de la viande bovine: adaptation a la demande du consommateur, pp. 51.
- Maas Van Brekel B., Van Den Boogaard B., et Heijnen C. (2005).** La conservation du poisson et de la viande. Fondation Agromisa, Wageningen. pp. 10.
- Marchandin H. (2007).** Physiologie bactérienne, Cours Bactériologie. Faculté de Médecine Montpellier, pp. 33.
- Martinaud A., Mercier Y., Marinova P., Tassy C., Gatellier P., Renerre M. (1997).** Comparison of oxidative processes on myofibrillar proteins from beef during maturation and by different model oxidation systems. *J. Agric. Food Chem.* 45 (7), 2481–2487.
- Mfouapon N. (2006).** Etude de la contamination des surfaces dans la restauration collective, universitaires de dakar devant la Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odonto-Stomatologie de Dakar pour obtenir le grade de docteur vétérinaire diplôme d'Etat.
- Moloney AP., Mooney MT., Kerry JP., Troy DJ. ( 2001).** Producing tender and flavorful beef with enhanced nutritional characteristics. *Proc Nutr Soc.*, 60, 221–229.
- Newton, K., Harrison, J., Wauters AM. (1978).** Sources of psychrotrophic bacteria on meat at the abattoir. *J. appl. Bacteriol.*, 45(1), 75- 82.

- NF.V08-052. (Homologuée le 20 avril 1997).** Microbiologie des aliments. Recherche des Salmonella.
- Nicole B. (1986).** Etude bibliographique de la contamination superficielle des carcasses dans les abattoirs. Thèse de doctorat vétérinaire. Ecole nationale vétérinaire de Belfort.
- O'Connell JE., Fox PF. (2001).** Significance and applications of phenolic compounds in the production and quality of milk and dairy products: a review." *International Dairy Journal*: 11, 103-120.
- Ouali A. (1991).** Conséquences des traitements technologiques sur la qualité de la viande. INRA, production Animale, 196-197.
- Ould El Hadj MD., Bouzgag B., Bourase A., Moussaoui S. (1999).** Etude comparative de quelques caractéristiques physico-chimiques et biochimiques de la viande du dromadaire chez les individus de type Sahraoui à différents âges. Premières Journées sur la Recherche Cameline – Ouargla.
- Pascua Y., Koç H., Foegeding EA. (2013).** Food structure: Roles of mechanical properties and oral processing in determining sensory texture of soft materials. *Current Opinion in Colloid & Interface Science*, 18, 324–333.
- Pierre J., (1998).** Hygiène et propreté des surfaces en milieu agro-alimentaire : produits humides. Collection Guide pratiques, pp. 25.
- Pierre J., (1998).** Microbiologie alimentaire. Edition Dunod, Paris, pp. 16.
- Renerre R. (1997).** La couleur acteur de qualité. Mesure de la couleur de la viande. *Renc Rech. Ruminants*, 10-89.
- Rodier J., Bazin C., Broutin JP., Chambon P., Chapsaup H., Rodier L. (1996).** L'analyse de l'eau: Eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. Edition. Dunod, Paris, pp. 1086.
- Rosset M R., et Linger P., (1978).** La couleur de la viande .Actualités scientifiques et techniques en industries agro-alimentaires. 22ème Edition Apria, Paris, pp. 1-3.
- Rosset R., (1988).** Autres viandes et produits carnés. Microbiologie alimentaire. Aspect microbiologique de la sécurité et de la: qualité alimentaire. Tec. & Doc, Apria, Volume (L), 237-250.
- Rosset, R et Liger, P. (1982).** Nature des porteurs de germes. In: Hygiène et technologie de la viande fraîche, Edition du CNRS, pp. 105-106.
- Saad M. (2002).** Analyse des systèmes d'élevage et des caractéristiques phénotypiques des ovins. Mémoire d'ingénieur en agronomie. Centre Universitaire de Djelfa.
- Shackelfor SD., Koohmaraie M., Miller MF., Crouse JD., Reagan JO. (1991).** An evaluation of tenderness of the longissimus muscle of the longissimus muscle of Angus by hereford versus Brahman crossbred heifers. *J. Anim. Sci.* 69, 171-177.
- Sheridan JJ. (1990).** The ultra rapide shelling of lambs carcasses meat science. 28, 31-50.
- Staron T. (1982).** Viandes et alimentation humaine. Ed. Apria. Paris. pp. 110-140.
- Touraille C. (1994).** Incidences des caractéristiques musculaires sur les qualités organoleptiques des viandes. *Renc. Rech. Ruminants*, 1, 169-176.
- Truhot E. (1979).** Principales sources de protéines alimentaires et procédés d'obtention n°23. Ed Apria. Paris. Pp. 194.
- Vierling E. (2008).** Aliments et Boissons: Filières et Produits. Biosciences et Techniques, 3<sup>ème</sup> Edition, Paris.
- Vierling E. (2003).** Les viandes dans l'aliment et boissons. CRDP, France. pp. 170.

## Résumé

L'objectif de cette étude est d'évaluer l'effet de la congélation sur les aptitudes nutritionnelles et les qualités microbiologiques des viandes ovines issues des pâturages steppiques et haute plaine. L'étude a porté donc sur des échantillons d'agneaux de race locale Ouled Djellal, âgés de 12 mois, de taille et de conformation homogène, provenant des régions de Djelfa et de Mostaganem. Les résultats obtenus concernant l'effet de la congélation sur l'évolution des paramètres physico-chimiques ont montré que la congélation n'empêche pas les réactions d'oxydation des lipides de se produire. En général, la teneur en lipides diminue progressivement le long de la conservation, cependant ces altérations lipidiques sont très prononcées dans les échantillons de viande issus des hautes plaines. Il ressort également de notre étude que la conservation par congélation a un effet préservateur de la qualité microbiologique et semble, de ce fait, être le meilleur moyen de conservation.

**Mots-clés :** Conservation, congélation, viande ovine, régime d'élevage, aptitudes nutritionnelles.

## Abstract

The objective of this study is to evaluate the effect of freezing on the nutritional and microbiological qualities of sheep-meat from steppe and high plain pastures. The study therefore examined local breed of Ouled Djellal which have 12-month-old, uniform size and conformation from Djelfa and Mostaganem regions. The results obtained concerning the effect of freezing on the evolution of the physicochemical parameters showed that freezing does not prevent the oxidation reactions of the lipids from occurring. In general, the lipid content decreases progressively along the shelf life, but these lipid alterations are very pronounced in meat from the high plains. Our study also shows that conservation by freezing has a preservative effect on microbiological quality and therefore appears to be the best means of conservation.

**Keywords :** Conservation, freezing, sheep-meat, breeding regime, nutritional qualities.

## ملخص

الهدف من هذه الدراسة هو تقييم تأثير التجميد على القيمة الغذائية و الميكروبيولوجية للحوم الأغنام من المراعي السهوب والسهول العالية. وبالتالي أجريت الدراسة على عينات من سلالة محلية لأولاد جلال، تتراوح أعمارهم بين 12 شهر يتميزون بحجم و بنية متجانسة، من منطقة الجلفة ومستغانم. أظهرت النتائج ان تأثير التجميد على تطور الخصائص الفيزيوكيميائية لا يمنع حدوث تفاعلات أكسدة الدهون. عموما، قيمة الدهون تنقص تدريجيا على طول مدة التجميد، ولكن نلاحظ ان هذه التغييرات هي الأكثر وضوحا على عينات لحوم السهول المرتفعة. ومن الواضح أيضا من دراستنا أن الحفظ بالتجميد يؤثر على الجودة الميكروبيولوجية و يبدو، بالتالي، أنه أفضل وسيلة للحفظ.

**كلمات البحث :** الحفظ, التجميد, لحم الأغنام, نظام التغذية, القيمة الغذائية.