

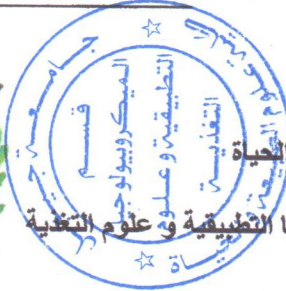
الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université de Jijel

Faculté des Sciences de la Nature  
et de la vie

Département de Microbiologie Appliqué  
et Sciences Alimentaires



جامعة جيجل

كلية علوم الطبيعة والحياة

قسم الميكروبيولوجيا التطبيقية و علوم التغذية

CQ.05/13

## Mémoire De Fin D'études Pour l'Obtention Du Diplôme d'Ingénieur d'Etat en Biologie

Option : Contrôle de Qualité et Analyses

Intitulé

1/1

### Etude de la qualité physicochimique et microbiologique de la viande séchée salée « El kadid » bovine

Membre de Jury :

Présidente : D<sup>r</sup>. AKROUM .S  
Examineur : M<sup>r</sup>. BOUBEZARI .MT  
Encadreur : D<sup>r</sup>. IDOUI. T

Présentée par :

M<sup>elle</sup> : BOUDADI Sabrina  
M<sup>elle</sup> : BOULDJADJ Nassima  
M<sup>elle</sup> : KEDJBOUR Saida



Année Universitaire 2012/2013

# Sommaire

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures et des photos

INTRODUCTION .....1

## Synthèse Bibliographique

### Chapitre I : Généralités sur la viande

I.1. Aperçu sur la production de viande .....	2
I.1.1. Production mondiale de la viande bovine .....	2
I.1.2. Production de la viande bovine en Algérie .....	2
I.1.3. Races bovines en Algérie .....	3
I.2. Le tissu musculaire strié .....	4
I.2.1. Définition du muscle strié .....	4
I.2.2. Composition biochimique du muscle strié .....	4
I.2.3. Structure du muscle squelettique strié (MSS) .....	5
I.3. La transformation du muscle en viande .....	6
I.3.1. Définition de la viande .....	6
I.3.2. Transformation du muscle en viande .....	6
I.3.3. Evolution des paramètres biologiques .....	7
I.3.4. Evolution des paramètres structuraux .....	8
I.4. La microflore de la viande .....	8
I.5. Critère de qualité de la viande .....	8
I.5.1. Qualité nutritionnelle .....	8
I.5.2. Qualité organoleptique .....	9
I.5.3. Qualité technologique .....	9
I.5.4. Qualité hygiénique .....	9
I.6. Altération de la viande .....	10
I.6.1. Dégradations aérobies .....	10
I.6.2. Dégradations anaérobies .....	10

### Chapitre II : Méthodes de conservation de la viande

II.1. Méthodes de conservation de viande par le froid .....	11
II.1.1. La réfrigération .....	11
II.1.2. La congélation .....	11
II.2. Méthodes traditionnelles de conservation de la viande .....	12
II.2.1. Salage de la viande .....	12
II.2.2. Séchage .....	13
II.2.3. Le fumage .....	14
II.2.4. Le marinage de la viande .....	15
II.2.5. Le sucrage .....	15
II.2.6. La friture .....	16

II.2.7.La fermentation.....	16
-----------------------------	----

## Etude expérimentale

### II. Matériel et Méthodes

II.1.Matériel.....	17
II.1.1. Matériel biologique.....	17
II.1.2.Milieux de culture.....	17
II.1.3.Les produits chimiques et réactifs.....	18
I.1.4. Matériel et appareillage.....	18
II.2.Méthodes.....	18
II.2.1.préparation des échantillons.....	18
II.2.2.Analyse physicochimique.....	19
II.2.2.1.Détermination du pH.....	19
II.2.2.2.Détermination de l'acidité titrable.....	20
II.2.2.3.Détermination de la matière sèche.....	20
II.2.2.4.Détermination de l'humidité.....	20
II.2.2.5.Détermination de la matière minérale.....	20
II.2.2.6.Calcul de la matière organique.....	20
II.2.2.7.Détermination de la teneur en sel.....	21
II.2.2.8.Dosage des matières grasses brutes.....	21
II.2.2.9.Profil chromatographique des acides gras.....	21
II.2.2.10.Dosage de l'azote total par la méthode Kjeldahl.....	22
II.2.2.11.Détermination de la teneur en éléments minéraux par SAA.....	23
II.2.2.12.Analyse des propriétés fonctionnelles.....	23
II.2.2.13.Détermination des indices.....	24
II.2.3.Analyse microbiologiques classiques.....	25
II.2.3.1.Préparation de la solution mère et des dilutions.....	25
II.2.3.2.Dénombrement des germes aérobies à 30°C.....	25
II.2.3.3.Dénombrement des coliformes totaux.....	25
II.2.3.4.Dénombrement des coliformes thermotolérants.....	25
II.2.3.5.Dénombrement des anaérobies sulfiteoréducteurs à 46°C.....	26
II.2.3.6.Recherche des Staphylococcus aureus.....	26
II.2.3.7.Dénombrement des bactéries lactiques.....	26
II.2.4.Isolement et identification des bactéries lactiques.....	26
II.2.4.1.Isolement et purification des isolats.....	26
II.2.4.2.Test d'orientation.....	26
II.2.5.Analyse statistique des données.....	29

### III. Résultats et discussion

III.1.Analyse physicochimique.....	30
III.1.1.Détermination du pH.....	30
III.1.2.Détermination de l'acidité titrable.....	30
III.1.3.Détermination de la matière sèche.....	31
III.1.4.Détermination de l'humidité.....	32
III.1.5.Détermination de la matière minérale.....	33
III.1.6.Calcul de la matière organique.....	33

<b>III.1.7.</b> Détermination de la teneur en sel.....	34
<b>III.1.8.</b> Détermination des indices.....	35
<b>III.1.9.</b> propriétés fonctionnelles.....	37
<b>III.1.10.</b> Dosage des matières grasses brutes.....	41
<b>III.1.11.</b> Profil chromatographique des acides gras.....	41
<b>III.1.12.</b> Teneur en protéine .....	44
<b>III.1.13.</b> Dosage des éléments minéraux .....	44
<b>III.2.</b> Analyse microbiologique.....	46
<b>III.2.1.</b> Dénombrement de la FTAM.....	46
<b>III.2.2.</b> Dénombrement des coliformes totaux (CT) et thermotolérants CTT.....	46
<b>III.2.3.</b> Recherche des Staphylocoques.....	47
<b>III.2.4.</b> Dénombrement des anaérobies sulfite réducteurs .....	47
<b>III.2.5.</b> Isolement et purification des bactéries lactiques .....	47
<b>III.2.6.</b> Activité antibactérienne.....	49
Conclusion.....	51
Références bibliographiques	
Annexes	

## Liste des abréviations

- Abs** : Absence
- CAE**: Capacité d'Absorption d'Eau
- CAH**: Capacité d'Absorption d'Huile
- ANOVA** : Analyse de Variance à un Facteur
- ASR**: Anaérobies Sulfito-Réducteurs
- CE** : Capacité Emulsionnante
- Cd**: Cadmium
- Cm** : Centimètre
- CM** : Capacité Moussante
- CO<sub>2</sub>**: Dioxyde de Carbone
- CPG**: Chromatographie à Phase Gazeuse
- Cr** : Chrome
- CT**: Coliformes Totaux
- CTT**: Coliformes Thermotolérants
- Cu**: Cuivre
- E1**: Echantillon 1
- E2**: Echantillon 2
- E3**: Echantillon 3
- F.A.O**: Food and Agriculture Organization
- Fe**: Fer
- FTAM**: Flore Totale Aérobie Mésophile
- g**: gramme
- h** : Heure
- HCL**: Acide Chlorhydrique
- H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>** : Peroxyde d'hydrogène
- I<sub>S</sub>** : indice de saponification
- I<sub>A</sub>** : indice d'acide
- I<sub>E</sub>** : indice d'ester
- Ind**: Indénombrable
- ISO** : Organisation International de Standardisation

**kg**: kilogramme  
**KI**: Iodure de potassium  
**l** : Litre  
**l/an**: litre par an  
**MS**: matière sèche  
**MM**: matière minéral  
**MO**: matière organique  
**Mn**: manganèse  
**m**: mètre  
**mm** : Millimètre  
**min** : Minute  
**MRS** : Man, Rogosa et Sharpe  
**NF**: Norme Française  
**O<sub>2</sub>** : Oxygène  
**Pb**: Plomb  
**pH** : Potentielle d'Hydrogène  
**PRE**: Pouvoir de rétention d'eau  
**SAA**: Spectroscopie d'Absorption Atomique  
**T.S.E** : Tryptone-Sel-Eau  
**UFC/ml**: Unité Formant Colonie par Mililitre  
**VB**: Viande Bovin  
**Zn**: Zinc  
**µg** : Micro- gramme  
**µg /g** : Microgramme/Gramme  
**µl** : Microlitre  
< : Inférieur  
> : Supérieur

## Liste des tableaux

<b>Tableau I :</b>	Production mondiale en viande bovine	2
<b>Tableau II:</b>	Composition biochimique moyenne de la viande rouge	4
<b>Tableau II:</b>	Origine des souches indicatrices	27
<b>Tableau IV:</b>	Composition en éléments minéraux de la viande salée séchée bovine des trois échantillons	44
<b>Tableau V:</b>	Résultats de l'analyse microbiologique	46
<b>Tableau VI:</b>	Résultats de l'étude de bactéries lactiques	47
<b>Tableau VII:</b>	Activités antibactérienne de souches lactiques	49

## Liste des figures

Figure 1 :	Evolution des effectifs de production de cheptel bovin en Algérie	2
Figure 2 :	Organisation générale du muscle	4
Figure 3 :	Structure du muscle squelettique	6
Figure 4 :	Etapas de l'étude de l'effet de surnageant	28
Figure 5 :	pH des échantillons d' <i>El kadid</i> bovin	30
Figure 6 :	l'acidité titrable des échantillons d' <i>El kadid</i> bovin	31
Figure 7 :	Teneur en matière sèche d' <i>El kadid</i> bovin	31
Figure 8 :	Taux d'humidité d' <i>El kaddid</i> bovin	32
Figure 9 :	Teneur en matière minérale d' <i>El kadid</i> bovin	33
Figure 10:	Teneur en matière organique d' <i>El kadid</i> bovin	34
Figure 11 :	Teneur en sel d' <i>El kaddid</i> bovin	34
Figure 12 :	Indice de peroxyde (Ip) d' <i>El kadid</i> bovin	35
Figure 13 :	Indice de saponification (Is) d' <i>El kadid</i> bovin	36
Figure 14 :	Indice d'acide (Ia) d' <i>El kadid</i> bovin	36
Figure 15 :	Indice d'ester (I <sub>E</sub> ) d' <i>El kadid</i> bovin	37
Figure 16 :	Capacité émulsionnante (C <sub>E</sub> ) d' <i>El kadid</i> bovin	38
Figure 17 :	Capacité moussante (C <sub>m</sub> ) d' <i>El kadid</i> bovin	38
Figure 18 :	Capacité d'absorption d'eau (CAE) d' <i>El kadid</i> bovin	39
Figure 19 :	Capacité d'absorption d'huile (CAH) d' <i>El kadid</i> bovin	40
Figure 20 :	Hygroscopicité d' <i>El kadid</i> bovin	40
Figure 21 :	Teneur en matière grasse d' <i>El kadid</i> bovin	41
Figure 22 :	Chromatogramme des Ag de l'échantillon 1	42
Figure 23 :	Chromatogramme des Ag de l'échantillon 2	42
Figure 24 :	Chromatogramme des Ag de l'échantillon 3	43
Figure 25:	Teneur en protéine d' <i>El kadid</i> bovin	44
Figure 26:	Répartition des formes de souches lactiques isolées en (%)	48

## Liste des photos

Photo1	<i>El kadid</i> préparé avec l'huile d'olive	17
Photo2	<i>El kadid</i> préparé avec le lben	17



# Introduction

### INTRODUCTION

La viande est un produit alimentaire fortement évalué pour la consommation humaine parce que c'est une bonne source de tous les acides aminés essentiels et une source importante des vitamines de groupe B et des minéraux. Cependant, les propriétés intrinsèques de la viande fraîche comprenant relativement une haute activité d'eau, le pH légèrement acide et la disponibilité des hydrates de carbones (glycogène) et des protéines lui font un bon substrat et un terrain favorable à la prolifération microbienne et par conséquent c'est un produit fortement périssable. Par conséquent, la durée de conservation des produits à base de viande est limitée par la détérioration enzymatique et microbiologique (Cliquart et al., 1999).

Pour prolonger la durée de conservation de la viande et des produits à base de viande, des méthodes traditionnelles de conservation utilisant le séchage au soleil et les techniques de salaison ont été employées. Le principe de la conservation de la viande consiste à empêcher ou retarder la détérioration microbienne, d'éviter le phénomène d'autolyse, de la perte de poids et tous les changements de goût ou de texture (Macrae et al., 1997). Les produits secs fabriqués par différents processus restent d'intérêt puisqu'ils n'exigent pas la réfrigération pendant la distribution et le stockage. Les techniques de séchage se fondent la plupart du temps sur la préservation des propriétés de la viande en réduisant l'activité de l'eau (Scott 1953, 1957).

Plusieurs travaux de recherches ont été menés sur l'évaluation de la qualité de la viande fraîche bovine à l'échelle nationale et internationale. Cependant aucun travail n'a été publié à l'échelle nationale qui traite l'évaluation de la qualité de la viande bovine séchée salée «*El Kadid*».

Notre présente étude répond à la nécessité d'avoir une banque de données sur un des produits de terroir nationale, la viande bovine séchée salée «*El Kadid*».

Notre manuscrit est structuré en trois parties, la première est consacrée à une synthèse bibliographique articulée autour de deux chapitres, le premier présente des généralités sur la viande, le deuxième chapitre traite les différentes méthodes de conservation de la viande.

La seconde partie du manuscrit présente le matériel et les méthodes mises en œuvre dans le cadre de la réalisation de ce travail, où est détaillé la méthode traditionnelle de préparation de la viande bovine séchée salée (l'une avec l'huile d'olive et l'autre avec le lben), l'évaluation de la qualité physicochimique, évaluation des propriétés fonctionnelles ; Analyses microbiologiques classiques ; isolement et purification des isolats ; identification des bactéries lactiques isolées et étude de l'activité antimicrobienne. Les résultats obtenus au cours de cette étude sont ensuite exposés dans la troisième partie et sont discutés.

Toutes ces analyses ont pour but essentiel de juger la valeur nutritionnelle et la qualité fonctionnelle et microbiologique de ce produit.

# Synthèse Bibliographique

# Chapitre I Généralités sur la viande

## I.1. Aperçu sur la production de viande

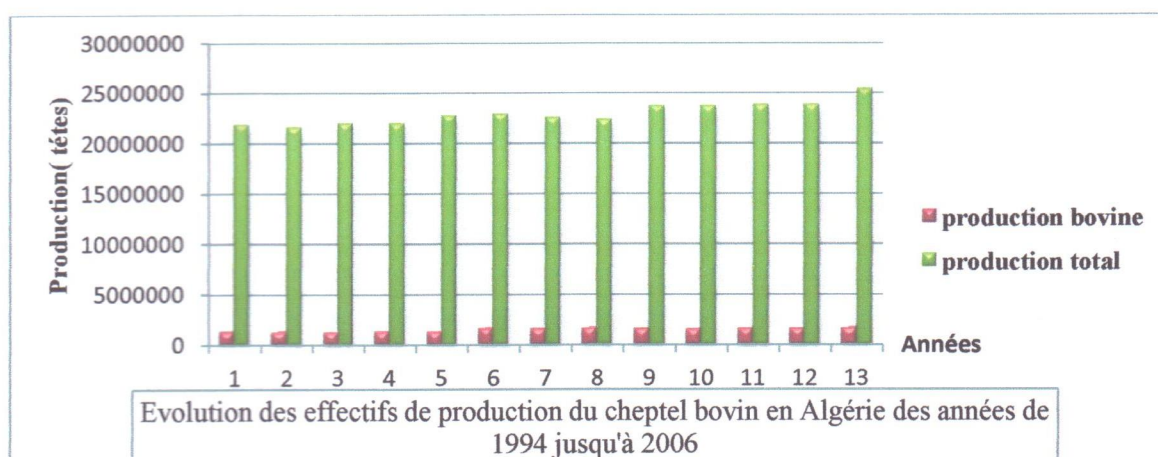
Sur le plan économique, la viande de boucherie fait partie des productions agricoles et même industrielles. Elle provient de différentes espèces animales : bovine, ovine, caprine, porcine, cameline, lapine, volaille et gibier (Harkati, 2007).

**I.1.1. Production mondiale de la viande bovine :** La production mondiale de viande en 2012 devrait croître de moins de 2 % et atteindre 302 millions de tonnes. Étant donné que la baisse de la rentabilité du secteur s'est traduite par des gains de production modestes dans les pays développés, l'essentiel de la croissance à l'échelle mondiale devrait avoir lieu dans les pays en développement, qui représentent maintenant 60 pour cent de la production mondiale. La quasi-totalité de la croissance du secteur en 2012 devrait provenir des secteurs de la volaille et de la viande de porc, tous deux dépendant de l'alimentation pour animaux, alors que les secteurs de la viande bovine et de la viande ovine ne devraient enregistrer qu'une croissance modeste (FAO, 2012). Le tableau I illustre en chiffres la production mondiale en viande bovine.

**Tableau I.** Production mondiale en viande bovine (FAO, 2012)

Années	2009	2010	2011	2012
Viande bovine (million de tonnes)	65.0	66.7	66.6	66.8
Production totale (million de tonnes)	283.6	294.2	297.1	301.8

**I.1.2. Production de la viande bovine en Algérie :** En Algérie, la filière des viandes rouges repose sur des élevages bovins et ovins alors que les élevages camelins et caprins restent marginaux. Largement extensifs, ces élevages sont articulés à un marché interne fort rémunérateur du fait du maintien de la demande à un niveau relativement élevé et de la faible élasticité de la production (Ferrah, 2004/2005). La figure 1 montre l'évolution des effectifs de production de cheptel bovin en Algérie.



**Figure 1.** Evolution des effectifs de production de cheptel bovin en Algérie (FAO, 2007).

**I.1.3.Races bovines en Algérie :** Le cheptel bovin est réparti surtout au niveau du littoral où il trouve les meilleures conditions de développement ; surtout les zones du Sahel et du Tell (Sétif, Constantine, Kabylie), on trouve généralement un élevage extensif. Les animaux exploités sont soit de race locale, soit de races importées (France-Hollande). Ces élevages servent à la production de lait et de viande (**Belaïde, 1986**).

Les races sont classées selon leur : vitesse de croissance, rendement, et la qualité des viandes. Pour l'espèce bovine on distingue : les races rustiques ou « locales » et les races améliorées (**Kirat, 2007**).

**I.1.3.1. Les races locales :** Elles sont les suivantes (**Belaïde, 1986**):

- **Brune de l'Atlas:** elles sont réparties dans Batna, Sétif Médéa et Oran, elles se caractérisent par leurs petite taille et hauteur au garrot 1,30 m, de couleur brune mais plutôt fauve à l'Ouest (Oran). Les muqueuses sont foncées. Les cornes sont petites et en forme de croissant. Les femelles sont élevées pour la production laitière est surtout familiale ainsi que la production de viande.
- **Cheurfa ou de Guelma:** elles sont réparties dans Tizi Ouzou, Bouira, Constantine, Souk Ahras. Race de couleur gris souris, souvent charbonnée aux extrémités, leurs cornes sont fines conformées, peu développées chez la femelle. Elles sont développées chez le mal, la peau est fine portant des poils colorés, de taille 1,20 m à 1,40 m et de poids de 160 à 350 kg. Elles sont exploitées pour le travail et pour la boucherie avec un rendement en viande de 60 à 65%.

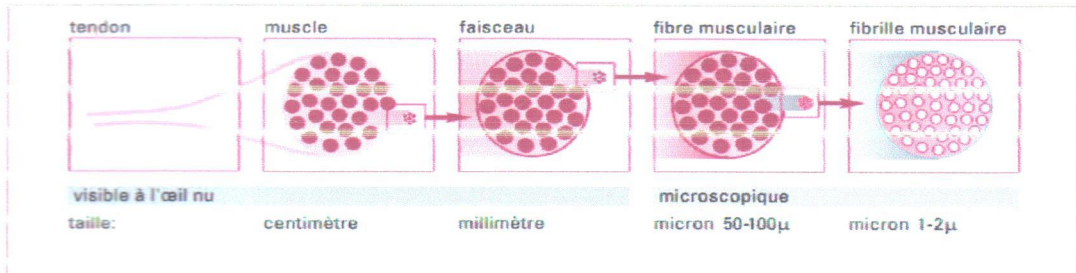
Ces deux races locales sont souvent croisées avec des races importées en vue d'une amélioration, les croisements les plus rencontrés sont avec les tarentaises ou avec des pie-rouge de l'Est ou des pies noires.

**I.1.3.2. Les races importées :** Dans le but d'améliorer les potentialités productives de nos races locales, les années précédentes, beaucoup de races étrangères furent importées. Ces importations datent de la colonisation. Les races les plus exploitées sont les races Françaises et Hollandaises suivantes (**Belaïde, 1986**) :

- **Race pie-rouge de l'Est :** race Française de grande taille (1,40m), de couleur blanche tachetée de rouge. De grande taille (de poids 600 à 700kg pour la femelle et de 1000kg pour le male. Elles sont destinées pour la production de viande et de lait en moyenne de 3000l/an)
- **Race pie noire :** Origine de Hollande, de grande taille (poids de la femelle : 600 à 700 kg et de 1000kg pour le male) et la production de lait est 5000 l/an, la robe a de large plaques noires et blanches biens délimitées.
- **Race Tarentaise :** Race issue des Alpes de France, robes uniforme (le mal est fauve foncé, et la femelle est fauve clair), de grande poids (500-600 kg et de 1000 kg), la production de lait est (3000 à 5000 l / an).

## I.2. Le tissu musculaire strié

**I.2.1. Définition du muscle strié :** Le muscle est une structure anatomique faite de cellules spécialisées regroupées en faisceaux (**figure 2**). En physiologie il s'agit de loges, capables de contractions et de décontractions et génératrices de mouvements (**Dumot et al., 1982 ; Zeghilet, 2009**).



**Figure 2.** Organisation générale du muscle (**Regula, 1999**).

**I.2.2. Composition biochimique du muscle strié :** 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 2.

**Tableau II.** Composition biochimique moyenne de la viande rouge (**Branger et al., 2007**).

Composants	%
Eau (65 à 80%)	75
<b>Protéines (16 à 22%)</b>	<b>18,5</b>
✓ myofibrillaires	9,5
• myosine	5
• actine	2
✓ sarcoplasmiques	6
• myoglobine	0,4
• hémoglobine	0,1
✓ stroma (extracellulaires)	3
• collagène et réticuline	1,5
• élastine	0,1
• autres protéines insolubles	1,4
<b>Lipides (1,5 à 13%)</b>	<b>3</b>
• lipides neutres	1
• phospholipides	1
• glycolipides	0,5
• cholestérol	0,5
Substances azotées non protéiques	1,5

<b>Glucides et catabolites</b>	<b>1</b>
• glycogène (0,5 à 1,3%)	0,8
• glucose	0,1
<b>Minéraux</b>	<b>1</b>
• potassium	0,3
• phosphore	0,2

**I.2.2.1.Eau :** Le muscle peut contenir de 65 à 80 % d'eau dont 90 à 95 % sous forme libre et 5 à 10% 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 (**Bouras et Moussaoui, 1995**).

**I.2.2.2.Protéines :** La viande renferme en moyenne 16 à 22% de protéines .Elle est composée de protéines myofibrillaires: myosine et actine, sarcoplasmiques : myoglobine et hémoglobine et protéines de stroma (extracellulaires) : collagène et réticuline, élastine et autres protéines insolubles (**Branger et al., 2007**).

**I.2.2.3.Lipides :** La teneur en matières grasses des viandes varie selon l'espèce, l'état d'engraissement de l'animal et le morceau considéré. Elles se trouvent à la surface de la carcasse (graisses de couverture), autour des muscles ou à l'intérieur du muscle (persillé). Compte tenu de ces considérations une viande peut contenir de 1,5 à 13% de graisses. Toutes les viandes, mêmes maigres sont sources de cholestérol (**Dupin et al.,1992 ; Martin , 2001**).La majorité des lipides des viandes sont sous forme de triglycérides dont la répartition est la suivante: 45 % d'acides gras saturés, 40 % d'acides gras monoinsaturés et 15 % d'acides gras polyinsaturés(**Fredot, 2005**).

**I.2.2.4.Glucides :** Ils sont négligeable car il n'y a pratiquement plus de glycogène dans la viande ;qui se transforme en acide lactique lors de la *rigor mortis* et de la maturation de la viande(**Brangeretal.,2007**).

**I.2.2.5.Minéraux :**La viande est riche en phosphore, en Zinc et représente la meilleure source alimentaire de fer héminique. Il s'agit de fer ferreux (++) , mieux absorbé que le fer ferrique (+++) des végétaux. Cette catégorie d'aliments est pauvre en calcium (**Dupin et al.,1992 ; Martin , 2001**).

### I.2.3. Structure du muscle squelettique strié (MSS)

Ces muscles sont striés, ils possèdent plusieurs niveaux d'organisation (**figure 3**).Ils sont ainsi composés defibres musculaires, fixées sur les os par les tendons, et de tissu conjonctif, qui entoure les fibres musculaires et qui contient des vaisseaux sanguins, des nerfs et du tissu adipeux(**Fredot, 2005**).

**I.2.3.1.Fibres musculaires :** Ce sont des grandes cellules organisées enfaisceaux qui contiennent des fibrilles appelées myofibrilles, disposées en parallèle et responsables de la contraction musculaire. Les myofibrilles sont composées de myofilaments protéiques (actine et myosine) qui forment un complexe réversible d'actomyosine (**Fredot, 2005 ; Durand ,1999**).



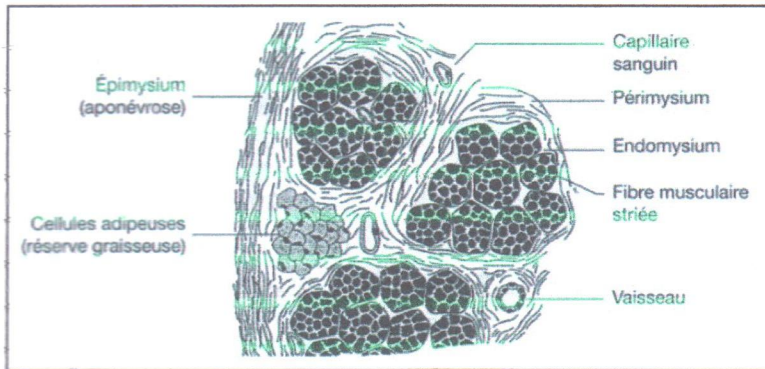


Figure 3. Structure du muscle squelettique (Fredot, 2005).

**I.2.3.2. Tissue conjonctif :** C'est une trame qui assemble les faisceaux des fibres musculaires (enveloppe) et joue un rôle de nutrition pour le muscle. Cette enveloppe s'épaissit aux extrémités des muscles pour former les tendons afin de les rattacher aux os. Il est constitué des éléments principaux suivants (Geayet *al.*, 2002; Fredot, 2005) :

- **Collagène :** C'est une molécule cylindrique formée d'un grand nombre d'unités de tropocollagène. Il représente 80% du tissu conjonctif. La trame collagénique est localisée à trois niveaux : l'épimysium, le péricmysium et l'endomysium ;
- **Elastine :** C'est une macromolécule ramifiée et élastique qui n'est pas digestible. Elle est responsable de la couleur jaune du tissu conjonctif.
- **Fibroblastes :** Cellules qui synthétisent le collagène et l'élastine.

### I.3. La transformation du muscle en viande

**I.3.1. 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 ». Dans ce vocabulaire sont incluses la chair des mammifères (Ovin, bovin, caprin, camelin ...) et des oiseaux (poulet, dinde, pintade ...). Mais la qualité de la viande est fonction de l'âge, du sexe, et de la race de l'animal (Fosse, 2003 ; El Rammouz, 2008).

**I.3.2. Transformation du muscle en viande :** Après l'abattage, la transformation du muscle en viande fait appel à un ensemble de processus très complexes, de nature à la fois enzymatique (action des protéases endogènes) et physicochimique (modification du pH et augmentation de la pression osmotique) qui vont modifier sa structure, sa composition et ses propriétés, dont tout particulièrement ses qualités organoleptiques (Geayet *al.*, 2002). Cette transformation en viande, encore appelée « maturation », est essentiellement le résultat de la variation du pH et de la plasticité du muscle qui se rigidifie et entre dans la phase de rigidité cadavérique ou *rigormortis* (Fredot, 2005).

Après la mort, le muscle est le siège des transformations qui conditionnent largement les qualités finales de la viande dont l'évolution passe par trois phases: la phase de pantelance, la phase de rigidité cadavérique et la phase de maturation (Coibion, 2008).

### I.3.3. Evolution des paramètres biologiques :

**I.3.3.1. La masse :** Le muscle prend de l'eau par évaporation et exsudation, ce qui entraîne une diminution de masse de la carcasse ou de la viande découpée, c'est-à-dire une perte d'argent pour le boucher (perte de 2 à 5%) (**Bourgeois et Larpent, 1996**).

**I.3.3.2. Evolution de pH :** Le pH musculaire, ou degré d'acidité du muscle, chute dans les 24 à 42 heures après la mort de l'animale : il passe ainsi d'une valeur proche de la neutralité, de l'ordre de 7, dans le muscle vivant, à 5,5/5,7 environ. Cette acidification est due à l'utilisation des réserves en glycogène des cellules musculaires par voie anaérobie avec production d'acide lactique puisque le métabolisme musculaire se poursuit même après la mort de l'animal. Une bonne acidification du muscle est essentielle pour la qualité de la viande, d'une part, car elle ralentit la multiplication des micro-organismes en favorisant une bonne conservation de la viande et d'autre part, car elle permet l'acquisition des qualités organoleptiques recherchés ; couleur, jutosité, flaveur et tendreté (**Fredot, 2005**).

**I.3.3.3. Température :** 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, cette cinétique sera d'autant plus rapide que la carcasse sera plus maigre, car le tissu adipeux joue un rôle isolant (**Valinet al., 1975**).

**I.3.3.4. Pression osmotique :** Parallèlement à l'acidification du muscle, on observe une augmentation de la pression osmotique des tissus consécutivement à l'accumulation d'acide lactique dans le milieu et à l'accroissement des ions mono et divalents passant ainsi d'une valeur physiologique 300 mOsmoles à des valeurs voisines de 550-600 mOsmoles (**Ouali, 1990; Monin et Ouali, 1991**).

**I.3.3.5. Pouvoir de rétention d'eau (PRE) :** C'est la capacité qu'a la viande à retenir fermement sa propre eau ou de l'eau ajoutée (**Clinquart et al., 2000**). Au moment de l'abattage, le PRE du muscle est très élevé. Il va diminuer très régulièrement jusqu'à la fin de la rigidité cadavérique. Cette diminution est due à l'abaissement du pH qui suit la glycolyse anaérobie.

Le PRE est principalement dû aux protéines myofibrillaires. Au point isoélectrique (pH<sub>i</sub>) de ces protéines, les charges positives sont égales aux charges négatives, le réseau protéique est resserré et le PRE est au minimum. Quand le pH de la viande s'éloigne de la zone de pH<sub>i</sub>, la charge des protéines augmente et les fibres s'écartent les unes des autres emprisonnant de la sorte une quantité plus importante d'eau (**Debouch, 2008**).

### I.3.4. Evolution des paramètres structuraux

**I.3.4.1. Evolution de la structure myofibrillaire :** A partir d'études de la structure myofibrillaire en fonction du temps *post mortem*, en microscopie à contraste de phases ou électronique, on note plusieurs modifications : la disparition progressive du disque Z, la diminution de la densité de la bande M, la perte de l'alignement transversal des stries Z et des autres structures sarcomériques et la fragmentation transversale des myofibrilles. Globalement, on observe une fragilisation de la structure myofibrillaire. Il a été montré que ses myofibrilles, homogénéisés de façon contrôlée, étaient de plus en plus fragmentées au fur et à mesure de la durée de stockage et ce, en étroite relation avec la tendreté de la viande (Harkati, 2007).

**I.3.4.2. Evolution de la structure collagénique :** Le tissu conjonctif ne subissait pas de modifications significatives lors du stockage et donc n'intervient pas dans l'attendrissage de la viande (Harkati, 2007).

### I.4. La microflore de la viande

Les microorganismes de la viande ont des origines diverses ; ils peuvent soit contaminer *in vivo* le muscle lui-même, soit pénétrer au cours de la mort de l'animal, soit être apportées par les manipulations que subissent les carcasses et produits de viandes au cours de la découpe et de la distribution. Les germes se multiplient par la suite, provoquant éventuellement des altérations ou rendant la viande dangereuse pour le consommateur (Bourgeois et Larpent, 1996).

Les germes saprophytes les plus rencontrés sur les viandes rouges sont les genres: *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Micrococcus*, *Flavobacterium*, les *Enterobacteriaceae* (*Escherichia coli*, *Klebsiella...*), *Bacillus*, *Lactobacillus*, *Streptococcus* et *Clostridium* (Hamad, 2009).

Une diversité de levures et moisissures est rencontrée. Parmi les levures on trouve les genres *Candida* (surtout *Candida lipolytica*), *Rhodotorula* et *Saccharomyces* (Aboukheir et Kilbertus, 1974) et parmi les moisissures on trouve le plus souvent les genres *Penicillium*, *Mucor*, *Aspergillus* et *Rhizopus* (Hadlok et al., 1974).

Les germes pathogènes susceptibles de contaminer les carcasses, les plus fréquents sont: *Clostridium botulinum*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens*, *Salmonella* et *Shigella*, en plus de *Yersinia enterocolitica* et *Escherichia coli* (Rosset, 1978 ; Fournaud, 1982 ; Bourgeois et al., 1996; Korsak et al., 2004).

### I.5. Critère de qualité de la viande

**I.5.1. Qualité nutritionnelle :** Les viandes ont pour un principal intérêt nutritionnel l'apport en protéines et en fer. La teneur en protéines est en moyenne de 16 à 20 g pour 100 g de viande avant cuisson. Les protéines de la viande ont une bonne valeur biologique ; leur composition en acides aminés indispensables est satisfaisante, mais on doit signaler un léger déficit en acides aminés soufrés (méthionine et cystine). Les viandes sont dépourvues de vitamines liposolubles et riches en vitamines hydrosolubles

### I.3.4. Evolution des paramètres structuraux

**I.3.4.1. Evolution de la structure myofibrillaire :** A partir d'études de la structure myofibrillaire en fonction du temps *post mortem*, en microscopie à contraste de phases ou électronique, on note plusieurs modifications : la disparition progressive du disque Z, la diminution de la densité de la bande M, la perte de l'alignement transversal des stries Z et des autres structures sarcomériques et la fragmentation transversale des myofibrilles. Globalement, on observe une fragilisation de la structure myofibrillaire. Il a été montré que ses myofibrilles, homogénéisés de façon contrôlée, étaient de plus en plus fragmentées au fur et à mesure de la durée de stockage et ce, en étroite relation avec la tendreté de la viande (Harkati, 2007).

**I.3.4.2. Evolution de la structure collagénique :** Le tissu conjonctif ne subissait pas de modifications significatives lors du stockage et donc n'intervient pas dans l'attendrissage de la viande (Harkati, 2007).

### I.4. La microflore de la viande

Les microorganismes de la viande ont des origines diverses ; ils peuvent soit contaminer *in vivo* le muscle lui-même, soit pénétrer au cours de la mort de l'animal, soit être apportées par les manipulations que subissent les carcasses et produits de viandes au cours de la découpe et de la distribution. Les germes se multiplient par la suite, provoquant éventuellement des altérations ou rendant la viande dangereuse pour le consommateur (Bourgeois et Larpent, 1996).

Les germes saprophytes les plus rencontrés sur les viandes rouges sont les genres: *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Micrococcus*, *Flavobacterium*, les *Enterobacteriaceae* (*Escherichia coli*, *Klebsiella*...), *Bacillus*, *Lactobacillus*, *Streptococcus* et *Clostridium* (Hamad, 2009).

Une diversité de levures et moisissures est rencontrée. Parmi les levures on trouve les genres *Candida* (surtout *Candida lipolytica*), *Rhodotorula* et *Saccharomyces* (Aboukheir et Kilbertus, 1974) et parmi les moisissures on trouve le plus souvent les genres *Penicillium*, *Mucor*, *Aspergillus* et *Rhizopus* (Hadlok et al., 1974).

Les germes pathogènes susceptibles de contaminer les carcasses, les plus fréquents sont: *Clostridium botulinum*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens*, *Salmonella* et *Shigella*, en plus de *Yersinia enterocolitica* et *Escherichia coli* (Rosset, 1978 ; Fournaud, 1982 ; Bourgeois et al., 1996; Korsak et al., 2004).

### I.5. Critère de qualité de la viande

**I.5.1. Qualité nutritionnelle :** Les viandes ont pour un principal intérêt nutritionnel l'apport en protéines et en fer. La teneur en protéines est en moyenne de 16 à 20 g pour 100 g de viande avant cuisson. Les protéines de la viande ont une bonne valeur biologique ; leur composition en acides aminés indispensables est satisfaisante, mais on doit signaler un léger déficit en acides aminés soufrés (méthionine et cystine). Les viandes sont dépourvues de vitamines liposolubles et riches en vitamines hydrosolubles

du groupe B (teneur remarquable en vitamine B<sub>12</sub> et des teneurs intéressantes en vitamines B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub> et B<sub>6</sub>) (Dupin *et al.*, 1992 ; Martin, 2001 ; Fredot, 2005).

La viande contient également du fer et du zinc, Le fer d'origine animal est le mieux absorbé par notre organisme ; il permet notamment de stocker l'oxygène dans les muscles lors d'un effort (Abdelouaheb, 2009).

**I.5.2. Qualité organoleptique** Les effets combinés des caractéristiques du muscle au moment de l'abattage et des altérations que celles-ci vont subir au cours de la transformation du muscle en viande conditionnent ses qualités sensorielles (Geay *et al.*, 2002).

**a- Couleur :** La couleur de la viande est la première qualité perçue par le consommateur. Elle dépend de (Cinquart *et al.*, 2000).

- La quantité de pigment (myoglobine) présent dans le muscle. plus il y a de myoglobine, plus le rouge de la viande est intense.
- Le degré d'acidité de la viande, mesuré par le pH.
- La forme chimique de la myoglobine : il ya trois formes chimiques selon son état d'oxydoréduction (état de l'atome de fer : rouge-brun) et d'oxygénation (fixation d'oxygène : rouge vif, ou non : rouge pourpre).

**b- Tendreté :** C'est la facilité avec laquelle la viande est découpée, déchirée puis broyée lors de la mastication. La tendreté de la viande dépend en particulier de la teneur du muscle en collagène (Cartier, 2007).

**c- Jutosité :** Elle dépend de la quantité de suc musculaire libéré dans la bouche au début de la mastication (jutosité initiale) ou à la fin (jutosité finale). Elle est accentuée par la stimulation de la salivation, due en particulier à la présence du gras intramusculaire (Fredot, 2005).

**d- flaveur :** La flaveur de la viande associe les saveurs et les arômes (Cartier, 2007). Les composants de la flaveur sont libérés au moment de la cuisson de la viande à partir de molécules précurseurs qui se transforment en composés volatils à l'origine des arômes et en composés non volatils responsables de la saveur (Fredot, 2005).

**I.5.3. Qualité hygiénique :** La viande doit garantir une totale innocuité et préserver la santé du consommateur. Elle ne doit contenir aucun résidu toxique (métaux lourds, toxines bactériennes), aucun parasite, ni être le siège de développement bactérien (Lamoise *et al.*, 1984 ; Coibion, 2008).

**I.5.4. Qualité technologique :** Les caractéristiques technologiques représentent l'aptitude de la viande à la conservation et à la transformation (Coibion, 2008).

## I.6. Altération de la viande

### I.6.1. Dégradations aérobies

**a. Viscosité :** Elle est due au développement de bactéries (*Pseudomonas* et entérobactéries, *Acinetobacter*, *Streptococcus*, *Enterococcus*, *Leuconostoc*, *Bacillus*, *Micrococcus*, *Lactobacillus*), plus rarement des levures et moisissures (Guiraud, 1998).

**b. Décoloration et verdissement de la viande :** La décoloration résulte d'une oxydation sous l'action de lactobacilles, de *Leuconostoc* et de levures. Les microorganismes verdissants libèrent des peroxydes et de H<sub>2</sub>S qui attaquent les pigments de la viande en donnant un composé vert. Parmi ces microorganismes: *Brochothrix thermosphacta*, *Lactobacillus viridescens*, *Leuconostoc*. Cette dernière est la cause de goût piquant par dégagement de CO<sub>2</sub>). Microbiologie alimentaire (Bourgeois et al., 1996).

**c. Pigmentations anormales :** Elles sont dues à des bactéries colorées ou à pigments diffusibles (*Flavobacterium*, *Pseudomonas*, *Micrococcus*, *Serratia*), à des levures (*Rhodotorella*) et à des moisissures (*cladosporiumherbarum*, *penicillium*) (Bourgeois et al., 1996).

**d. Modifications des caractères organoleptiques :** Les modifications organoleptiques se manifestent par (Bourgeois et al., 1996 ; Maas van et al., 2005) :

- Le rancissement des graisses (*Pseudomonas*, levures et moisissures) ;
- Libération des composés responsables de goût et d'odeur indésirables (bactéries lactiques, levures et actinomycètes).

**e. Moisissement :** Ce genre d'altération est surtout observé en atmosphère sèche, il est due à *Mucor* et *Rhizopus* (Guiraud, 1998).

**f. putréfaction :** une putréfaction de surface peut être le fait de certaines espèces de *Pseudomonas* et d'Entérobactéries (Guiraud, 1998).

### I.6.2. Dégradations anaérobies

**a. Sûrissement :** Il est provoqué par des bactéries à métabolisme libérant des acides organiques (acide formique, acétique, lactique, propionique et butyrique) ou par des bactéries ayant une activité protéolytique non purifiantes les principaux agents sont des bactéries lactiques, des coliformes et autres entérobactéries, des *Clostridium* butyriques, des *Bacillus* aéro-anaérobie (dont *B.cereus*), des Staphylocoques (Guiraud, 1998).

**b. Puanteur d'os :** elle est liée à la présence de *Bacillus* et *Clostridium* et intervient dans les carcasses dont la réfrigération est trop lente. L'action microbienne couplée à des modifications enzymatique génère des composés malodorants (Guiraud, 1998).

**c. Putréfaction :** elle est provoquée par des bactéries protéolytiques qui libèrent des composés soufrés, de l'ammoniac, des amines, de l'indole : il s'agit des *Clostridium* protéolytiques, putrides et sulfito-réducteurs (*C. sporogenes*, *C. perfringens*), de certaines espèces de *Proteus* et d'autres germes Gram- aéro-anaérobies et protéolytiques de la flore banale (Bourgeois et al., 1996 ; Guiraud, 1998 ).

Chapitre II  
Méthodes de  
conservation de  
la viande

## II.1. La conservation des viandes par le froid

Le recours obligé au froid s'effectue soit, en restant à température positive, c'est le cas de la réfrigération, soit en passant dans la zone franchement négative, c'est la congélation. En réfrigération, l'eau de constitution reste liquide, alors qu'en congélation une grande partie devient solide (Bourgeois et al., 1996).

**II.1.1. La réfrigération :** La réfrigération consiste à abaisser la température de la viande à une valeur légèrement supérieure à son point de congélation ( $-1,1^{\circ}\text{C}$  pour les carcasses). Le domaine de conservation par réfrigération est celui des températures comprises entre l'ambiance et la température de congélation commençant en principe de  $0^{\circ}\text{C}$  toute en évitant le développement microbien au cœur de la musculature (Bourgeois et al., 1996).

Les deux principales techniques utilisées pour la réfrigération de la viande bovine sont :

- **La réfrigération « lente »:** Procédure traditionnelle en refroidissement à l'air ambiant à température voisine de  $15^{\circ}\text{C}$  (ressuyage) ;
- **La réfrigération « rapide »:** Dans une chambre moderne de réfrigération avec circulation forcée d'air à des températures de  $0$  à  $5^{\circ}\text{C}$ .

La réfrigération est souvent à l'origine d'une augmentation importante de la dureté des viandes. C'est le cas de « cryochoc » (ou contraction par le froid ou cold shortening des anglo-saxons) qui touche essentiellement les carcasses de bovins et d'ovins, donc la température ne doit pas s'abaisser en dessous de  $10-12^{\circ}\text{C}$  dans les premières heures de suivants l'abattage. (Bourgeois et al., 1996., Couvez et al., 2010).

**II.1.2. La 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 (Bourgeois et al., 1996).

Cette transformation d'eau en glace empêche son utilisation par les microorganismes et donc de stopper leurs développement (Couvez et al., 2010).

En raison de la teneur de viande en sels minéraux et de ses liaisons avec les différentes protéines musculaires, l'eau de la viande ne congèle pas à  $0^{\circ}\text{C}$  mais à  $-1,1^{\circ}\text{C}$ . Au fur et à mesure que la température s'abaisse, le pourcentage d'eau congelée croît mais il reste toujours une certaine proportion d'eau liquide, à savoir 26 % à  $-5^{\circ}\text{C}$ , 18 % à  $-10^{\circ}\text{C}$ , 14% à  $-18$  et 10% à  $-40^{\circ}\text{C}$  et en dessous. La qualité du produit reste associée à un minimum d'eau liquide résiduaire (Bourgeois et al., 1996).

Le processus de congélation se déroule en trois étapes (Bourgeois et al., 1996):

- De la température de conservation de l'aliment frais à la température de congélation « commençantes » ( $-2^{\circ}\text{C}$ ), la température de l'aliment baisse sans changement d'état de la matière ;
- Entre  $-2^{\circ}\text{C}$  et  $-5^{\circ}\text{C}$ , l'eau cristallise ;
- Au-dessous de  $-5^{\circ}\text{C}$  et jusqu'à la température de congélation (généralement  $-18^{\circ}\text{C}$ ), la température du produit baisse et le développement microbien



s'arrête (-10°C pour les bactéries, -12°C pour les levures et -18°C pour les moisissures).

Mais les enzymes, protéines de dégradation naturellement contenues dans la viande, continuent leur action. Les lipases peuvent continuer à agir jusqu'à une température de -30°C (Couvez et al., 2010).

La viande est congelée en quartiers, ou désossée en portions individuelles (notamment pour la viande hachée). Les températures de congélation s'étalent de -10°C (air) à la température de surgélation: -196°C (azote liquide).

La congélation est réalisée par air pulsé, par fluide frigorigène ; azote liquide ou par la neige carbonique. La vitesse de congélation varie de 3 heures à 5 jours mais on préfère les produits congelés rapidement ou ultra-rapidement (moins de 5h) (Bourgeois et al., 1996).

## II.2. Méthodes traditionnelles de conservation de la viande

**II.2.1. Salage de la viande :** Le salage et le saumurage sont deux opérations très importantes en charcuterie. Elles permettent d'augmenter la saveur grâce à son goût salé, d'augmenter le pouvoir de rétention d'eau et d'améliorer la conservation des produits (Couvez et al., 2010).

Ces deux modes de salaison se distinguent par le procédé utilisé : l'une utilise le sel seul, l'autre utilise en saumure (Clinquart et al., 1999 ; Durand, 1999):

- **Salage à sec de la viande :** Il consiste à mettre la viande en contact avec le sel, cette méthode est utilisée pour une viande qui sera encore séchée après le salage ;
- **Salage humide (Saumurage) :** La viande peut aussi être traitée par saumurage. Pour cela, elle est mise à tremper dans une saumure. Dans ce cas, le séchage n'est pas nécessaire. Plus les températures de salage et de stockage sont basses, plus les résultats seront meilleurs.

Le salage (ou le saumurage) a lieu après les étapes de cutterage (ou hachage), de mélange et d'embossage lorsqu'il s'agit de produits transformés ou après la découpe lorsqu'il s'agit de produits entiers. Cette étape est très importante car un mauvais salage peut rendre le produit impropre à la consommation (produit immangeable car trop salé, produit rance car mal conservé, produit desséché en surface, produit qui manque de tendreté, mauvaise pénétration des fumées)(Durand, 1999).

Lors du contact entre la viande et le sel ou la saumure, il y a diffusion de l'eau de la viande (ainsi que les substances dissoutes comme la myoglobine, les sels minéraux et les vitamines) vers la saumure, tandis que les ions sodium et chlore diffusent dans le sens contraire (Clinquart et al., 1999).

L'augmentation de la concentration en sel dans l'eau intramusculaire a pour effet de solubiliser les protéines myofibrillaires lorsqu'elle atteint 2 à 3% dans la masse musculaire (Clinquart et al., 1999).

Les produits concernés par le salage ou le saumurage sont des produits de salaison secs tels que le jambon et le saucisson sec (Durand, 1999).

**II.2.2. Séchage naturel au soleil de la viande :** Le séchage est un procédé traditionnelle se rapportant à une dessiccation naturelle (au soleil). Il était déjà utilisé par les hommes préhistoriques pour la conservation de nombreux aliments, par exemples les fruits, viandes et poissons (Sabloniere, 2001).

Lors du séchage naturel au soleil de la viande, le retrait de l'eau freine l'altération de la viande. Pour cela, on peut utiliser les méthodes de salage, mais aussi le séchage au soleil. Les meilleurs résultats s'obtiennent par une combinaison salage-séchage.

Le salage du produit avant le séchage n'est pas nécessaire, mais il est fortement conseillé car il a de grands avantages. Le salage permet notamment de freiner pendant le séchage le développement des micro-organismes à la surface du produit et d'éloigner les insectes et autres parasites. Il ralentit donc la dégradation du produit (Durand, 1999).

Le sel donne un produit fini plus stable avec une durée de conservation plus longue. L'utilisation de sel avant le séchage et la méthode de salage dépendent notamment de la disponibilité du sel et des habitudes locales (Fournaud, 1982).

La viande doit être préparée de telle sorte que le sel puisse pénétrer rapidement dans la chair et que l'eau puisse en sortir. Pour cela, on amincit la chair et on agrandit la surface du produit le plus possible, opérez dans les conditions les plus hygiéniques possible. La viande à sécher doit être composé de pièces de même taille. Ainsi, l'ensemble séchera plus régulièrement et le produit fini sera uniformément sec (Durand, 1999).

Les produits très gras sont difficiles à transformer en produits salés ou séchés de bonne qualité. En effet, la graisse forme une barrière à la pénétration du sel et à la sortie de l'eau.

Le prétraitement avant séchage comprend le salage, qui dépend notamment de la disponibilité du sel et des coutumes locales (Durand, 1999).

Ensuite, le produit est suspendu, ce qui accélère le processus de séchage. Après le salage, l'excès d'eau doit être éliminé. Pour cela, on peut tordre les gros morceaux de viande (entre 2 rouleaux en bois espacés de 1,5 à 2 cm). La surface est agrandie par la même occasion, ce qui raccourcit la durée de séchage. Une méthode plus simple pour faire sortir l'eau de la viande est le pressage ; Posez les produits sur une surface plate propre, et pressez-les le plus possible (Durand, 1999).

Les lanières de viande à sécher sont suspendues à des crochets ou à des ficelles. Elles sont ensuite régulièrement réparties sur des bâtons horizontaux. Les lanières ne doivent pas se toucher (Durand, 1999).

**a. Processus de séchage :** Pour obtenir un séchage uniforme, il faut opérer avec soin. Les meilleurs résultats s'obtiennent par temps sec et très venteux. Si la chaleur est trop forte, la graisse fond et forme une croûte à la surface du produit. L'intérieur de la viande reste alors humide et s'altère rapidement. C'est pourquoi, au début du processus de séchage, les produits ne doivent pas être mis à sécher en plein soleil. Ils supportent bien le soleil du petit matin ou de la fin d'après-midi mais doivent être mis à l'ombre (temporairement) au milieu de la journée (Durand, 1999).

Les morceaux de viande mis à sécher sur des claies doivent être retournés toutes les 2 heures pour obtenir un séchage uniforme. Pendant le séchage, le produit doit être protégé au mieux contre les parasites. Les insectes sont porteurs de diverses bactéries qui détériorent le produit. Les mouches à viande pondent leurs œufs dans le produit encore humide et les larves mangent la chair. Il faut éviter que ces insectes ne nidifient près des produits à sécher en écartant tous les déchets animaux de l'environnement direct. Ils constituent un lieu d'incubation idéal pour ces insectes. L'application d'une bonne méthode de salage permet d'écarter les insectes pendant le séchage. Utilisez aussi des moustiquaires pour éloigner en particulier les mouches à viande (mouches bleues). Ces moustiquaires ne doivent pas être en contact avec les produits à sécher (Durand, 1999 ; Maas-Van, 2005).

Le séchage naturel au soleil de la viande a parfois des inconvénients : il exige de longues périodes de soleil, il prend du temps et il est souvent insuffisant dans les régions humides où le degré d'humidité est relativement élevé (Durand, 1999).

**b. Viande séchée en Algérie :** Elle est communément appelée « *El Kadid* ou *El Khliae* ». Il s'agit de viande coupée en morceau, salée et épicée. Suite à cela, les morceaux de viande sont exposés à l'air libre puis au soleil. Après séchage, la viande est conservée suspendue à l'air libre dans un endroit propre (UNESCO, 1986).

**II.2.3. Le fumage :** Le fumage ou fumaison appartient au groupe des procédés les plus anciens de conservation de la viande. L'opération consiste à soumettre ce produit à l'action directe ou indirecte de la fumée issue de la combustion de certains végétaux. La méthode de fumage la plus simple consiste à traiter la viande au-dessus d'un feu ouvert, donnant des produits. Les particules de fumée ont un effet favorable sur la saveur et la couleur du produit et freinent surtout le développement bactérien à la surface du produit. Cette pratique comporte un triple avantage : séchage partiel de la viande, conservation de la viande due aux composés phénoliques de la fumée et empêchement de l'infestation de la viande par les insectes, particulièrement les mouches (Maas-Van et al., 2005).

Si un produit est bien séché pendant le fumage, sa durée de conservation sera plus longue (Durand, 1999).

Il existe 3 types de fumage (Durand, 1999).

**a. Fumage à froid :** Il se pratique à une température de 20 à 25°C (il peut atteindre, exceptionnellement 30°C), le produit est sensible à l'altération et doit être conservé au froid. Sa durée de conservation n'est pas plus longue que celle du produit frais.

**b. Fumage à chaud :** Il concerne les produits cuits, les températures varient entre 65°C et ± 100°C. Il prolonge la durée de conservation des produits crus de deux jours au plus.

**c. Fumage-séchage (séchage en fumoir : fumage traditionnel) :** Le produit est fumé à chaud, c'est-à-dire qu'il cuit, et il sèche ensuite par continuation du fumage ; les températures varient entre 45 et 85°C

La viande à fumer est découpée en tranches de 5 cm de largeur et 1 cm d'épaisseur. L'agrandissement de la surface de la viande est important car il permet l'absorption de plus de fumée et un meilleur séchage du produit. Un salage avant le fumage est nécessaire pour prolonger la durée de conservation du produit fini (Durand, 1999).

**II.2.4. Le marinage de la viande :** Le marinage de la viande est un procédé de conservation traditionnel qui consiste à mettre la viande en contact avec une solution appelée marinade. Cette solution contient au moins un acide organique et un sel, mais la plupart du temps elle en contient plusieurs. Elle peut aussi contenir des matières grasses apportées sous forme d'huiles, des protéines animales ou végétales, des épices et des aromates

Au cours de ce procédé, il se produit une migration des composants de la marinade vers la viande, un échange d'eau et une migration d'éléments solubles ou dégradés par effet du marinage de la viande vers la solution. L'évolution du pH et de l'activité de l'eau dans la viande provoque des changements physicochimiques qui induisent la prolongation de sa durée de vie, l'amélioration de la qualité sensorielle et l'augmentation du rendement massique. Les échanges de matière entre la viande et la solution de marinage dépendent des propriétés thermodynamiques de la solution et de la viande, et des vitesses de migration des éléments se trouvant dans la solution, en particulier les ions (Berri et al., 2008).

**II.2.5 Sucrage :** Le sucre a commencé à employer plus généralement qu'auparavant à la conservation des viandes, attendu qu'il faut beaucoup moins de sucre que de sel marin pour prévenir la putréfaction, et que le premier ne rend la viande ni moins savoureuse ni moins nutritive (Berzellius, 1831).

On trouve effectivement dans des sources que la viande fraîche a été conservée plusieurs mois dans un pot de faïence rempli de sirop de sucre froid assez épais, et que pour la manger il convient de la laver à l'eau chaude et de la laisser mortifier deux ou trois jours avant de l'employer ; que les Indiens conservent les viandes fraîches dans du miel et d'autres dans une espèce « de saumure avec du sel marin, du salpêtre et du sucre, en doses égales » (Anonyme, 1817)

Il est aussi rapporté que les indigènes de Ceylan enrobent de miel la viande crue coupée en morceaux avant de la placer dans le trou d'un gros arbre qu'ils referment et qu'« un an après, cette viande est de fort bon goût, confite et parfumée » (Girardin, 1861).

En 1856, un brevet est accordé à Paris pour un moyen de conserver la viande crue dans un sirop de sucre cuit à 37 degrés, auquel on a ajouté un dixième de son volume d'alcool du midi (produit à partir de céréales) à 33 % volume, cela permet de conserver la couleur naturelle et la saveur ; la viande reste rouge, pulpeuse et peut être employée à tous les usages culinaires. Elle fait ensuite des rôts, des biftecks, des bouillons...etc (Anonyme, 1866). La mélasse, telle qu'elle sort des fabriques ou des raffineries, est utilisée pour imprégner la viande qu'on lave ensuite à grande eau avant de la sécher dans un courant d'air et de la ranger ensuite dans des caisses (Girardin, 1861).

**II.2.6. La friture :** La friture est aussi une technique traditionnelle de conservation qui consiste à cuire la viande dans l'eau salée puis à la frire dans l'huile ou dans la graisse fondue et éventuellement à compléter par un séchage au soleil. Le produit obtenu est appelé soyé (Galadima, 1988). Cette technique est utilisée pour conserver la viande issue des animaux abattus lors de « l'Aid el kébir ». Le soyé peut se conserver pendant plusieurs semaines et peut être utilisé dans les sauces en remplacement de la viande fraîche ou être consommé sans transformation (Sakho, 1992).

**II.2.7. La fermentation :** La fermentation est une méthode de conservation peu coûteuse. Avant d'être fermentés, les produits sont souvent salés et épicés. Les espèces bactériennes responsables de la fermentation sont les bactéries lactiques (lactobacilles, *Leuconostoc*) et les bactéries du genre *Micrococcus*. La fermentation présente les avantages suivants (Kalilou, 1997):

- Inhibition de l'altération microbiologique et développement des bactéries pathogènes en raison de l'abaissement du pH, de la réduction du potentiel d'oxydoréduction, de la production de composés antibiotiques et de peroxyde d'hydrogène ;
- Amélioration de la qualité organoleptique des produits (flaveur, couleur etc.) ;
- Amélioration dans une certaine mesure de la valeur nutritionnelle ou de la digestibilité du produit initial.

## II.MATERIEL ET METHODES

Notre travail a été réalisé au laboratoire de microbiologie de l'université de Jijel.

### II.1.Matériel

#### II.1.1. Matériel biologique

Le matériel biologique que nous avons utilisé lors de la réalisation des différentes parties expérimentales est le suivant :

- La viande bovine: Le prélèvement a été réalisé juste après l'abattage des animaux au niveau de l'abattoir de Jijel. Les échantillons ont été prélevés du même compartiment de la carcasse, la cuisse. Le choix du muscle de la cuisse est basé sur le fait que c'est le compartiment de la carcasse le plus riche en tissu musculaire et le plus demandé par les consommateurs. Les carcasses sont choisies de façon aléatoire, sans tenir compte de l'âge et du sexe de l'animal.



**Photo 1.** *El kadid* préparé avec l'huile d'olive (E1,E2)    **Photo 2.** *El kadid* préparé avec le lben(E3)

- Les souches indicatrices: Les souches indicatrices utilisées pour l'étude de l'activité antibactérienne des souches lactiques isolées sont les suivantes : *Pseudomonas aerogenosa*(ATCC 27853), *Staphylococcus aureus* (ATCC 29522), *Escherichia coli* (ATCC 25922), *Klebsiella oxytoca*, *Salmonella. Spp*, *Bacillus subtilis* et *Listeria monocytogenes*.

#### II.1.2.Milieux de culture

Les milieux de culture que nous avons utilisé pour le contrôle microbiologique des échantillons sont :

- **Gélose PCA (Plat Count Agar)** : pour le dénombrement de la flore total aérobie mésophile (FTAM);
- **Gélose VRBL** (Gélose lactosée biliée au cristal violet et au rouge neutre) : pour le dénombrement des coliformes totaux (CT) et les coliformes thermotolérants (CTT);
- **Gélose VF (Viande foie)** : pour la recherche et le dénombrement des anaérobies sulfitoréducteurs 46°C (ASR 46°C) et des Clostridium sulfitoréducteurs (CSR);
- **Gélose Chapman** : pour la recherche et le dénombrement de *Staphylococcus aureus* ;
- **Gélose MRS (Man-Rogaza-Sharpe)** : Pour le dénombrement des bactéries lactiques ;
- **Bouillon MRS (Man-Rogaza-Sharpe)** : pour la croissance et la purification des bactéries lactiques;

- **Gélose Muller Hinton** : pour tester l'activité antibactérienne des bactéries lactiques contre les souches indicatrices.

### II.1.3. Les produits chimiques et réactifs

Les produits utilisés au cours de notre étude sont les suivants :

- Violet de Gentiane, Lugol, Alcool, Fuschine et huile à émulsion : pour la réalisation de la coloration de Gram;
- Acide acétique chloroforme (3 / 2); Acide chlorhydrique (0.5M; 0.5N; 0.05N); Acide nitrique 2M, Acide borique ;
- Nitrate d'argent 0.1 M ;
- Glycérol ;Heptane ;phénol phtaléine à 1%;Empois d'amidon
- Iodure de potassium ; Sulfate de potassium ; Thiosulfate de potassium
- Isobutanol éthanol; Ether de pétrole
- Solution d'hydroxyde de sodium (NaOH) 0.5 N;Potasse alcoolique (0.5M)
- Réactif de TACHIROs ;
- Huile de tournesol ; Eau distillée stérile ;Eau physiologique stérile ;Trypton-Sel-Eau (TSE).

### I.1.4. Matériel et appareillage

La réalisation de l'étude pratique a nécessité l'usage des appareils suivants :

- Agitateur électrique menu d'un barreau magnétique;Vortex électrique ;
- Appareils : CPG (Chromatographie à Phase Gazeuse);Kjeldhal ; Spectroscopie d'Absorption Atomique ;Soxhlet ;
- Autoclave;Bain-marie;Balance analytique de précision;Broyeur;
- Centrifugeuse électrique;Congélateur;Réfrigérateur;Etuves électriques à 37°C, 44°C et 46°C;Etuve électrique de séchage maintenue à 103±2°C;
- Evaporateur rotatif ;
- Four à moufle : pour la détermination du taux de la matière minérale ;
- Hotte ;
- Microscope optique ; pH-mètre;Spectrophotomètre ;
- Microfiltres 0,22 µm.

## II.2. Méthodes

### II.2.1. Préparation des échantillons

**II.2.1.1. Le prélèvement** :Le prélèvement de viande (bovine) a été réalisé à l'aide d'un couteau stérile, et les échantillons ont été emballés individuellement dans des sachets stériles. Étant périssable, la viande fraîche nécessite donc un transport accompli dans un système réfrigérant. En effet les échantillons ont été maintenus sous froid dans un système réfrigérant (une glacière isothermique).

### II.2.1.2. Préparation de la viande séchée salée (El Kadid) selon la méthode traditionnelle

a. Echantillon préparée par l'huile d'olive : Les étapes sont les suivantes :

- **Nettoyage-Découpage** : Le muscle de viande nettoyé avec l'eau courante est découpé à l'aide de couteau en lanières de la grosseur d'un doigt et de 10 à 20 cm de longueur.
- **Salage-macération** : Dans un saladier mettre le gros sel et les ingrédients (poivre et huile d'olive) et les lanières de viandes puis bien mélanger, mettre au frigo à macérer pendant une nuit.
- **Séchage** : Les lanières de viande obtenues après l'opération de salage –macération sont mises à sécher au soleil, pendant deux semaines en moyenne sur des cordes surélevés pour éviter les poussières. Elles sont périodiquement retournées pour présenter les deux faces au soleil et obtenir ainsi un séchage plus homogène. La couleur et l'aspect cassant de la viande séchée sont des critères utilisés pour juger du temps d'arrêt du séchage.
- **Conservation** : Couper en morceaux de 2 à 3 cm et mettre dans un bocal fermé hermétiquement à température ambiante .

b. Echantillon préparée par le Lben: Les étapes sont les suivantes :

- **Nettoyage-Découpage** : Le muscle de viande nettoyé avec l'eau courante est découpé à l'aide de couteau en lanières de la grosseur d'un doigt et de 10 à 20 cm de longueur.
- **Salage-macération** : Ajouter le sel aulanières de viande et bien mélanger puis dans un saladier mettre le gros sel,le Lben et les lanières de viandes puis bien mélanger, laisser pendant un certain temps (24heures environs).
- **Lavage-Séchage et cuisson** : Les lanières de viande obtenues après l'opération de salage-macération sont lavées par l'eau et séchées légèrement puis salées, bien mélangées et séchées au soleil, pendant deux semaines en moyenne sur des cordes surélevées pour éviter les poussières. Elles sont périodiquement retournées pour présenter les deux faces au soleil et obtenir ainsi un séchage plus homogène. Les lanières de viande obtenues sont cuites à la vapeur d'eau puis séchées.
- **Conservation** : La conservation dans un bocal fermé hermétiquement à température ambiante .Le temps de conservation est illimitée.

**Conditions de séchage** : Le séchage au soleil a été réalisé entre 9:00 h et 15:00 h tous les jours. Les températures moyennes quotidiennes au cours de cette période étaient de 25°, 22° C et l'humidité relative est de 67%, 65 % respectivement pour les échantillons préparés par l'huile et par le Lben. Le séchage au soleil a duré 15 jours.

### II.2.2. Analyse physicochimique

**II.2.2.1. Détermination du pH** : Le pH a été déterminé en utilisant un pH-mètre préalablement étalonné par des solutions tampon pH4 et pH7. Un gramme du broyat de l'échantillon a été mis en suspension dans 10 ml de TSE(Trypton-Sel Eau). L'électrode a été trempée et la valeur du pH a été lue à 25°C (AOAC, 1995).



**II.2.2.2. Détermination de l'acidité titrable :** Pour la réalisation de cette manipulation, 5g de chaque échantillon a été homogénéisé dans 50ml d'eau distillée. Le broyat a été filtré sur du papier filtre Whatman N°1 pour préparer l'aliquote. Cette dernière a été titrée sous agitation par la solution d'hydroxyde de sodium (0,1N), 10 ml d'aliquote en utilisant une solution à 0,1% de phénolphthaléine comme indicateur. Le volume de NaOH (0,1 N) par gramme d'échantillon utilisé était exprimé par l'acidité titrable. L'acidité exprimée en acide acétique, est donnée par la relation suivante (Capitaetal., 2006):

$$\text{Acidité \%} = V \times 0,9$$

Avec :

V : Volume de la solution d'hydroxyde de sodium 0,1 M utilisé (en ml).

**II.2.2.3. Détermination de la matière sèche :** 2g de chaque échantillon broyé est pesé dans un creuset en porcelaine préalablement taré. Il est ensuite mis à l'étuve à 105 °C jusqu'à l'obtention d'une masse constante puis refroidi dans un dessiccateur en présence de sulfate de barium anhydre pendant 2 h. Le pourcentage de matière sèche a été déterminé par la relation suivante (Foret, 2011) :

$$\% \text{MS} = m_{\text{sec}} / m_i \times 100$$

$m_i$  = masse de l'échantillon initial (g).

$m_{\text{sec}}$  = masse de l'échantillon sec (g) après passage dans l'étuve à 105 °C.

**II.2.2.4. Détermination de l'humidité :** 2g de chaque échantillon broyé est placé dans un creuset préalablement séché (1h à 100°C). Le creuset a été placé dans l'étuve à 100°C-105°C pendant 24h. Après séchage, le creuset a été retiré de l'étuve pour le refroidir dans un dessiccateur. Le séchage et le refroidissement ont été répétés jusqu'à ce que le poids de deux pesées consécutives soit identique. Le pourcentage de l'humidité a été déterminé par la relation suivante (AOAC, 2000) :

$$\% \text{H} = \text{Perte du poids} / \text{Poids initial de l'échantillon} \times 100$$

**II.2.2.5. Détermination de la matière minérale :** Pour la réalisation de cette manipulation, 2 g de chaque échantillon broyé a été placé dans des creusets déjà séchés et tarés. Les creusets ont été placés dans un four à moufle à 550 °C jusqu'à l'obtention de la couleur grise des cendres. Le pourcentage de matière minérale est calculé par la relation suivante (AOAC, 2000) :

$$\% \text{MM} = \text{Poids du résidu} / \text{Poids initial de l'échantillon} \times 100$$

**II.2.2.6. Calcul de la matière organique :** Elle est déterminée en se basant sur les résultats de la matière sèche et minérale en appliquant la formule suivante :

$$\text{MO (\%)} = \text{MS} - \text{MM}.$$

Avec :

MO : matière organique;

MS : matière sèche;

MM: matière minérale;

**II.2.2.7. Teneur en sel (Application Bulletin No. 130/2 f) :** L'échantillon a été coupé en petits morceaux à l'aide d'un couteau. Pour réaliser ce test, 10 g de cet échantillon a été placé dans un mixeur avec 190 g d'eau distillée. Le tout a été broyé pendant 2 min jusqu'à ce que le mélange soit homogène. 50 g du mélange homogénéisé a été pesé dans un Bécher en verre. Le mélange a été additionné de 50 ml d'eau distillée ainsi que de 2 ml d'acide nitrique (HNO<sub>3</sub>) à 2 mol/L et la titration a été effectuée avec la solution de nitrate d'argent (AgNO<sub>3</sub>) à 0.1 mol/L.

$$\% \text{ NaCl} = \text{EP1} \times 5.844 \times 0.1 / \text{C00} = \text{EP1} \times 0.5844 / \text{C00} \times 100$$

Avec:

**C00** : 2,5 (masse d'échantillon utilisée pour le titrage en g).

**EP1** : prise d'essai (en g).

**II.2.2.8. Dosage des matières grasses brutes :** L'échantillon restant après la détermination de l'humidité a été transféré dans une cartouche Soxhlet. La cartouche a été placée dans l'appareil Soxhlet en l'ayant recouvert avec du coton sec. Le ballon contenant des billes en verre qui servira à recouvrir le solvant a été pesé. 75 ml d'éther de pétrole a été ajouté au mélange graduellement. La partie supérieure du tube de l'extraction des graisses a été fixée au condenseur.

L'échantillon a été porté pendant 16 heures sur le bain d'eau à 80°C. Le solvant contenant la matière grasse retourne dans le ballon par déversements successifs causés par un effet de siphon dans le coude latéral. Comme seul le solvant peut s'évaporer de nouveau, la matière grasse s'accumule dans le ballon jusqu'à ce que l'extraction soit complète. Une fois l'extraction terminée, l'éther a été évaporé, sur un évaporateur rotatif. La matière grasse a été séchée à 100°C pendant 1 heure, refroidie et pesée (AOAC, 2000).

Le pourcentage de gras brut est ensuite calculé comme suit:

$$\% \text{ Matières grasses brutes} = \frac{\text{pooids de la matière grasse}}{\text{pooids de l'échantillon}} \times 100$$

**II.2.2.9. Profil chromatographique des acides gras :** 0,2 g de matière grasse préalablement fondue a été pesé, 4 ml d'heptane puis 0,1 ml de solution méthanolique d'hydroxyde de potassium 2N ont été ajoutés. Le tube a été bouché et mélangé par des retournements successifs. Le mélange a été laissé décanter. La phase supérieure contenant les esters méthyliques a été utilisée pour l'analyse chromatographique (Arrêté du 5 mai 1986).

Les esters méthyliques ont été injectés dans un chromatographe phase gazeuse de type SHIMADZU QP2010 dans les conditions suivantes :

- ✓ colonne capillaire de type SE30 apolaire avec un diamètre de 0.25 µl et 25 m de longueur.
- ✓ température : 180°C (ou gradient de 170 à 200°C)
- ✓ détecteur : FID
- ✓ solvant : heptane ou hexane
- ✓ la phase stationnaire : SE 30 : diméthyle polysiloxane.

- ✓ la phase mobile : hélium.

**II.2.2.10. Dosage de l'azote total par la méthode de Kjeldahl :** La teneur en azote a été estimée par la méthode de Kjeldahl, basée sur la détermination de la quantité d'azote réduit présents dans l'échantillon. Les composés azotés divers sont convertis en sulfate d'ammonium par ébullition avec l'acide sulfurique (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). Le sulfate d'ammonium formé est décomposé avec un alcalin (NaOH) et l'ammoniac libéré est absorbé en excès par une solution d'acide borique, puis titré avec de l'HCl à 0.01N.

- a. Minéralisation :** Pour la réalisation de cette manipulation, 2 g de chaque échantillon broyé a été placé dans un matras de 250 ml contenant des billes de verre. 25 ml d'H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentré et 2 g de mélange (sulfate de potassium et du CuSO<sub>4</sub>) ont été ajoutés.

Ensuite le matras a été placé sur la rampe de minéralisation, le col est placé dans le dispositif d'aspiration des vapeurs. Après chauffage du contenu du matras à feu doux dans la chambre de minéralisation, le matras a été mis en rotation pendant plusieurs heures, jusqu'à ce que la solution devient claire (couleur bleutée).

A la fin de la minéralisation, le matras a été refroidi soigneusement et 40 ml d'eau a été ajouté lentement. Le volume a été complété à 100 ml avec de l'eau distillée.

**b. Distillation :** 5 ml d'aliquote ont été pris pour la distillation vers le ballon de l'appareil à distiller. L'allonge a été ajustée au réfrigérant pour qu'elle plonge au fond d'un Erlen Meyer contenant 20ml d'acide borique à 40g/l et 3 à 4 gouttes d'indicateur de Tashiro. Environ 40 ml de la solution de NaOH à 40% a été ajouté dans le ballon de distillation. Le minéralisât alcalinisé est chauffé, le NH<sub>3</sub> se dégage sous forme de vapeurs que l'on capte, condense et que l'on recueille pour le dosage. Lorsque l'ammoniac arrive dans l'acide borique, il alcalinise le milieu qui virera à sa teinte verte alcaline (AOAC, 2000).

**c. Titration :** Le contenu de l'Erlen Meyer est titré avec l'HCl à 0.01 N jusqu'à ce que la couleur devienne grise sale.

Le pourcentage en azote est donné par la formule suivante :

$$\frac{14 (V_s - V_b) \times N}{m} \times 100$$

Avec

- V<sub>s</sub>** : Volume de l'acide sulfurique dépensé dans le titrage de l'échantillon (ml) ;  
**V<sub>b</sub>** : Volume de l'acide sulfurique dépensé dans le titrage du témoin (ml) ;  
**N** : Normalité de l'acide sulfurique (0,05 N) ;  
**m** : masse de la prise d'essai (g).

La teneur en protéines est calculée en multipliant le taux d'azote total N (%) par le coefficient 6,25.

### II.2.2.11. Détermination de la teneur en éléments minéraux par spectroscopie d'absorption Atomique

En absorption atomique la concentration est déduite de la mesure de l'absorption de la lumière par les atomes de l'élément resté à l'état fondamental lorsqu'ils sont éclairés par une source lumineuse convenable. La mesure de l'intensité est faite à une longueur d'onde spécifique de l'élément à doser. La technique est la suivante (NF V 05-113, 1972) :

Aux cendres obtenues après incinération, 1 ml d'acide chlorhydrique et 10ml d'eau distillée ont été ajoutés. Après chauffage du mélange dans un bain marie bien bouillant jusqu'à dissolution des cendres, le volume a été complété à 100 ml avec l'eau distillée. A partir de cette solution, le dosage des éléments minéraux suivant a été effectué : le fer, le zinc, le cuivre, le manganèse, le magnésium, le plomb et cadmium par spectrophotométrie d'absorption atomique (SAA).

### II.2.2.12. Analyse des propriétés fonctionnelles

**a. Propriétés émulsionnantes :** Les propriétés émulsifiantes ont été mesurées en utilisant une méthode inspirée de celle décrite par *Yasamatsuet al(1972)*. 1,25 g de chaque échantillon a été homogénéisé avec 50 ml d'eau distillée pendant 30 secondes, avec un homogénéisateur à 11 000 tr/min. 25 ml de l'huile de tournesol a été ajouté à chaque échantillon, et le mélange a été homogénéisé de nouveau à 11 000 tr/min pendant 90 secondes. Le volume de l'émulsion a été mesuré 30 secondes, après l'homogénéisation. La capacité émulsionnante (CE) est exprimée en pourcentage de volume en utilisant la formule suivante :

$$CE = \text{Volume de l'émulsion après agitation} / \text{Volume total avant agitation} \times 100$$

**b. Propriétés moussantes :** Les propriétés moussantes ont été mesurées par l'application de la méthode décrite par *Padmashreeet al(1987)*. 3 g de chaque échantillon ont été mélangés à 300 ml d'eau distillée dans une éprouvette graduée d'1 litre. La suspension a été agitée à 1600 tr/min pendant 5 min. Le volume a été mesuré 30 secondes, après agitation. La capacité moussante CM est exprimée en pourcentage du volume en utilisant la formule suivante :

$$CM = (\text{Volume après agitation} - \text{Volume avant agitation}) / \text{Volume avant agitation} \times 100$$

**c. Hygroscopicité:** L'hygroscopicité est déterminée à l'aide de la méthode décrite par *Bhatty(1988)*. Environ 5,0g de chaque échantillon de viande a été exposé à des conditions ambiantes (température et humidité). L'Hygroscopicité était alors exprimée en pourcentage du poids acquis par la viande après 48 heures d'exposition.

**d. Capacité d'absorption de l'eau et de l'huile :** La méthode de *Beuchat (1977)* a été utilisée pour déterminer la capacité d'absorption de l'eau et de l'huile de la viande séchée salée. 1 g de l'échantillon a été mélangé avec 10ml d'eau distillée ou de l'huile pendant 30 secondes dans un mélangeur. Les échantillons sont ensuite laissés au repos à température ambiante pendant 30 min, et centrifugés à 5000 x g pendant 30 minutes. Le volume du surnageant a été noté dans un cylindre gradué de 10 ml. La densité de

l'eau est supposée être 1 g/ml et celle de l'huile 0.911 g/ml. Les résultats ont été exprimés sur une base de poids sec.

### II.2.2.13. Détermination des indices

- a. **Indice de peroxyde** : L'indice de peroxyde mesure le degré de rancidité des matières grasses. Pour réaliser ce test, 1 g de matière grasse a été pesé dans un Erlen Meyer de 250 ml. 20 ml du mélange acide acétique-chloroforme (3/2) a été ajouté, puis 1 ml d'une solution de KI (iodure de potassium) obtenue en dissolvant 1 g de KI dans 1 ml d'eau distillée a été ajouté au mélange et l'Erlen Meyer a été bouché, bien mélangé et placé à l'obscurité pendant 5 mn. 75 ml d'eau distillée a été par la suite ajouté et bien agité. L'iode libéré a été titré par le thiosulfate de sodium en présence d'amidon comme indicateur (Ndiaye, 1991).

Un blanc a été réalisé dans les mêmes conditions. L'indice de peroxyde s'exprime par la formule :

$$I_p = (V_2 - V_1) \cdot 10 \text{ (en mEq/g d'huile)}$$

Avec :

$V_2$  = Volume de  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  exigé par l'échantillon

$V_1$  = Volume de  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  exigé par le blanc

- b. **Indice de saponification** : L'indice de saponification, IS, est déterminé par la norme NF T60-206p71. Il correspond au nombre de milligrammes d'hydroxyde de potassium nécessaire pour saponifier 1 g de matière grasse.

Pour la réalisation de cette manipulation, 25 ml de KOH 0.5 M (d'hydroxyde de potassium) dont le titre est connu avec précision a été ajouté dans un ballon contenant 5 g de l'échantillon. Le tout a été porté à ébullition pendant 3 heures. On y ajoute de la phénophtaléine et le mélange a été titré avec HCl 0.5 M jusqu'à disparition de la couleur rouge. On effectue un essai à blanc (sans échantillon) (AFNOR, 1993).

L'indice de saponification est donné par la formule suivante :

$$I_s = (V_0 - V_1) \cdot M \times 56.1 / M_s$$

Avec :

$V_0$  : volume d'HCl titrant pour le blanc (ml),

$V_1$  : volume d'HCl titrant pour l'échantillon (ml),

$M$  : molarité d'acide chlorhydrique (mol/L) (0,4999),

$M_s$  : masse de l'échantillon en (mg)

(56.1 g = Masse moléculaire relative de KOH)

- c. **Indice d'acide** : Pour déterminer l'indice d'acide, la technique décrite par Perrier *et al* (1997) a été appliquée : dans un Erlen Mayer de 150 ml, une prise d'essai (p) de 10 g a été introduite, celle-ci a été dissoute dans un mélange de 10 ml de solvant isobutanol-éthanol et 10 ml de potasse alcoolique introduits successivement à l'aide d'une pipette graduée. Ensuite 5 gouttes de la solution de phénol phtaléine ont été ajoutées.

La titration se fait sous agitation en versant goutte à goutte la solution 0.5 N d'acide chlorhydrique jusqu'à décoloration. Une réaction à blanc a été effectuée en parallèle dans les mêmes conditions mais sans échantillon pour titrer la potasse en jeu.

L'indice d'acide est calculé comme suit :

$$I_a \text{ (mg de KOH/g)} = (V_{\text{HCl témoin}} - V_{\text{HCl essai}}) \times N \times PM_{\text{KOH}} / P$$

Avec :

**P** : prise d'essai (g)

**N** : normalité

**V** : volume (ml)

- d. Indice d'ester** : L'indice d'ester ( $I_E$ ) d'un corps gras est la quantité de potasse en milligrammes nécessaire pour saponifier les acides gras combinés contenus dans un gramme de corps gras.

La détermination de l'indice d'ester est faite selon la formule suivante :

$$I_E = I_S - I_A$$

Avec :

$I_S$  : indice de saponification

$I_A$  : indice d'acide

### II.2.3. Analyse microbiologique classique

La qualité microbiologique présente un double aspect, la qualité hygiénique qui caractérise les risques pour la santé du consommateur et la qualité commerciale qui détermine l'existence ou le risque d'altération, cette qualité a été évaluée par la recherche et le dénombrement de différents germes qui peuvent se développer dans la viande séché salé.

**II.2.3.1. Préparation de la solution mère et des dilutions** : La solution mère a été préparée à partir d'une pesée de 10g de viande séchée salée prélevée aseptiquement puis hachée dans un homogénéisateur rotatif pendant 1min jusqu'à l'obtention d'une pâte, dilué dans 90ml de TSE. La dilution  $10^{-2}$  a été préparée à partir de 1 ml de la solution mère, ajouté aseptiquement à 9 ml de TSE. De la même manière, on pousse la dilution jusqu'à  $10^{-5}$  (ISO 6887-1).

**II.2.3.2. Dénombrement des germes aérobies à 30°C** : Un volume connu de 1 ml de la dilution  $10^{-5}$  a été étalé à la surface de la gélose PCA fondue et refroidie. Le nombre de colonies lenticulaires a été compté après incubation à 30°C pendant 72 h (ISO 4833).

**II.2.3.3. Dénombrement des coliformes totaux** : Le dénombrement des coliformes totaux a été réalisé sur gélose lactosée biliée au violet de cristal et au rouge neutre (VRBL) en partant de la dilution  $10^{-3}$ . L'ensemencement se fait en profondeur en faisant déposer dans une boîte de Pétri 1 ml de cette dilution, puis la gélose VRBL fondue et refroidie à 45°C a été coulée. L'incubation se fait à 30°C pendant 24. Après incubation, toutes les colonies violettes, d'un diamètre voisin de 0.5 à 1 mm et entourées d'un halo de précipité des sels biliaires ont été dénombrées (ISO 4832).

**II.2.3.4. Dénombrement des coliformes thermotolérants** : Le dénombrement des coliformes thermotolérants a été réalisé sur la gélose VRBL en partant de la dilution  $10^{-2}$ . L'incubation se fait à 44°C pendant 24 h (NF V 08-060).

**II.2.3.5. Dénombrement des anaérobies sulfite réducteurs à 46°C :** Un volume connu de 1 ml de la dilution  $10^{-1}$  est versé dans un tube stérile, il est ensuite placé au bain marie pendant 10 minutes. Le tube est rempli par la gélose VF fondue et refroidie. Les colonies noires sont comptées après étuvage à 46°C pendant 48 h (ISO 15123).

**II.2.3.6. Recherche des *Staphylococcus aureus* :** La recherche de *Staphylococcus aureus* a été effectuée sur le milieu Baird Parker additionné de tellurite. L'ensemencement a été fait par étalement de 0,1 ml de la dilution  $10^{-1}$  sur la gélose coulée et solidifiée. L'incubation a été effectuée à 37°C pendant 48 h. Les colonies recherchées présentent un aspect caractéristique sur ce milieu : elles sont noires, brillantes et entourées d'une auréole d'éclaircissement (ISO 6888-1).

**II.2.3.7. Dénombrement des bactéries lactiques :** Le dénombrement a été effectué sur le milieu gélosé de Man-Rogosa-Sharp (MRS). L'ensemencement a été effectué par étalement d'1 ml de la dilution  $10^{-5}$  et  $10^{-4}$  en surface de la gélose déjà coulée et solidifiée, l'incubation a été faite à 37°C pendant 24 à 48 h. Les colonies à dénombrer sont de petites tailles, de couleurs blanchâtres et brillantes à pourtours réguliers, elles peuvent apparaître en forme circulaire ou lenticulaire (Kacem et Karam, 2006).

## II.2.4. Isolement et identification des bactéries lactiques

### II.2.4.1. Isolement et purification des isolats

L'isolement a été réalisé sur gélose MRS préalablement coulée et solidifiée dans des boîtes de Pétri, en portant quelques gouttes des dilutions  $10^{-4}$  et  $10^{-5}$  à la surface du milieu suivi d'un étalement. L'incubation a été faite à 37°C pendant 24 h à 48 h en conditions d'anaérobiose. La purification consiste à réaliser des repiquages successifs sur gélose et bouillon MRS, avec une incubation à 37°C pendant 24 h, jusqu'à l'obtention de colonies de même taille, même forme et même couleur renseignant sur la pureté des souches (Idoui et al., 2009).

### II.2.4.2. Test d'orientation

L'orientation des souches a été réalisée par l'application d'un examen macroscopique et microscopique et recherche de la catalase (Larpent, 1997 ; Idoui et Karam, 2008 ; Gusils et al., 2010).

- a. **Examen microscopique :** Après l'examen macroscopique des colonies sur gélose MRS, et dans le but d'écarter tout ce qui ne peut pas être une bactérie lactique, les isolats ont été soumis à la coloration de Gram, celle-ci permet de différencier les bactéries à Gram positif (en violet) de celles à Gram négatif (en rose) (annexe 2), les bâtonnets, les coques et le mode de regroupement (Leyral et Joffin, 1998 ; Raynaud, 2006).
- b. **Recherche de la catalase :** La catalase est mise en évidence en émulsionnant la culture bactérienne à tester dans une solution fraîche d'eau oxygénée à 10 volumes. Un dégagement gazeux abondant sous forme de mousse traduit la décomposition de l'eau oxygénée sous l'action de l'enzyme à tester.
- c. **Activité antimicrobienne :** Ce test consiste à étudier l'activité inhibitrice des bactéries lactiques (les isolats) vis-à-vis des souches indicatrices. Ces souches indicatrices nous ont été fournies par le laboratoire de recherche de l'université de Jijel. Le tableau ci-dessous illustre l'origine de chaque souche indicatrice.

Tableau 3 : Origine des souches indicatrices.

Souches indicatrices	Code	Origine
<i>S. aureus</i>	ATCC 29522	American type culture collection
<i>E. coli</i>	ATCC 25922	American type culture collection
<i>Pseudomonas aerogenosa</i>	ATCC 27853	American type culture collection
<i>Klebsiella oxytoca</i>	–	Hôpital de Taher
<i>Salmonellaspp</i>	–	Hôpital de Taher
<i>Bacillus subtilis</i>	–	Hôpital de Taher
<i>Listeria monocytogenes</i>	–	Hôpital de Taher

- **Revivification des souches :** A partir de chaque souche conservée sur gélose nutritive, une culture a été prélevée et déposée dans un tube contenant le bouillon nutritif pour redémarrer leur croissance et leur capacité métabolique. Les tubes ont été par la suite incubés à 37°C / 24 h.
- **Activité anti-microbienne et effet du surnageant :** La méthode des disques décrite par Tadesse *et al*(2004) a été appliquée : elle consistait à inonder en surface le milieu Mueller-Hinton par la souche indicatrice (DO varie entre 0,08 et 0,1). Après incubation pendant 30 min à 37° C, des disques stériles (de 5 mm de diamètre) ont été déposés à la surface de la gélose. Chaque disque reçoit 10 µl d'une culture lactique jeune.

Une fois les boîtes sont séchées à température ambiante, elles sont incubées à 4° C pour permettre la diffusion du surnageant, par la suite incubées à 37° C pendant 24h. L'inhibition se traduit par la formation de zones claires autour des disques.

Des cultures bactériennes jeunes de 24 h ont été soumises à une centrifugation de 3000 g pendant 15 min (ou bien 9400 rpm | 10 min), ensuite les surnageants ont été filtrés sur un millipore de 0,22 µm (Tadesse *etal*.,2004)

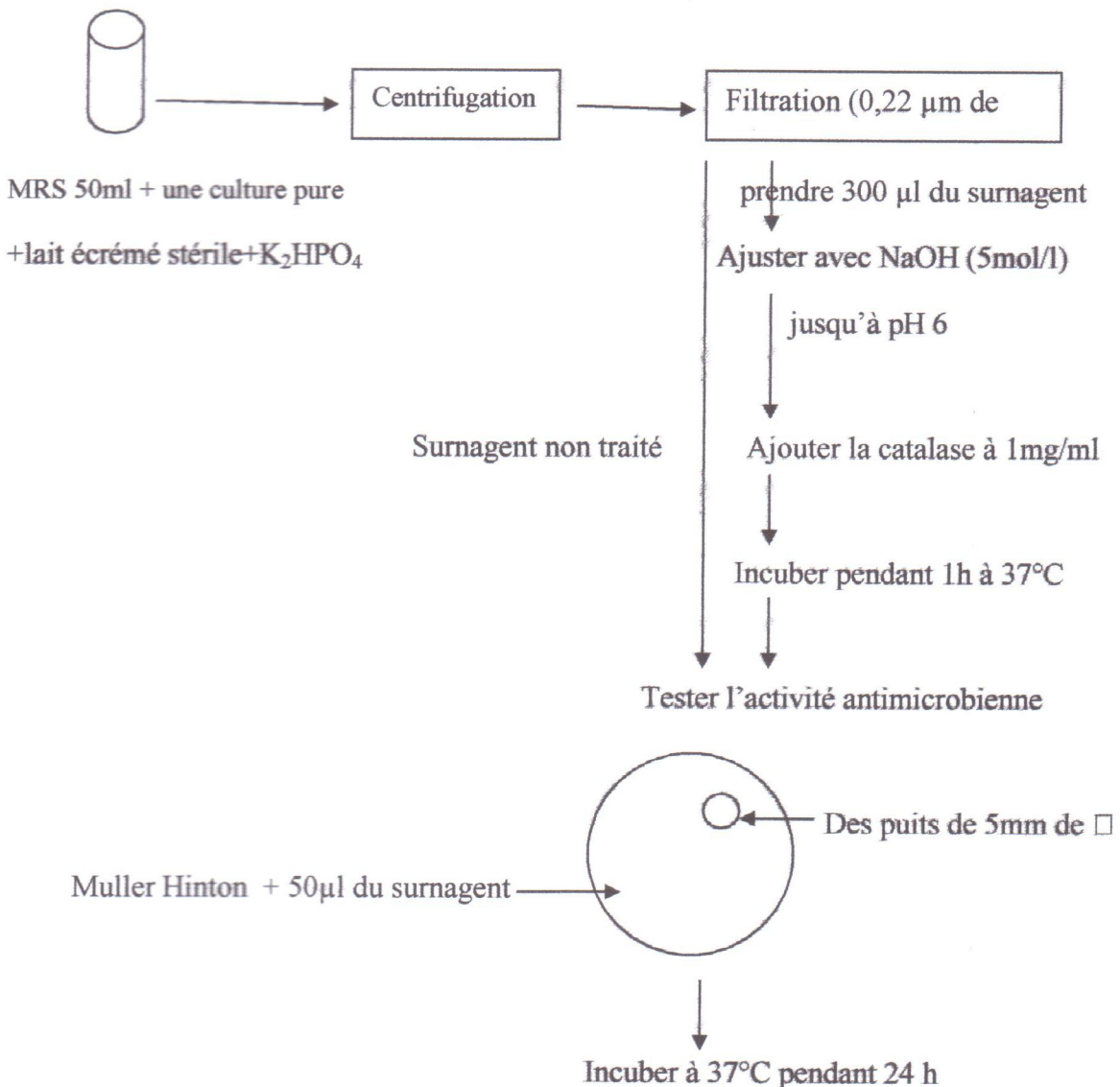
L'activité antimicrobienne par les acides organiques produite par les bactéries lactiques a été supprimée par l'ajustement du pH du surnageant à pH égale à 6,0 avec du NaOH (5 mol/l). 300 µl du surnageant neutralisé a été traité pendant 1h à 30° C avec la catalase (1 mg/ml) pour supprimer l'activité possible du peroxyde d'hydrogène. Le surnageant sans addition de catalase a été utilisé comme référence.(Dorlu, 2008)

Les boîtes de Pétri contenant la gélose Mueller Hinton, préalablement coulée et solidifiée, ont été inondées par la souche indicatrice (inoculum standardisé dont la DO 660 varie entre 0,08 et 0,1), puis des puits de 5 mm de diamètre ont été réalisés. Chaque puits a reçu 50 µl du surnageant. Après incubation 24h à 37° C, les diamètres des zones d'inhibition ont été mesurés(Dorlu, 2008).



La nature protéique de la substance inhibitrice a été confirmée par le traitement du surnageant neutralisé par différentes protéases. 300-400  $\mu\text{l}$  du surnageant ont été traités avec les protéases (trypsine, pepsine,  $\alpha$  chymotrypsine, papaïne, pronase) avec une concentration finale de 1 mg/ml puis incubé à 37°C pendant 2h. Après ce temps, les protéases sont dénaturées à 105°C pendant 5 min. 300  $\mu\text{l}$  du surnageant sans protéase sert de référence, l'activité antimicrobienne contre les souches indicatrices a été déterminée par la technique citée précédemment (Bareffoutset Klaenhammer, 1983; Dorlu, 2008).

La figure ci-dessous représente les étapes de l'étude de l'effet de surnageant des souches lactiques.



**Figure4** .Etapes de l'étude de l'effet de surnageant

### **II.2.5. Analyse statistique des données :**

Après avoir établie les analyses physico-chimiques de nos 4 échantillons, et afin de mieux pouvoir interpréter les résultats obtenus, nous avons complété notre étude par une analyse statistique des données.

Sachant que nous disposons de 3 échantillons issus de 3 régions différentes de la wilaya de Jijel.

Nous avons calculé la moyenne pour chaque paramètre physicochimique recherché. De ce fait nous avons opté pour l'ANOVA (analyse de la variance) qui est une méthode statistique qui considère une seule variable à la fois , sans tenir compte des relations qui existent entre les variables de la matrice des données initiales(El mur, 2005).

Son but est de détecter si une variable donnée est à la base de la séparation selon le facteur étudié. L'ANOVA calcule le taux de variabilité causé par les échantillons correspondants aux groupes particuliers (El mur, 2005).

L'avantage de la méthode est qu'elle donne une estimation rapide de l'information contenue dans la réponse et qu'elle requière un petit espace dans la mémoire de l'ordinateur. D'autre part, cette méthode présente quelques inconvénients comme elle nécessite une prédéfinition des groupes et elle néglige les interactions entre les variables (El mur, 2005).

### III. RESULTATS ET DISCUSSION

#### III.1. Analyse physicochimique

##### III.1.1. Mesure du pH

La figure 05 illustre les résultats du pH des trois échantillons de viande séchée salée « *El kadid* ». Le pH est un paramètre déterminant l'aptitude à la conservation des aliments. Il constitue l'un des principaux obstacles que la flore microbienne doit franchir pour assurer sa prolifération (Benahmed, 2007). Ainsi, un pH de l'ordre de 3 à 6 est très favorable au développement des levures et moisissures.

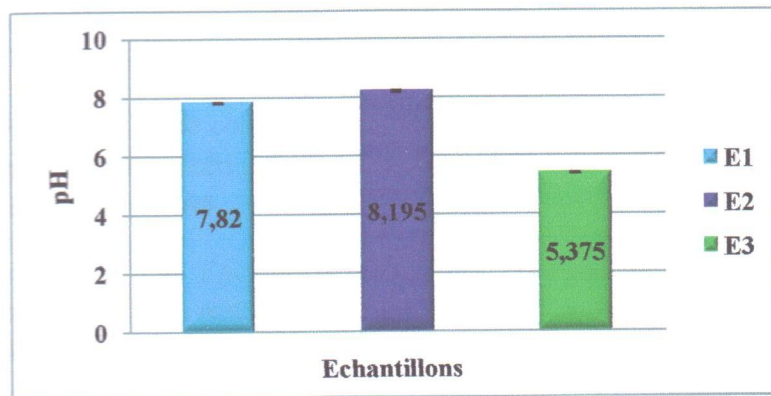


Figure 05. pH de la viande bovine salée séchée « *El kadid* ».

D'après les résultats illustrés par la figure 05, nous constatons une différence négligeable entre les valeurs du pH des échantillons 1 et 2 qui est de 0,37. Alors qu'elle est remarquable entre ces deux derniers et l'échantillon 3 (2,45 pour E1 et 2,82 pour E2).

Ces résultats montrent que les valeurs de pH de E1 et E2 sont supérieures au pH *post mortem* de la viande et cela est due à l'effet du salage et du séchage qui ont alcalinisé la viande, tandis que pour E3 on constate un abaissement de pH à une valeur inférieure au pH *post mortem* ; cela est le résultat de l'acidification intense de la viande provoquée par l'addition de Lben lors de la préparation (production de l'acide lactique par les bactéries lactiques (voie fermentaire)).

Les résultats du test ANOVA ont montré que la valeur du pH des trois échantillons de la viande salée séchée « *El Kadid* » bovine est significativement différente ( $P < 0,05$ ).

##### III.1.2. Acidité titrable

Les résultats du dosage de l'acidité titrable des échantillons d'*El kadid* bovine sont illustrés par la figure 06.

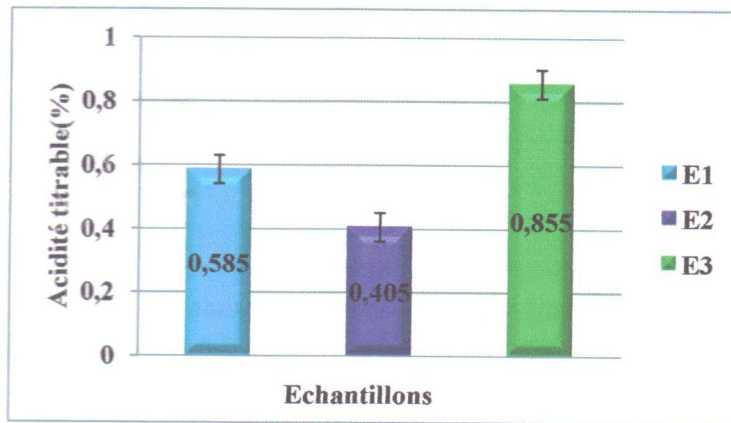


Figure 06 : Acidité titrable d'El kadid bovine.

Les résultats de la présente étude concernant le dosage de l'acidité titrable montrent que l'E3 a le plus grand pourcentage d'acide acétique avec  $0,855 \pm 0,045$  % suivis par l'E1 avec  $0,585 \pm 0,045$  % et E2 avec une valeur de  $0,405 \pm 0,045$ .

Il est important de savoir que l'acidité et le pH des échantillons étudiés varient de manière inversement proportionnelle. Les résultats du test ANOVA ont montré qu'il n'y a aucune différence significative pour la valeur de l'acidité titrable des trois échantillons ( $P > 0,05$ ).

### III.1.3. Teneur en matière sèche (MS)

Le taux de la matière sèche dépend de la teneur en eau de la viande, qui est inversement proportionnelle avec la matière sèche (Benahmed, 2007). Les résultats de notre étude concernant la détermination de la matière sèche des échantillons d'El kadid bovine sont illustrés par la figure 07.

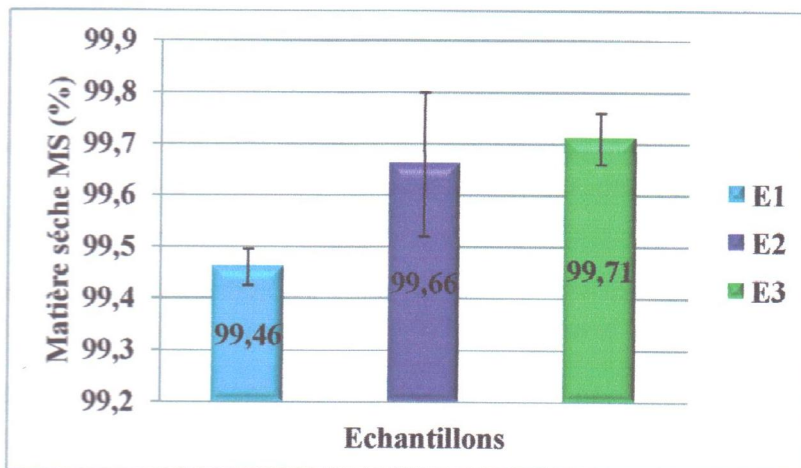


Figure 07. Teneur en matière sèche d'El kadid bovine.

La teneur en matière sèche des trois échantillons est très élevée et proche l'une de l'autre. Les valeurs sont de  $99,46 \pm 0,035\%$  pour E1,  $99,66 \pm 0,14\%$  pour E2 et  $99,71 \pm 0,05\%$  pour E3. Cela résulte de l'effet du processus de salage et séchage.

Ces résultats sont légèrement supérieurs à celle obtenue par **Ayanwale et al (2007)** qui ont trouvé que la teneur en matière sèche de la viande fraîche était de  $29,06 \pm 0,00\%$  et celle de la viande séchée était de  $92,16 \pm 0,00\%$ , ce qui montre l'effet de salage combiné au séchage.

Les résultats du test ANOVA ont montré que la valeur de la matière sèche des échantillons d'*El Kadid* bovine est significativement différente ( $P < 0,05$ ).

### III.1.4.L'humidité

Les résultats de notre étude concernant la mesure de l'humidité des échantillons d'*El kadid* bovine sont illustrés par la figure 08.

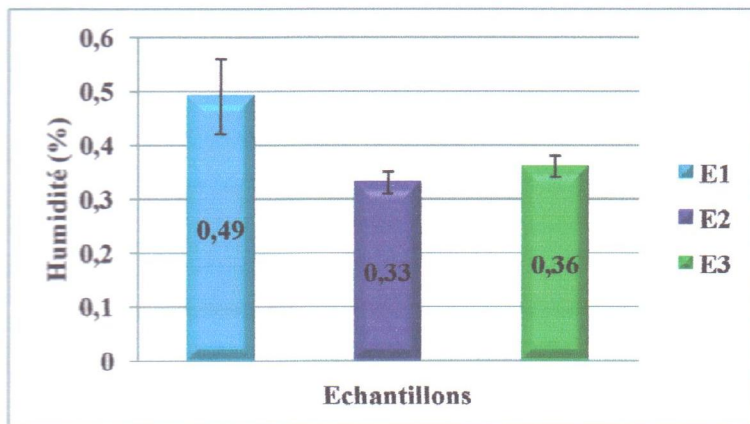


Figure 08: Humidité d'*El kadid* bovine.

Les principales méthodes d'estimation de l'humidité reposent sur la mesure de la perte de poids subie par la viande chauffée à une température précise. Les résultats du taux d'humidité des échantillons semblent être quasi similaires et sont assez faibles, dont les valeurs sont  $0,49 \pm 0,07\%$  pour E1,  $0,33 \pm 0,02\%$  pour E2 et  $0,36 \pm 0,025\%$  pour E3.

Ce faible taux est dû à l'effet combiné de deux procédés de conservation ; le salage qui diminue la quantité d'eau libre de la viande par le phénomène du *salting out* et le séchage par évaporation.

Ces résultats sont inférieurs à ceux obtenus par **Ayanwale et al (2007)** qui ont trouvé que la teneur en eau de la viande bovine fraîche était de  $70,94\%$  tandis que celle séchée était de  $7,84\%$ .

Les résultats du test ANOVA ont montré que la valeur de l'humidité des échantillons de la viande bovine séchée salée *El Kadid* est significativement différente ( $P < 0,05$ ).

### II.3.1.5. Teneur en matière minérale

Le taux des cendres permet de juger la richesse ou la pauvreté de la viande en élément minéraux.

On entend par cendres, le résultat de calcination de la viande obtenu selon un procédé déterminé, les cendres contiennent les minéraux de la viande ainsi que les composés minéralisés. La viande est généralement calcinée en présence d'un excès d'une base volatile (par exemple l'acétate de magnésium). Dans ces conditions les pertes en anions volatils sont réduites et les éclaboussures ainsi que la formation de mousse en cours de calcination pour les échantillons riches en graisse sont diminuées.

Les résultats de la teneur en matière minérale des échantillons d'*El kadid* bovine sont illustrés par la figure 09.

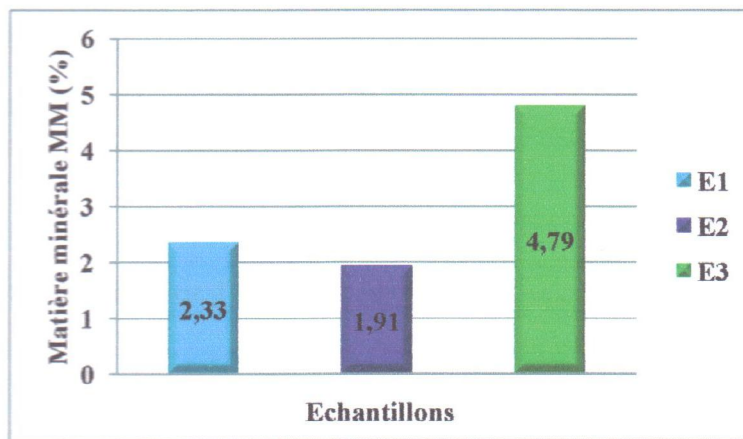


Figure 09. Teneur en matière minérale d'*El kadid* bovine.

La teneur en matière minérale enregistrée pour les trois échantillons varie entre une valeur minimale de  $1,91 \pm 0,44\%$  pour E2 et une valeur maximale de  $4,79 \pm 1,79\%$  pour E3. Les résultats obtenus sont supérieurs à ceux trouvés par **Ayanwale et al (2007)** ;  $2,71 \pm 0,56\%$  pour la viande fraîche et  $1,55 \pm 0,53\%$  pour la viande bovine séchée.

Cette variation peut être liée à la teneur des morceaux de viande en matière minérale et au sel (utilisation de sel grossier).

Les résultats du test ANOVA ont montré qu'il n'y a aucune différence significative entre la teneur en matière minérale des échantillons de viande séchée salée bovine *El Kaddid* ( $P > 0,05$ ).

### III.1.6. Teneur en matière organique

Les résultats de notre étude concernant la détermination de la matière organique des échantillons d'*El kadid* bovine sont illustrés par la figure 10.

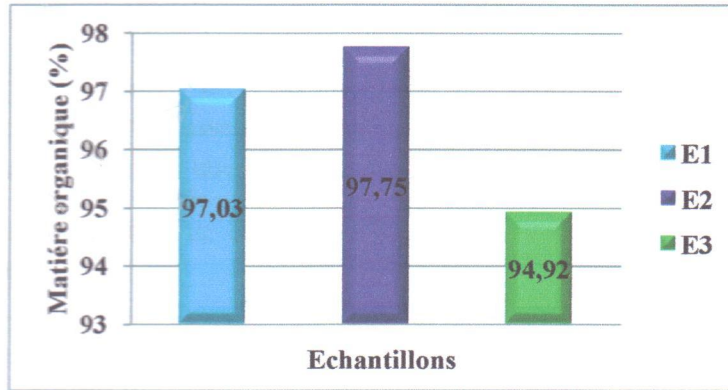


Figure 10: Teneur en matière organique d'El kadid bovine.

La teneur en matière organique calculée des trois échantillons analysés varie entre  $94,92 \pm 1,82\%$  pour E3 et  $97,75 \pm 0,59\%$  pour E2, Ces valeurs sont très élevées et proches.

Les résultats du test ANOVA ont montré que la teneur en matière organique des échantillons est significativement différente ( $P < 0,05$ ).

### III.1.7. Teneur en sel

Les teneurs en sel des échantillons d'El kadid bovine sont illustrés par la figure 11.

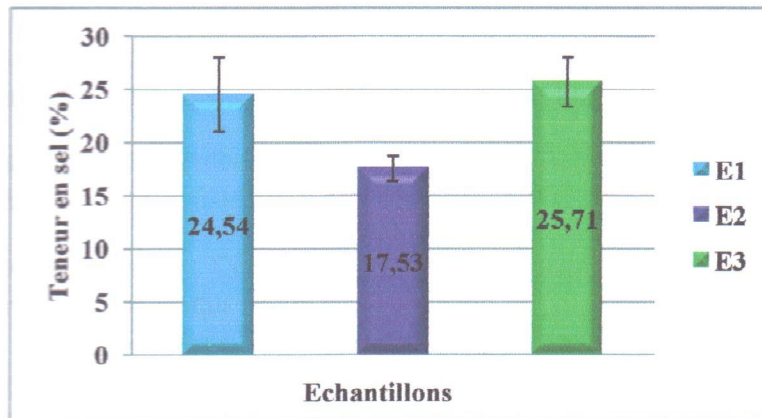


Figure 11: Teneur en sel d'El kadid bovine.

Nous constatons que les valeurs de la teneur en sel varient d'un échantillon à l'autre ; elles sont de  $24,54 \pm 3,51\%$  pour E1,  $17,53 \pm 1,17\%$  pour E2 et  $25,71 \pm 2,34\%$  pour E3. Cela est due à la quantité de sel ajoutée lors de la préparation de chaque échantillon.

Les résultats du test ANOVA ont montré qu'il n'y a aucune différence significative entre la teneur en sel des échantillons ( $P > 0,05$ ).

### III.1.8. Détermination des indices

**a. Indice de peroxyde :** L'indice de peroxyde donne le nombre de milliéquivalents de peroxydes présents dans un kg de matière grasse. Il peut être déterminé à partir de la quantité d'iode libéré par réaction d'une solution de KI pour une quantité connue de graisse (Clinquart *et al.*, 1999).

Les résultats de la détermination de l'indice de peroxyde des échantillons d'*El kadid* bovine sont illustrés par la figure 12.

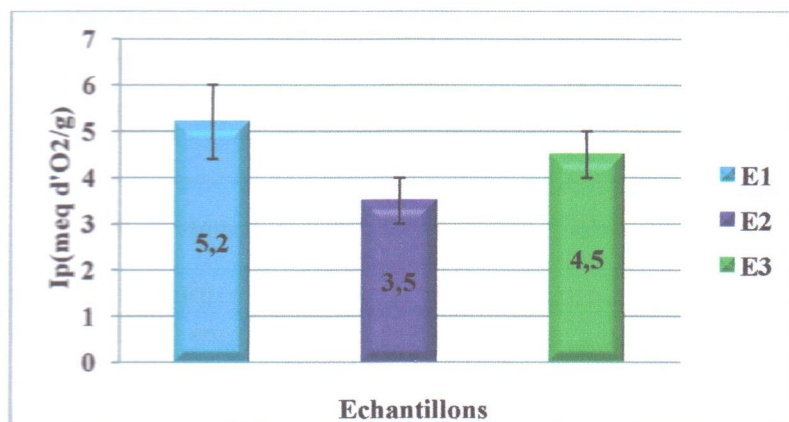


Figure 12: Indice de peroxyde (Ip) d'*El kadid* bovine.

Les valeurs de l'indice de peroxyde (Ip) obtenues se situent entre  $3,5 \pm 0,59$  et  $5,2 \pm 0,8$  milliéquivalent (meq) d'oxygène actif / Kg de viande. Les variations d'Ip sont liées au degré d'oxydation de la matière grasse contenu dans la viande qui est liée au séchage au soleil.

Les résultats du test ANOVA ont montré que la valeur de l'indice de peroxyde des échantillons est significativement différente ( $P < 0,05$ ).

**b. Indice de saponification (Is) :** Cet indice indique le nombre de mg de KOH nécessaire pour saponifier 1g de graisse, c'est en fait une mesure indirecte de la longueur des chaînes d'acides gras. En effet, plus la masse moléculaire d'une graisse sera faible plus il y aura des moles de triacylglycérols présents dans 1g de graisse. En pratique, la détermination se base sur un titrage en retour (par HCl) de l'excès non consommée par la saponification de la graisse (Clinquart *et al.*, 1999).

Les résultats de la détermination de l'indice de saponification des échantillons d'*El kadid* bovine sont illustrés par la figure 13.



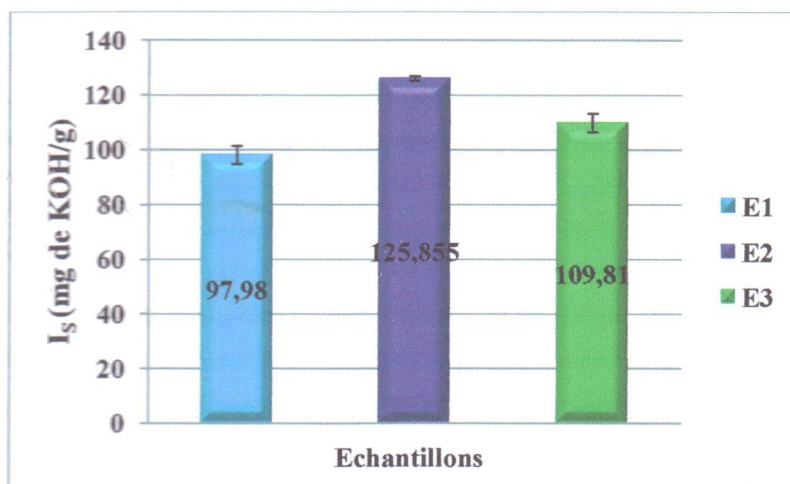


Figure 13: Indice de saponification ( $I_s$ ) d'El kadid bovine.

Les valeurs de l'indice de saponification obtenues se situent entre  $97,98 \pm 3,38$  et  $125,85 \pm 0,84$  mg de KOH / g. Les variations ( $I_s$ ) entre les échantillons sont dues à la différence de la composition en acides gras (AG), celle-ci est influencée par la méthode de préparation, les ingrédients utilisés et la composition des morceaux de viande.

Selon **Adrian (1998)**, l'indice de saponification rend compte de la longueur moyenne de la chaîne des (AG) constitutifs de chaque échantillon puisque sa valeur est d'autant plus élevée que les (AG) sont de plus faible poids moléculaire.

Les résultats du test ANOVA ont montré que la valeur de l'indice de saponification des échantillons est significativement différente ( $P < 0,05$ ).

**c. Indice d'acide ( $I_a$ ) :** Les résultats de la détermination de l'indice d'acide des échantillons sont illustrés par la figure 14.

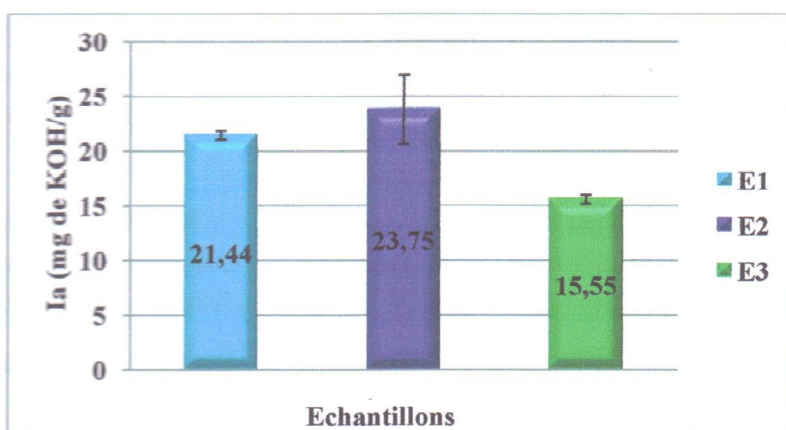


Figure 14: Indice d'acide ( $I_a$ ) d'El kadid bovine.

Les résultats obtenus concernant l'indice d'acide montrent que E1 et E2 ont donné des valeurs respectives de  $21.44 \pm 0.42$  et  $23.75 \pm 0.42$ , supérieures à celle de l'échantillon E3 qui est de  $15,55 \pm 0,42$ . Cette différence peut être due à l'état de fraîcheur de la viande séchée salée ou à la teneur en acides gras libres de chaque échantillon.

Les résultats du test ANOVA ont montré qu'il y a une différence significative entre l'indice d'acide des échantillons ( $P < 0,05$ ).

**d. Calcul de l'indice d'ester ( $I_E$ ) :** Les résultats de calcul de l'indice d'ester des échantillons sont illustrés par la figure 15.

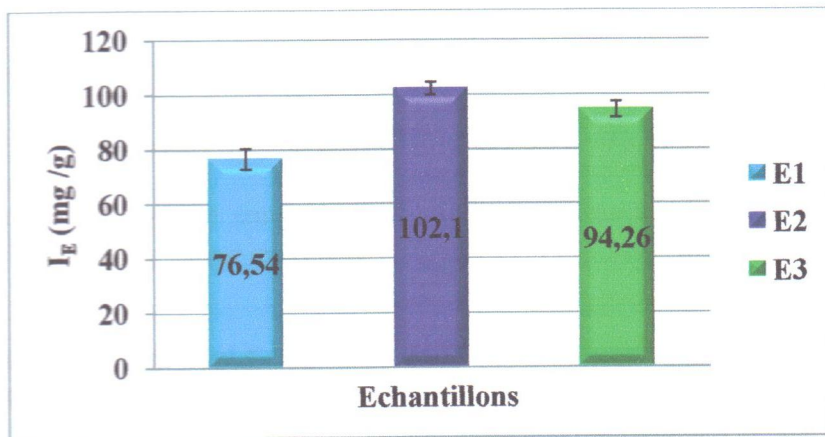


Figure 15: Indice d'ester ( $I_E$ ) d' *El kadid* bovine

Le calcul de l'indice d'ester à partir des résultats de l'indice de saponification et l'indice d'acide, a montré que les valeurs de cet indice varient entre  $76,54 \pm 3,8$  pour l'échantillon (E1) et  $102,1 \pm 2,34$  pour l'échantillon 2 (E2).

### III.1.9. Propriétés fonctionnelles

Les propriétés fonctionnelles ont été définies comme « les propriétés physiques et chimiques qui influencent le comportement des protéines en systèmes alimentaires pendant les processus de traitement, le stockage, la cuisson et la consommation » (Kinsella, 1976).

**a. Capacité émulsionnante (CE) :** L'émulsion est un système liquide comprenant deux phases non miscibles, une des deux phases étant finement dispersées dans l'autre, mais du fait de son instabilité thermodynamique, l'émulsion tend à se séparer (Benahmed, 2007).

Les résultats d'étude de la capacité émulsionnante des échantillons d'*El kadid* bovine sont illustrés par la figure 16.

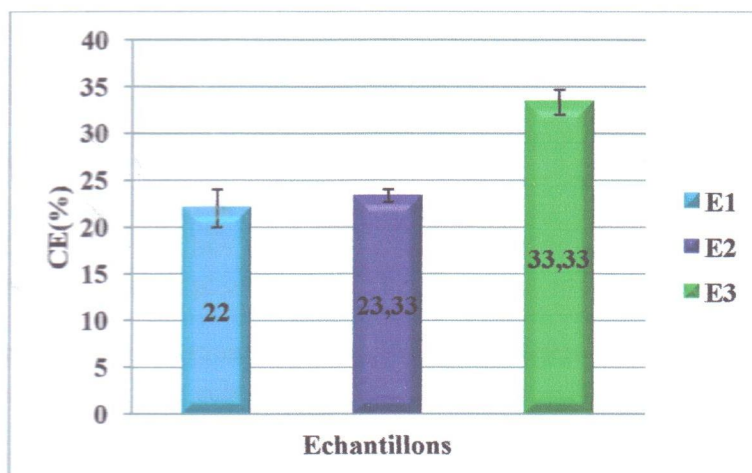


Figure 16. Capacité émulsionnante(CE) d'El kadid bovine.

D'après les résultats, la capacité émulsionnante des trois échantillons de la viande bovine séchée salée est comprise entre une valeur maximale de  $33,33 \pm 1,33$  % pour E3 et une valeur minimale de  $22 \pm 2$ % pour E1.

Ayanwale et al (2007) ont trouvé que la capacité émulsionnante de  $4,95 \pm 0,00$ % pour la viande fraîche et  $7,15 \pm 0,15$ % pour la viande bovine séchée au soleil. Des valeurs plus élevées de la capacité d'émulsion dans les échantillons séchés au soleil sont dues à sa teneur faible en graisse, sa teneur plus élevée en protéines et à la méthode de séchage. Ceci peut être dû également à une plus grande interaction entre les protéines et d'autres composants de l'échantillon.

Les résultats du test ANOVA ont montré qu'il n'y a aucune différence significative pour la valeur de la capacité émulsionnante des échantillons ( $P > 0,05$ ).

**b. Capacité moussante (CM) :** Les résultats obtenus de la mesure des propriétés moussante des échantillons d'El kadid bovine sont illustrés par la figure 17.

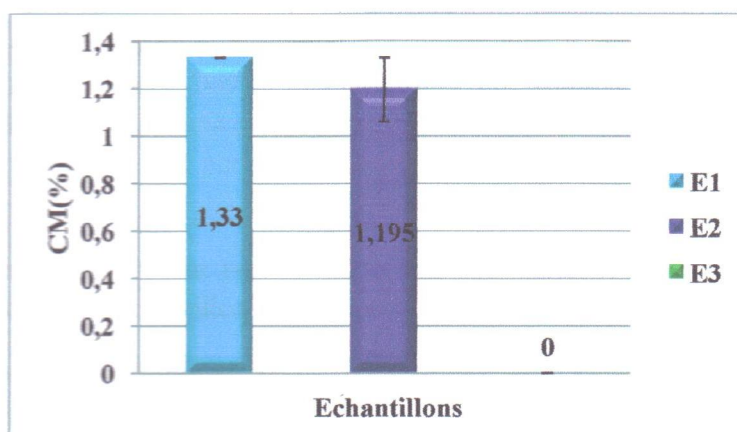


Figure 17: Capacité moussante (CM) d'El kadid bovine.

Les résultats obtenus après l'évaluation de la capacité moussante des trois échantillons montrent que les deux échantillons E<sub>1</sub> et E<sub>2</sub> sont dotés de cette propriété avec des valeurs respectives de  $1,33 \pm 0,135$  % et  $1,95 \pm 0,135$  %. Tandis que l'E<sub>3</sub> est dépourvue de celle-ci.

Ayanwale *et al.* (2007) ont obtenu des valeurs de la capacité moussante de l'ordre de  $7 \pm 1$  % et  $6,5 \pm 0,5$  % pour la viande bovine fraîche et séchée au soleil respectivement. Ces résultats sont d'autant plus élevés que les résultats de notre étude. La capacité moussante élevée de l'échantillon séché au soleil est due à sa teneur plus élevée en protéines et à sa faible teneur en graisse.

Les résultats du test ANOVA ont montré qu'il n'y a aucune différence significative pour la valeur de la capacité moussante des trois échantillons ( $P > 0,05$ ).

**c. Capacité d'absorption d'eau (CAE) :** Les résultats de la capacité d'absorption d'eau des trois échantillons étudiés sont illustrés par la figure 18.

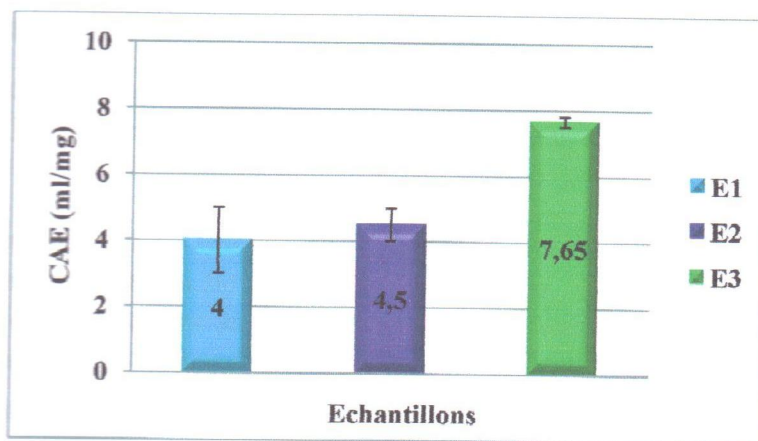


Figure 18: Capacité d'absorption d'eau (CAE) d'El kadid bovine.

Les valeurs de la capacité d'absorption d'eau obtenue se situent entre  $4 \pm 1$  ml/g pour E<sub>1</sub> et  $7,65 \pm 0,15$  ml/g pour E<sub>2</sub>.

Les études menées par Ayanwale *et al.* (2007) ont montré que la capacité d'absorption d'eau était de  $5,42 \pm 0,03$  ml/g pour la viande bovine fraîche et de  $4,08 \pm 0$  ml/g pour la viande bovine séchée au soleil. Les valeurs élevées de la capacité d'absorption d'eau pour les échantillons de viande fraîches sont attribuées aux diamètres des pores qui sont plus grands que ceux des échantillons séchés et séchés salés.

Les résultats du test ANOVA ont montré qu'il y a une différence significative de la capacité d'absorption d'eau des trois échantillons étudiées ( $P < 0,05$ ).

**d. Capacité d'absorption d'huile (CAH) :** Les résultats de la capacité d'absorption d'huile des échantillons étudiés sont illustrés par la figure 19.

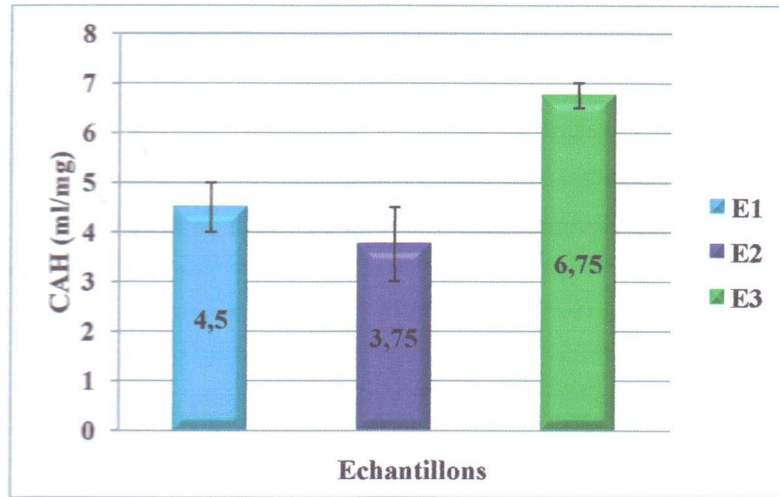


Figure 19 : Capacité d'absorption d'huile (CAH) d'*El kadid* bovine.

En ce qui concerne les résultats de la capacité d'absorption d'huile des trois échantillons, nous avons constaté que E<sub>3</sub> a la plus haute valeur avec une moyenne de  $6,75 \pm 0,25$  ml/g alors que E<sub>2</sub> a la plus faible valeur  $3,75 \pm 0,75$  ml/g.

Selon Ayanwale et al (2007), les résultats de la capacité d'absorption d'huile ont été de  $9.33 \pm 0.34$  ml/g pour la viande bovine fraîche et de  $13.64 \pm 0.17$  ml/g la viande bovine séchée. Le pouvoir absorbant d'huile des échantillons séchés augmente avec la diminution de la teneur en graisse des échantillons résultant de l'oxydation de lipide pendant le séchage au soleil.

L'analyse statistique a montré différence significative ( $P < 0,05$ ).

**e. Hygroscopicité :** Les résultats de l'hygroscopicité des trois échantillons étudiés sont représentés dans la figure 20.

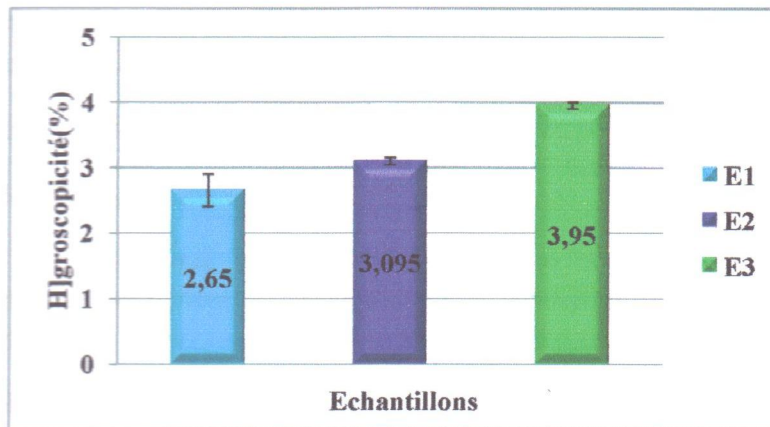


Figure 20: Hygroscopicité d'*El kadid* bovine.

Les trois échantillons présentent une hygroscopicité située entre  $2,65 \pm 0,25\%$  pour E<sub>1</sub> et  $3,95 \pm 0,05\%$  pour E<sub>3</sub>.

Les valeurs de l'hygroscopicité enregistrées par **Ayanwale et al (2007)** est de  $3,15 \pm 0,15$  % pour la viande bovine séchée et nulle pour la viande bovine fraîche. L'analyse statistique a montré différence significative ( $P < 0,05$ ).

### III.1.10. Matière grasse

Les résultats de la détermination de la teneur en matière grasse des échantillons d'*El kadid* bovine sont illustrés par la figure 21.

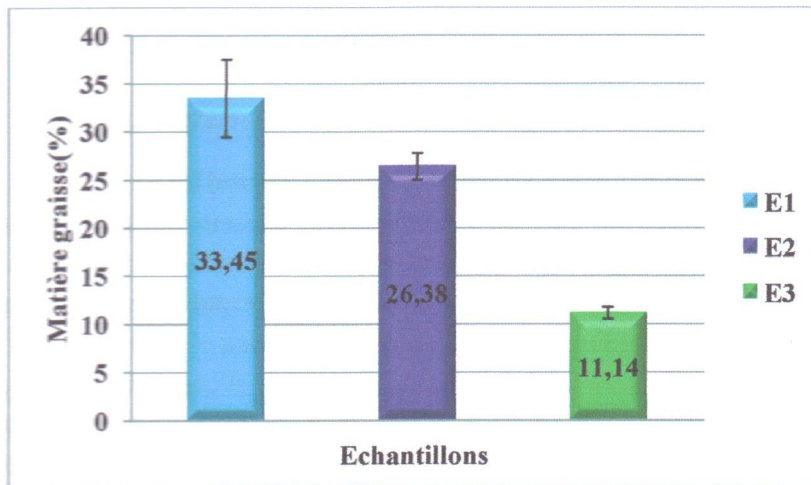


Figure 21: Teneur en matière grasse d'*El kadid* bovine.

Les résultats obtenus montrent que nos échantillons ont des teneurs en matière grasse assez variable; elles sont situées dans l'intervalle de  $11,14 \pm 0,69\%$  et  $33,45 \pm 4,04\%$ . On peut aussi remarquer que les valeurs des résultats issus des échantillons  $E_1$  et  $E_2$  sont très élevées comparativement à celle d' $E_3$ .

Les recherches de **Ayanwale et al (2007)** ont montré que la teneur en matière grasse de la viande bovine fraîche était de  $34,3 \pm 0,16$  % et celle de la viande séchée au soleil était de  $15,06 \pm 0,47\%$ .

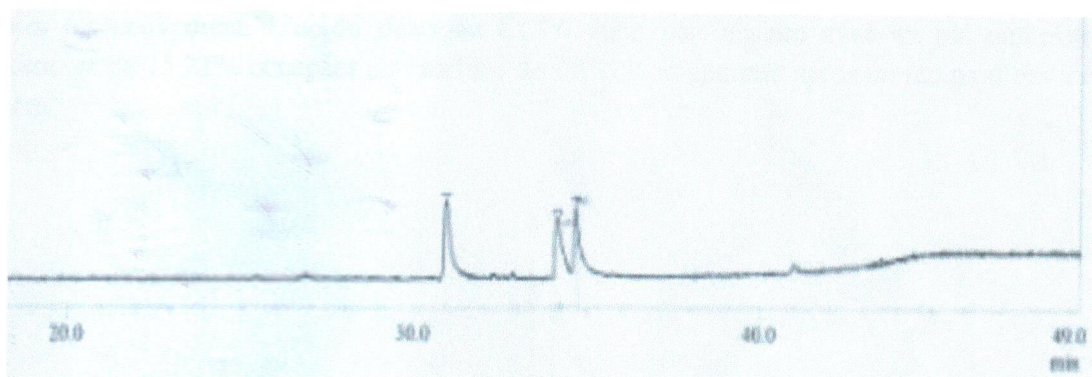
L'analyse statistique a montré différence significative ( $P < 0,05$ ).

### III.1.11. Analyse de la composition en acides gras par GC-MS

Les analyses de base telles que les déterminations de la composition en acides gras par chromatographie gazeuse permettent depuis trente ans de mettre en évidence la pureté des acides gras (**Karleskind, 1992**)

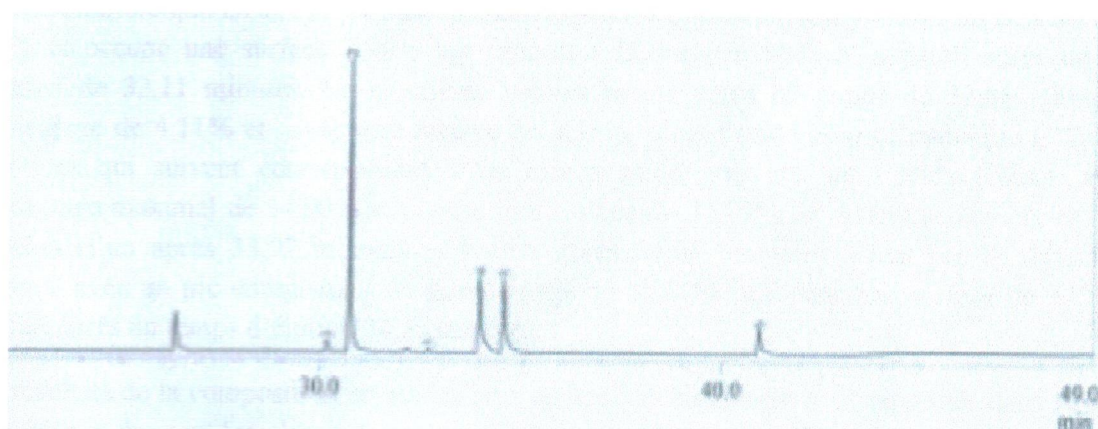
La chromatographie en phase gazeuse permet de recenser les types d'acides gras caractérisant l'échantillon et de les quantifiés après sa conversion en esters méthyliques.

Les résultats de séparation des acides gras par GC-MS des trois échantillons de la viande bovine séchée salée sont exprimés en pourcentage de la surface des chromatogrammes.



**Figure 22.** Chromatogramme des acides gras de l'échantillon 1 d'*El kadid* bovine.

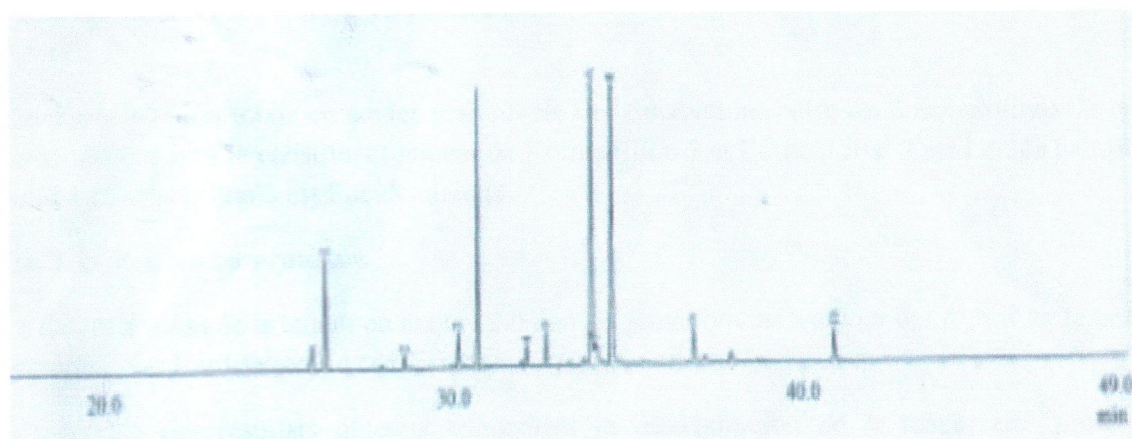
Pour l'échantillon E1 d'*El kadid* bovine, l'analyse chromatographique dure 49 minutes et fait révéler 4 pics caractérisant les acides gras: le premier pic représente un pourcentage plus important qui atteint 32.79%, et occupe de ce fait une surface de 36% de l'ensemble de la surface des pics révélés et apparaît après un temps d'élution de 30,93 minutes. Son analyse qualitative fait montrer qu'il s'agit d'un C16 :0 qui est l'acide palmitique, définit comme étant un acide gras saturé, le deuxième pic apparaît avec un pourcentage 26.13% et occupe une surface de 31.54%, il est détecté après 34.15 minutes d'élution. Par référence, cet acide gras correspond à l'acide oléique C18 :1 $\Delta^9$ , le pic suivant représente un pourcentage de 4.87% occupant une surface de 1.64% et apparaît après un temps d'élution de 34.46 minutes, il s'agit de l'acide nonanoïque C9 :0 (Acide pèlargonique). L'acide stéarique C18:0 vient par la suite avec un pic enregistrant un pourcentage de 30.37% occupant une surface de 27.87% et apparaît après un temps d'élution 34.68 minutes.



**Figure 23.** Chromatogramme des AG de l'échantillon 2 d'el kadid bovine.

Le chromatogramme de l'E2 d'*El kadid* bovine a montré un nombre de pic égal à cinq. Deux pics (le premier et le quatrième) caractérisent un même acide gras, c'est l'acide oléique C18:1  $\Delta^9$  avec un pourcentage de 18.23% occupant une surface de 23.19% mais après des temps d'élution différents (l'une après 30.16 minutes et l'autre après 33,95 minutes). Les deux pics qui suit correspondes aussi à un même acide gras qui est l'acide palmitique C16 :0 avec un pourcentage maximal de 61,43% avec une surface de 51.39% et après un temps d'élution de 30,70 et 32.68

minutes respectivement. L'acide stéarique C18:0 vient par la suite avec un pic enregistrant un pourcentage de 15.21% occupant une surface de 19.51% et apparaît après un temps d'éluion 34.54 minutes.



**Figure 24.** Chromatogramme des AG de l'échantillon 3 d *El kadid* bovine

Par ailleurs et d'après la figure 23, le chromatogramme a montré qu'il y a huit pics, le premier pique à le pourcentage le plus bas qui est de 1.73%, avec une superficie de 1.50%, apparaît après un temps d'éluion de 28.61 minutes, c'est l'acide pentadécanoïque C15:0. Les deux pics qui suit caractérisent un acide gras à même longueur de chaîne : l'un des deux pics représente un pourcentage de 4.03%, occupe de ce fait une surface de 3.46% de l'ensemble de la surface des pics révélés et apparaît après un temps d'éluion de 30.15 minutes et possède une double liaison; c'est l'acide palmitoléique C16 :1  $\Delta^9$ , l'autre pic correspond à l'acide palmitique avec un pourcentage de 2,42% et occupe une surface 2,40% par rapport à la surface totale et apparaît après un temps d'éluion de 32,11 minutes. Le quatrième pic est révélé après un temps de 32,66 minutes, un pourcentage de 4,11% et avec une surface de 3,35%, c'est l'acide Héptadécanoïque C17 :0. Les deux pics qui suivent correspondent à un même acide gras qui est l'acide oléique avec le pourcentage maximal de 34,90% et occupe une surface de 37,79% et diffère seulement en temps d'éluion (l'un après 33,97 minutes et l'autre après 34,05 minutes). Vient par la suite l'acide stéarique avec un pic enregistrant un pourcentage de 32,08% occupant une surface de 32,56% et apparaît après un temps d'éluion 34,56 minutes.

Les résultats de la composition en acides gras de nos 3 échantillons sont rapportés dans l'Annexe. Ces tableaux donnent les plages de variation et la valeur de chacun des acides gras des échantillons d *El kadid* bovine étudiées.

L'analyse chromatographique de l'échantillon 1 montre que les composants majeurs sont l'acide palmitique avec un pourcentage de 32,79%, vient l'acide stéarique avec le pourcentage 30,37% et enfin l'acide oléique par 26,13%.

En ce qui concerne l'échantillon 2, son analyse qualitative fait montrer que l'acide palmitique est aussi le composant majeur avec un pourcentage très élevé de 60,63%, alors que l'acide stéarique et l'acide oléique ont des teneurs très proches ; ils sont 15,21% et 15,81% respectivement.



Par contre l'analyse chromatographique de l'échantillon 3 montre que l'acide palmitique a une très faible teneur égale à 2,42%, tandis que l'acide oléique et l'acide stéarique ont des teneurs élevées de l'ordre de 32,08% et 34,08 % respectivement.

Cette composition totale en acides gras révèle des fluctuations entre les 3 échantillons de la viande salée séchée, dont le constituant majeur de l'échantillon 1 et l'échantillon 2 est l'acide palmitique, et celui de l'échantillon 3 est l'acide oléique.

### III. 1.12.Teneur en protéines

La détermination de la teneur en azote total dans *El kadid* bovine s a pour but d'évaluer le taux de protéines, par l'utilisation de coefficient 6,25(Benahmed, 2007).

L'ensemble des résultats obtenus concernant la détermination de la teneur en protéines des échantillons d *El kadid* bovine sont illustrés par la figure 25.

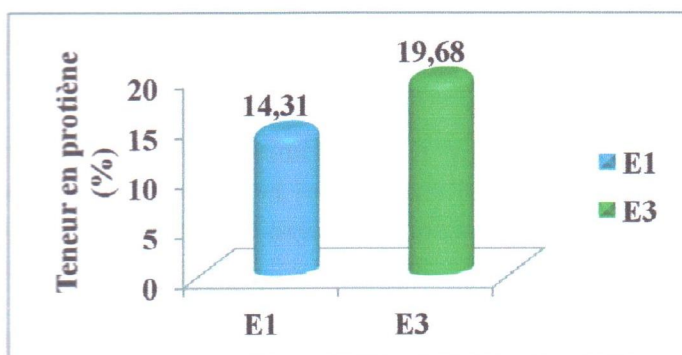


Figure 25. Teneur en protéine de la viande bovine salée séchée

Nos résultats montrent que les teneurs en protéine des trois échantillons oscillent entre 14,31% et 19,68%, où E<sub>3</sub> a la teneur la plus élevée et E<sub>1</sub> a la teneur la plus faible. Nos résultats sont assez faibles comparativement à ceux obtenus par Ayanwale *et al.* (2007) ayant rapportés que la teneur en protéine de la viande bovine fraîche était de 59.33±0.83% et celle de la viande bovine séchée étant de 82.34±0.95%.

### III.1.13.Dosage des éléments minéraux

Les résultats de la composition en éléments minéraux des échantillons de la viande bovine séchée salée sont récapitulés dans le tableau IV.

Tableau IV. Composition en éléments minéraux d' *El kadid* bovine.

Élément minéral	Echantillon 1	Echantillon 2	Echantillon 3
Cu	0,060±0,002	0,046±0,005	0,051±0,022
Fe	0,960±0,155	0,992±0,052	0,792±0,138

## Partie expérimentale

<b>Mn</b>	0,053±0,014	0,048±0,014	0,082±0,025
<b>Pb</b>	0,193±0,017	0,171±0,083	0,153±0,021
<b>Cr</b>	0,015±0,010	0,023±0,013	0,034±0,008
<b>Cd</b>	0,018±0,001	0,019±0,002	0,023±0,006
<b>Zn</b>	2,834±1,006	3,107±0,488	2,212±0,028

Les résultats de la présente étude ont montré des teneurs en éléments minéraux relativement différentes. D'après le tableau, nous avons constaté que l'E1 a la plus haute teneur en cuivre avec une concentration de  $0,060 \pm 0,002 \mu\text{g/g}$  suivi par E3 avec une valeur de  $0,051 \pm 0,022 \mu\text{g/g}$  et en fin E2 avec la teneur la plus faible ( $0,046 \pm 0,005 \mu\text{g/g}$ ).

Le cuivre participe à de nombreuses fonctions : antioxydant, synthèse de collagène, de l'élastine, de la myéline et joue un rôle dans l'immunité cellulaire (Jaccot et Campillo, 2003).

Les teneurs en fer dans les trois échantillons de la viande bovine salée séchées varient entre  $0,792 \pm 0,138$  et  $0,992 \pm 0,052 \mu\text{g/g}$ . Par comparaison de nos résultats avec ceux de Fredot (2005) qui a montré que la teneur en fer de la viande fraîche est de  $25 \mu\text{g/g}$ , nous constatons que la teneur en fer de nos échantillons est très faible.

Le fer a des fonctions biologiques essentielles à la vie : il entre dans la constitution de l'hémoglobine, la myoglobine du muscle et les enzymes essentielles au métabolisme cellulaire. Il joue un rôle majeur dans les échanges d'oxygène et de gaz carbonique avec le milieu extérieur (Tortora et al., 1987 ; Dupin et al., 1992).

Les valeurs de la teneur en Zn des échantillons sont comprises entre un minimum de  $2,212 \pm 0,0028$  et un maximum de  $3,107 \pm 0,488 \mu\text{g/g}$ . Nos résultats semblent toutefois être plus faible que ceux de Fredot (2005), d'après lequel la viande fraîche contient  $25 \mu\text{g/g}$  de Zn.

Le zinc est un composant de plus de 50 enzymes, il participe à la synthèse protéique, à l'immunité cellulaire et humorale, à la transcription génique et à la structure des hormones (Albert, 1998 ; Jaccot et Campillo, 2003).

Les trois échantillons de la viande bovine salée séchée présentent de très faibles teneurs en Mn, Cr et Cd (éléments sous forme de traces). Par ailleurs la teneur en plomb est élevée dans les trois échantillons.

Le manganèse joue le rôle d'antioxydant, c'est aussi un activateur enzymatique pour les hydrolases, les carboxylases, kinases et les transférases. De plus il agirait comme constituant de plusieurs systèmes enzymatiques du cycle tricarboxylique et du métabolisme de l'azote. Il inactive l'arginase et le phosphate alcalin. Il est stocké dans le foie et le rein. Les apports journaliers recommandés sont de l'ordre de 2 à 5 mg (Jaccot et Campillo, 2003).

La contamination de la viande et des produits à base de viande par les métaux lourds peut se produire aussi bien pendant la période d'élevage de l'animal; d'origine alimentaire par le Pb et Cd, qu'au cours du processus de préparation (Clinquart, 1999).

### III.2. Analyses microbiologiques

Les résultats du contrôle microbiologique des trois échantillons de viande bovine séchée salée sont groupés dans le tableau suivant :

**Tableau V:** Résultats de l'analyse microbiologique d'*el kadid* Bovine.

Germes recherchés	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>
FTAM (UFC/g)	>300	>300	>300
CT (UFC/g)	00	00	00
CTT (UFC/g)	00	00	00
<i>Staphylococcus aureus</i> (UFC/g)	00	00	00
Les Anaérobies sulfiteoréducteurs (ASR)	Abs	Abs	Abs
Flore lactique (UFC/g)	>300	>300	>300
Abs: absence ;			

#### III.2.1. Dénombrement de la flore totale aérobie mésophile (FTAM)

Le dénombrement de la flore totale aérobie mésophile (FTAM), consiste à dénombrer tous les microorganismes présent dans le produit, afin d'apprécier sa qualité marchande (Joffin et Joffin, 1999). Les résultats obtenus lors du dénombrement de la FTAM ont montrés que les trois échantillons de la viande séchée salée analysés ont une charge microbienne très importante (toutes les boites sont indénombrables)

Ce nombre de germes totaux peut représenter l'état de fraîcheur ou d'altération du produit. Sur le produit manipulé ou soumis à divers traitement technologiques, le dénombrement des germes totaux permettra d'évaluer la qualité hygiénique des opérations de production, transport, entreposage... etc (Cuq, 2007)

#### III.2.2. Dénombrement des coliformes totaux (CT) et les coliformes thermotolérants (CTT)

D'après les résultats obtenus lors du dénombrement des coliformes totaux et thermotolérants sur le milieu VRBL nous avons constaté que tous les échantillons étudiés sont exemptes de ces germes où

leur présence représente une contamination microbienne d'origine fécale humaine ou animale (Bourgeois, 1991; Fredot, 2006).

Donc, l'absence des coliformes totaux et des coliformes thermotolérants dans les échantillons analysés de la viande séchée salée est un bon indice des bonnes conditions de manipulation, de préparation, de traitement des aliments et de l'état initial de la viande.

### III.2.3. Recherche et dénombrement des Staphylocoques

Ce sont en générale des bactéries saprophytes qu'en rencontre sur la peau de l'Homme ou des animaux. *Staphylococcus aureus* est le plus potentiellement pathogène. C'est pourquoi la recherche de ce genre dans les aliments a été pratiquée depuis longtemps. Ce genre est considéré comme un témoin de la qualité hygiénique (Bourgeois et Larpent, 1996 ; Surta et al., 1998).

La recherche et le dénombrement de *Staphylococcus aureus* a révélé l'absence totale de ce germe dans tous les échantillons analysés d'*El Kadid* bovin et cela peut être dû à l'action de sel ou des substances sécrétées par les bactéries lactiques qui causent leur destruction.

### III.2.4. Recherche des anaérobies sulfitoréducteurs (ASR)

La présence des bactéries anaérobies sulfitoréducteurs (ASR) ou de ses spores dans les produits alimentaires est un indice d'une contamination fécale ancienne, qui est à l'origine des infections alimentaires (Joffin et Joffin, 1999).

### III.2.5. Isolement, purification et identification des bactéries lactiques

Les bactéries lactiques constituent un groupe hétérogène, qui n'est pas clairement défini du point de vue taxonomique. Elles rassemblent en effet un certain nombre de genres qui se caractérisent par la production, liée à un métabolisme exclusivement fermentaire, de quantités importantes d'acide lactique à partir des sucres. La fermentation est dite : homolactique si l'acide lactique est pratiquement le seul produit et hétérolactique si d'autres composés sont aussi présents (acide acétique, éthanol, CO<sub>2</sub> ... etc.) (Leveau et Bouix, 1993 ; Pilet et al., 2005).

Les résultats de l'isolement et la purification des bactéries lactiques à partir des trois échantillons de viande bovine séchée salée *El Kadid* sur gélose MRS nous a permis de mettre en place une collection de 17 souches bactériennes. Les résultats des différents tests sont groupés dans le tableau suivant :

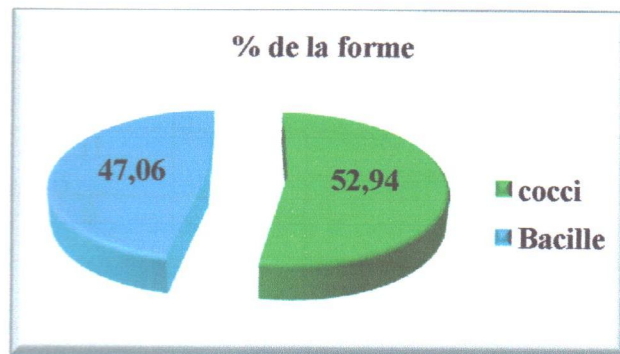
Tableau VI: Résultats de l'étude des bactéries lactiques

Code	Coloration de Gram	Forme	Mode de regroupement	Test de catalase
VB 01	+	Bacille	Isolées, regroupées	-
VB 02	+	Cocci	Mono, diplocoques, en amas et en grappe de raisin	-
VB 03	+	Cocci	Mono, diplocoques, en amas, en grappe de	-

			raisin et en chaînette	
VB 04	+	Bacille	Isolées, regroupées	-
VB 05	+	Bacille		-
VB 06	+	Cocci	Mono, diplocoques, en amas et en chaînette	-
VB 07	+	Bacille	Isolées, regroupées	-
VB 08	+	Bacille	Isolées, regroupées	-
VB 09	+	Cocci	Mono, diplocoques, en amas, en grappe de raisin et en chaînette	-
VB 10	+	Cocci	Mono, diplocoques, en amas, en grappe de raisin et en chaînette	-
VB 11	+	Bacille	Isolées, regroupées	-
VB 12	+	Bacille	Isolées, regroupées	-
VB 13	+	Bacille	Isolées, regroupées	-
VB 14	+	Cocci	Mono, diplocoques, en amas, en grappe de raisin et en chaînette	-
VB 15	+	Cocci	Mono, diplocoques, en grappe de raisin.	-
VB 16	+	Cocci	Mono, diplocoques, en amas, en grappe de raisin et en chaînette	-
VB 17	+	Cocci	Mono, diplocoques, en amas et en chaînette	-
+ : test positif ; - : test négatif				

Les colonies isolées sur milieu MRS sont des colonies bien isolées, de petites tailles, de couleur blanchâtre brillante, à contours réguliers et d'une forme circulaire. Après purification des bactéries sur bouillant MRS, les souches présentent un trouble homogène qui caractérise le groupe des bactéries lactiques. Sur gélose MRS, nous avons obtenus sur chaque boîte des colonies de même taille, même couleur, même forme et d'un diamètre très minime.

Après coloration de Gram et observation microscopique, nous avons noté que toutes les souches isolées à partir des échantillons de viande séchée salée bovine *El Kadid* sont à Gram<sup>+</sup>. Leur aspect révèle que le pourcentage de la forme Cocci (52,94%) est proche de celui de la forme bacille (47,06 %). Ces formes sont disposées selon différente mode de regroupement. Ces résultats sont illustrés par la figure 26.



**Figure 26.** Répartition des formes de souches lactiques isolées en (%).

La catalase est mise en évidence en émulsionnant la culture bactérienne à tester dans une solution fraîche d'eau oxygénée. Un dégagement gazeux abondant sous forme de mousse traduit la décomposition de l'eau oxygénée sous l'action de l'enzyme à tester (la catalase). Le test de catalase était négatif pour toutes les souches lactiques isolées.

### III.2.6. Activité antibactérienne

L'activité antimicrobienne est due à la capacité des bactéries lactiques à produire l'acide lactique et des bactériocines. L'activité antimicrobienne de la bactérie sélectionnée contre certains bactéries a été évaluée de trois façons dans le but de déterminer la nature de l'élément de l'inhibition ; la culture brute, surnageant natif et surnageant neutralisé. En travaillant dans des conditions expérimentales en éliminant l'influence de l'acide lactique, l'activité antimicrobienne est probablement due à l'action de la bactériocine ou à l'effet de l'eau oxygénée, pour les différentes souches de bactéries lactiques étudiées, cette activité a révélé un spectre d'inhibition étroit, dirigé notamment vis-à-vis des germes cibles. Les résultats de ce test sont illustrés dans le tableau VII.

**Tableau VII.** Activité antibactérienne des souches lactiques.

Codes	<i>Pseudomonas</i>	<i>Salmonella</i>	<i>S.aureus</i>	<i>Klebsiella oxytoca</i>	<i>Listeria monocytogenes</i>	<i>B.subtilis</i>	<i>E.coli</i>
VB1	0	0	12	0	10	10	0
VB2	0	0	0	0	0	9	0
VB3	0	0	0	0	10	12	0
VB4	11	8	0	11	0	10	0
VB5	13	0	0	0	10	9	11
VB6	0	0	9	11	10	0	11
VB7	0	0	11	11	9	0	0
VB8	0	0	9	10	10	0	12
VB9	0	11	10	0	11	0	12
VB10	11	0	0	12	11	0	0
VB11	0	0	0	10	0	0	0

### Partie expérimentale

VB12	11	0	0	10	12	0	0
VB13	8	0	0	9	0	0	0
VB14	10	0	0	10	8	0	0
VB15	10	0	0	0	7	0	0
VB16	11	0	0	12	11	0	0
VB17	10	0	0	0	0	0	0

Les diamètres de zones d'inhibition sont donnés en **mm**.

Les résultats obtenus dans cette étude ont montré la présence d'une activité antibactérienne de tous les isolats lactiques vis-à-vis des bactéries pathogènes avec des spectres d'inhibition différents. Dont la souche VB5 a le spectre d'inhibition maximal qui atteint 13 mm contre *Pseudomonas*, puis viennent les souches ayant un diamètre d'inhibition de 12 mm; VB1 contre *Staphylococcus aureus*, VB3 contre *Bacillus subtilis*, VB8 et VB9 contre *E.coli*, VB10 et VB16 contre *Kleibseilla* et VB12 contre *Listeria*. Alors que la souche VB16 a le spectre d'inhibition minimale qui est de 7 mm contre *Listeria*.

En ce qui concerne l'effet de surnageant natif et neutralisé, seule les souches VB05 et VB10 ont une activité inhibitrice vis-à-vis de *Listeria*.

Tout cela nous laisse supposer que l'inhibiteur majeur est principalement lié aux acides organiques produits par nos souches lactiques. L'apparition de l'activité antagonistique, après élimination de l'effet de l'acide lactique, confirme l'existence d'autres substances antibactériennes telles que le peroxyde d'hydrogène, diacétyl et les bactériocines (Bourgeois et Larpent, 1996).

### CONCLUSION

Au terme de cette étude réalisée sur l'analyse physicochimique et microbiologique de la viande bovine salée séchée « *El kadid* » de trois échantillons préparés traditionnellement par deux méthodes différentes ; deux avec l'huile d'olive et l'autre avec le lben, il ressort ce qui suit :

Le pH des échantillons d'*el kadid* bovine varis entre 5,37 et 8,19, donc il y a une différence remarquable entre eux. Ainsi que pour l'acidité titrable qui est comprise entre 0,40 et 0,85%.

Le taux d'humidité est très faible et varie de 0,33 à 0,49 %, la teneur en matière sèche est très élevée comprise entre 99,46 et 99,71%, la teneur moyenne en protéines est située entre 14,31 et 19,68%, les teneurs moyennes en lipides varient entre 11,14 et 33,45%. L'analyse chromatographique révèle que la composition en acides gras des trois échantillons est différente du point de vue qualitatif avec une prédominance de l'acide palmitique et oléique.

La teneur en cendres oscille entre 1,91 et 4,79%. Par ailleurs, ces échantillons renferment les oligoéléments en faibles teneurs avec la dominance de Zn (3,107µg/g).

L'étude des propriétés fonctionnelles a montré que cette viande est dotée de différentes capacités (émulsionnante, moussante, d'absorption d'eau et d'huile et l'hygroscopicité).

La qualité sanitaire des produits est jugée bonne dans l'ensemble. Les analyses microbiologiques effectuées ont permis de constater une absence totale des coliformes totaux et thermotolérants, des anaérobies sulfite réducteurs et des *Staphylococcus aureus*. Par contre la charge de la flore aérobie mésophile totale est élevée pour les trois échantillons. Ainsi que cette analyse révèle la présence de la flore lactique.

Cette étude a permis de mettre en place, après l'isolement et la purification, une collection de 17 souches de bactéries lactiques. Dont 9 à partir des deux échantillons préparés par l'huile d'olive et 8 de celui préparé par le lben. Tous ces isolats ont montré une activité antibactérienne contre certaines souches pathogènes, alors que l'étude de l'effet du surnageant n'a pas permis de donner des résultats valides.

Les résultats de notre étude permettent d'ouvrir de nouvelles perspectives. Donc pour compléter ce travail sur la flore lactique de la viande salée séchée bovine « *El kadid* », nous proposons :

- De refaire l'étude de l'effet de surnageant ;
- Une identification des souches lactiques isolées conservées et une étude détaillée sur leurs aptitudes technologiques et leur aptitude à la bioconservation.



## Références bibliographiques

### A

**Aboukheir S., et Kilbertus G. (1974).** Fréquence des levures dans les denrées alimentaires à base de viande. *Ann. Nutr. Aliment.* **28** : 539 – 547.

**Adrian J. (1988).** Introduction à l'analyse nutritionnelle des denrées alimentaires. Edition, *Tec et Doc, Lavoisier, France.*

**Albert L. (1998).** La santé par les fruits. Edition, *VEECHI.*

**AOAC.(1995).** Association of Official Agricultural Chemists. Official Methods of Analysis, 15th Edn, Washington D.C, U.S.A.Companies Inc., 679-680.

**AOAC.(2000).** Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis, 17th Edn., Washington, D.C.705-715.

**Application Bulletin N°130/2f.** titrages du chlorure à indication potentiométrique.d'intérêt pour :laboratoires d'analyses générales A ,1,2,4,7,10,11,12,13. p : 5.

**Ayanwale B.A., Ocheme O.B., Oloyede O.O. (2007).** The Effect of Sun-Drying and Oven-Drying on the Nutritive Value of Meat Pieces in Hot Humid Environment. *Pakistan. J. Nutr.* **6**: 370-374.

### B

**Bareffout S., Fetklaenhammer T.R. (1983).** Detection and activity of lacticien B, bacteriocin produced by *lactobacillus acidophilus*. *App. Env. Microbial.* **45**:1808-1815.

**Belaide B. (1986).** Notion de zootechnie générale. Office des publications universitaires. Ben Aknoun (Alger).

**Benahmed D.J.A. (2007).** Etude et optimisation d'un processus de fabrication traditionnelle du vinaigre à partir de deux variétés de dattes communes cultivées dans le sud Algérien. Mémoire de Magister, Université de Boumèrdes. p : 76.

**Berri C., Duclos M. (2008).** Sciences du muscle et technologies des viandes. INRA – Unité de Recherches Avicoles.

**Berzelius J. J. (1831).** trad. Me Esslinger, *Traité de chimie*, Firmin Didot frères, Paris

**Beuchat L.R. (1977).** Functional and electrophoretic characteristics of succinylated peanut flour protein. *J. Agric.Food Chem.* **25**: 258-261.

**Bhatty R.S. (1988).** Physico-Chemical and Functional properties of hull-less barley fractions. *J. General. Chem.* **63**: 31-35.

**Bouras S., Moussaoui S. (1995).** Contribution à la caractérisation physicochimique et biochimique de la viande de dromadaire (population sahraoui). Thèse Ing .Agro INFS/AS Ouargla. p : 40.

**Bourgeois C.M., Larpent P. (1996).** Microbiologie alimentaire. Edition, *Tec et Doc, Dunod, Paris.*

**Bourgeois C.M., Leveau. (1991).** Techniques d'analyses et de contrôle dans les industries agro-alimentaires : les contrôles microbiologiques. Edition, *Tec et Doc, Lavoisier*, France.

**Branger A., Madeleine R .M., Roustel S. (2007).**Alimentation et processus technologique. Edition ,Educagri.

## C

**Capita R., Llorente-Marigómez S., Prieto M., Alonso-Calleja C.(2006).**Microbiological profiles, pH, and titratable acidity of chorizo and salchichón (two Spanish dry fermented sausages) manufactured with ostrich, deer, or pork meat.*J. Food. Prot.* **69**:1183-9.

**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 1-58.

**Clinquart A., Fabry J., Casteels M. (1999).** La viande et les produits de viande dans notre alimentation. Edition, *CNRS*.

**Clinquart J., Fabry M., Casteels (eds). (1999).**La viande. Université de Liège Belgique. Belgian Association for Meat Science and Technology. pp: 106-108.

**Clinquart A., Leroy B., Dottreppe O., Hornick J.L., Dufrasen., Istasse L. (2000)** . Les facteurs de production qui influencent la qualité de la viande des bovins BBB – L'élevage du Blanc Bleu belge.

**Coibion L. (2008).** Acquisition des qualités organoleptiques de la viande bovine. Adaptation à la demande du consommateur. P: 7-25.

**Couvez Pascal., Delbós Eric. (2010).** Transformation carnée à la ferme. Edition, Educagri.

**Craplet C. (1966).** La viande de bovins .Edition, *Vignot frère*, Paris.

**Cuq J.L. (2007).** Microbiologie Alimentaire : Les relations microorganismes / aliments / consommateurs, Département Sciences et Technologies des Industries Alimentaires 4ème année. Université Montpellier II Sciences et Techniques du Languedoc. pp : 2 - 17.

## D

**Dellaglio F., de Roissard H., Torriani S., Curk M.C., Janssens D. (1994).** Caractéristiques générales des bactéries lactiques. In : Bactéries lactiques (De Roissard H. et Luquet F.M.). Loriga, Uriage. **1** : 25-116.

**Diarra M. M.(2007).** Cours de « Technologie des produits d'origine animale », pour les étudiants de la première année IZ de l'IPR/IFRA annexe de Bamako.

**Dortu C. (2008).** Isolement d'une bactérie lactique produisant de la sakacin G et utilisation sur des matrices alimentaires. Thèse de Doctorat, Faculté Universitaire des sciences Agronomiques, Gembloux. p: 45.

**Dumont R.L., Valin.C. (1982).**Bases biochimiques de l'hétérogénéité du tissu musculaire et des viandes. Edition, *INRA*, Paris.

**Dupin H.J.L., Malewiak M., Leynaud-Rouaud C., Berthier A.M.(1992).**Alimentation et Nutrition Humaines, Edition, ESF.

**Durand P. (1999).** Technologie des produits de charcuterie et de salaisons. Edition, *Tec et Doc*, Paris.

#### E

**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. pp: 3-4.

#### F

**Foret S. (2011).** Etude d'un nouveau procédé de fractionnement des coproduits de fabrication de jambon sec et des propriétés physico-chimiques et fonctionnelles des extraits et raffinats. Thèse de Doctorat, Université Toulouse. P : 211.

**Fosse. J.A.S. (2003).** Les dangers pour l'homme liés à la consommation des viandes. Evaluation de l'utilisation des moyens de maîtrise en abattoir. Thèse de l'Ecole nationale vétérinaire de NANTES.

**Fournaud J. (1982).** Type de germes rencontrés aux différents stades de la filière: Hygiène et technologie de la viande fraîche, Edition, C.N.R.S, Paris.

**Fredot E. (2005).** Connaissance des aliments. Edition *Tec et Doc, Lavoisier*, Paris.

#### G

**Galadima h. A. (1988).**Techniques traditionnelles de conservation des viandes dans les départements de Maradi et Tahoua, Mémoire de fin d'études, ECE de Kollo. p: 29 .

**Garba H., Kakalo S. (1996).**Contribution à l'étude des procédés traditionnels de fabrication du kilichi au Niger, Mémoire de fin d'études, Université Abdou moumouni de Niamey.

**Geay Y., Bauchart D., Hocquette J.F., Culioli j. (2002).**Valeur diététique et qualités sensorielles des viandes de ruminants. Incidence de l'alimentation des animaux. *INRA Prod. Anim.* pp : 37-52.

**Girardin J. P.L. (1861).**Leçons de chimie élémentaire appliquée aux arts industriels. II –Chimie organique. Edition, Victor Masson et fils, Paris.

**Guiraud J.P.(1998).**Microbiologie alimentaire. Edition, *Dunod*, Paris.

#### H

**Hadlock., Schipper. (1974).** Hygiène et technologique de la viande fraîche. Edition, *CNRS*.

**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, Université Mentouri de Constantine. 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.pp:5-8.

**Hogg T.(2005)** .Essential microbiology. Edition, *John Wiley & Sons, Ltd.*

## I

**Idoui T.(2008)**.bactéries lactiques indigènes : isolement, identification et propriétés technologiques. Thèse de Doctorat, Université d'Oran. p: 179.

**Idoui T., Boudjerda J., Leghouchi E. Karam N.E. (2009)**. Lactic acid bacteria from “Sheep’s Dhan”, a traditional butter from sheep’s milk: Isolation, identification and major technological traits. *Gr. Y. Aceites*. **60**: 177-183.

**Idoui T., Karam N.E.(2008)**. Lactic acid bacteria from Jijel’s butter: isolation, identification and major technological traits. *Gr. Y. Aceites*. **59**: 361-367.

## J

**Jaccot B., Campillo B.(2003)**. Nutrition humaine. Edition, *MASSON*, Paris.

**Joffin C., Joffin J.N. (1999)**. Microbiologie alimentaire. Edition, *CRDPA*.

## K

**Kacem M., Karam N.E. (2006)**. Physicochemical and microbiological study of “shmen”, a traditional butter made from camel milk in the Sahara (Algeria): isolation and identification of lactic acid bacteria and yeasts. *Gr. Y. Aceites*. **57** : 198-204.

**Kalilou S.(1997)**.Transformation traditionnelle de la viande en kilichi au Niger, optimisation des procédés, Thèse de Doctorat, Montpellier, France. p : 137.

**Karleskind A., Wolff JP., Guithsman JF. (1992)**. Manuel des corps gras. Edition, *Tec et Doc, Lavoisier*, Paris.

**Kinsella J.E. (1976)**. Functional properties of food proteins: arview. *F. Sci and Nut*. **7**:219-280.

**Kirat S.(2007)**. Les conditions d’émergence d’un système d’élevage spécialisé en engraissement et ses conséquences sur la redynamisation de l’exploitation agricole et la filière des viandes rouges bovines –cas de la wilaya de Jijel en Algérie. Thèse de Master, Science du CIHEAM.**87**.

**Korsak N., Clinquart A., Daube G. (2004)**.Salmonella spp dans les denrées alimentaires d'origines animale : un réel problème de santé Publique. *Belg. Ann. Méd. Vét.*, **148** : 174-193.

## L

**Lamoise P., Roussel-Ciquard N., Rosset R. (1984)**. Evolution des qualités organoleptiques. des viandes, informations Techniques des Services Vétérinaires. pp : 30-75.

**Larpent J.P.(1997)**. Microbiologie alimentaire. Edition, *Tec et doc, Lavoisier*, Paris.

**Leveau J.Y., Bouix M. (1993)**. Microbiologie industrielle : les microorganismes d’intérêt industriel. Edition, *Tec et Doc, Lavoisier*, Paris.

**Pilet M.F., Magras C., Federigh M. (2005).** Bactéries lactiques. In : bactériologie alimentaire (Federighi M.). Edition, *Economica*, Paris.

**Prescot L.M., Harley J.P., Klein D.A. (2008).** Microbiology. Edition, *McGraw- Hill Companies Inc.*

## R

**Rosset M R., Linger P. (1978).** La couleur de la viande .Actualités scientifiques et techniques en industries agro-alimentaires. Edition, *APRIA* Paris.

## S

**Sablioniere B. (2001).** Technologie alimentaire. Edition, *Ellipses Marketing SA.*

**Sakho. B. (1992).** Communication de la Guinée, in : Atelier sur les technologies simples et peu coûteuses de conservation de la viande du 12 au 17 octobre à Dakar, Sénégal. p :3 .

**Scott W.J. (1953).** Water relations of *Staphylococcus aureus* at 30 degrees C. *Austr. J. Bio. Sci.* 6: 549-564.

**Sissoko B.(2009)** . Cours de « Technologie des produits d'origine animale » pour les étudiants de la deuxième année, production de viande de l'IPR/IFRA annexe de Bamako. p :35.

## T

**Troy D.J. (1999).** Biochemical and physical indicators of beef quality. The national food center.research report. p:36.

**Tadesse G., Ephrain E., Ashenafi M. (2004).** Assesment of the antimicrobial activity of lactic-acid bacteria isolated from Borde and shamita, traditional Ethiopian fermented beverages, on some food borne pathogens and effect of growth medium on inhibitory activity. *Int.J.F. Saf.*5:13-20.

## U

**UNESCO (1986).** La Recherche Scientifique et l'Agriculture de Demain', Impact: Sciences et Société, UNESCO, Paris, N°142, Vol. 36, N°2.

## V

**Valin C., Touraill E.C., Ouali A., Lacourt A. (1975).** Etude de la qualité des viandes bovines, etude de la maturation des viandes de taurillon.*Anim.Techno. Agric.* 24.

## Y

**Yasamatsu K., Sawada K., Moritaka S., Misaki M., Toda J., Wada T. (1972).** Whipping and emulsifying properties of the soy products. *Agric. Biol. Chem.*36: 719-728.

## Z

**Zeghilet N. (2009).** Optimisation des paramètres de détection et de quantification des résidus d'antibiotiques dans la viande blanche par chromatographie liquide haute performance (HPLC). Magister en médecine vétérinaire, Université Mentouri, Constantine. p : 17, 20.

## Normes

**ISO 4832/2006** Microbiologie des aliments : Méthode horizontale pour le dénombrement des coliformes – Méthode par comptage des colonies.

**ISO 4833/2003 Microbiologie des aliments** : Méthode horizontale pour le dénombrement des micro-organismes – Technique par comptage des colonies à 30°C.

**ISO 6887-1/1999** Microbiologie des aliments : Préparation des échantillons, de la suspension mère et des dilutions décimales en vue de l'examen microbiologique – Partie 1 : Règles générales pour la préparation de la suspension mère et des dilutions décimales.

**ISO 6888-1/1999+ Amd1 2003.** Microbiologie des aliments : Méthode horizontale pour le dénombrement des staphylocoques à coagulase positive (*Staphylococcus aureus* et autres espèces) – Partie 1 : Technique utilisant le milieu gélosé de Baird-Parker.

**ISO 15213/2003** Microbiologie des aliments – Méthode horizontale pour le dénombrement des bactéries sulfitoréductrices se développant en conditions anaérobies.

**ISO 15214/1998** Microbiologie des aliments – Méthode horizontale pour le dénombrement des bactéries lactiques mésophiles – Technique par comptage des colonies à 30°C.

## Arrêtés

**Arrêté du 5 mai 1986** - relatif à la méthode d'analyse des magrets de canard. Détermination de la composition centésimale en acides gras.

## Sites internet

**FAO Statistiques.(2007).**[en ligne], (consulté le 15.11.2007), disponible sur Internet <http://faostat.fao.org/site/573/DesktopDefault.aspx?PageID=573>.

**FAO Statistique. (2012).** Le marché des viandes et des produits carnés, (Novembre), disponible sur Internet <http://www.fao.org/economic/ess/syb/en/>

**Ferrah A., Cabinet greedal.com, 2004/2005.** Aide publique et développement de l'élevage en Algérie, [en ligne], 2007, (consulté le 02.03.2008), disponible sur internet (<http://www.gredaal.com/ddurable/agricolevage/obselevages/publications/autres/Elevage-Algerie-2005.pdf>).

## Journaux

**Anonyme. (1817).** *Esprit des journaux, nationaux et étrangers. Journal encyclopédique par une société de littérateurs et de savans*, T. II, de Weissenbruch, Bruxelles, p : 300.

**Anonyme. (1866).** *Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844*, T. LIV, Imprimerie impériale, Paris, 1866, p : 451.

- Sulfate de manganèse.....0,05g
- Agar bactériologique .....15g
- pH du milieu prêt à l'emploi à 25°C.....6,2 ± 0,1

**Bouillon MRS**

- Polypeptone .....10 g
- Extrait de viande.....10 g
- Extrait de levure.....5 g
- Glucose .....20 g
- Tween 80.....1ml
- Phosphate dipotassique .....2 g
- Acétate de sodium.....5 g
- Citrate d'ammonium.....2g
- Sulfate de magnésium .....0,20g
- Sulfate de manganèse.....0,05g
- pH du milieu prêt à l'emploi à 25°C.....6,2 ± 0,1

**Bouillon MRS additionnée au lait écimé**

- Polypeptone .....10g
- Extrait de viande.....10g
- Extrait de levure.....5g
- Glucose .....20 g
- Tween 80.....1ml
- Phosphate dipotassique .....2 g
- Acétate de sodium.....5 g
- Citrate d'ammonium.....2 g
- Sulfate de magnésium .....0,20 g
- Sulfate de manganèse.....0,05 g
- Lait écimé stérile.....1 g
- pH du milieu prêt à l'emploi à 25°C.....6,2 ± 0,1

**La gélose Mueller-Hinton**

- Extrait de viande.....2 g
- Hydrolisat acide de caséine.....17,5 g
- Amidon.....1,5 g
- pH du milieu prêt à l'emploi.....7,4

**Fushine :**

- Fushine basique .....1g
- Alcool éthylique a 90% .....10ml
- Phénol.....5g
- Eau distillée.....100ml

**Lugol :**

- Iode.....1g
- Iodure de potassium.....2g
- Eau distillée.....300ml

**Violet de gentiane :**

- Violet de gentiane.....1g
- Ethanol a 90%.....10ml
- Phénol.....2g
- Eau distillée.....100ml

## **Annexe 2 : Coloration de Gram**

La réalisation de la coloration de Gram passe par les étapes suivantes :

- Préparation du frottis : étalement de l'aliquote bactérien sur une lame puis fixation par la chaleur ;
- Première coloration avec le violet de Gentiane durant environ 1 minute. Tous les éléments sont colorés en violet ;
- Laver à l'eau ;
- Faire agir le mordant, c'est la solution de Lugol durant environ 30 secondes. Le Lugol fixe le violet sur les structures membranaires des bactéries Gram +. Tous les éléments sont colorés en noir ;
- Laver à l'eau ;
- Décolorer par la solution éthanol 90°C ; Les bactéries Gram + sont colorées en violet foncé, les autres éléments sont incolores ;
- Laver à l'eau ;
- Colorer à la fuchsine et laisser agir de 1 à 2 minutes ;
- Les éléments tissulaires et les bactéries Gram - sont colorés en rose. Les bactéries Gram<sup>+</sup> sont toujours colorées en violet ;
- Observer après séchage à l'immersion (objectif × 100) et à pleine lumière.



### Annexe 3 : Résultats de séparation des acides gras par chromatographie en phase gazeuse

**Tableau A :** Acides gras séparés de l'échantillon 1 de la viande salée séchée « *El kadid* » bovine.

Numéro de pique	Nom	Pourcentage (%)	Surface%	Temps retention (min)
1	Acide palmitique C 16:0	32,79	36,00	30,93
2	Acide oléique C18:Δ <sup>9</sup>	26,13	31,54	34,15
3	Acide nonanoïque (pélargonique) C9 :0	4,87	1,64	34,46
4	Acide stéarique C18:0	30,37	27,87	34,68
<b>Total</b>		100	100	100

**Tableau B :** Acides gras séparés de l'échantillon 2 de la viande salée s « *El kadid* » bovine.

Numéro de pique	Nom	Pourcentage (%)	Surface%	Temps retention (min)
1	Acide oléique C18:Δ <sup>9</sup>	2,42	1,99	30,16
2	Acide palmitique C 16:0	60,63	50,75	30,70
3	Acide palmitique C 16:0	0,8	0,64	32,68
	Acide oléique	15,81	21,20	33 ,95
4	Acide stéarique C18:0	15,21	19,51	34,564
<b>Total</b>		100	100	100

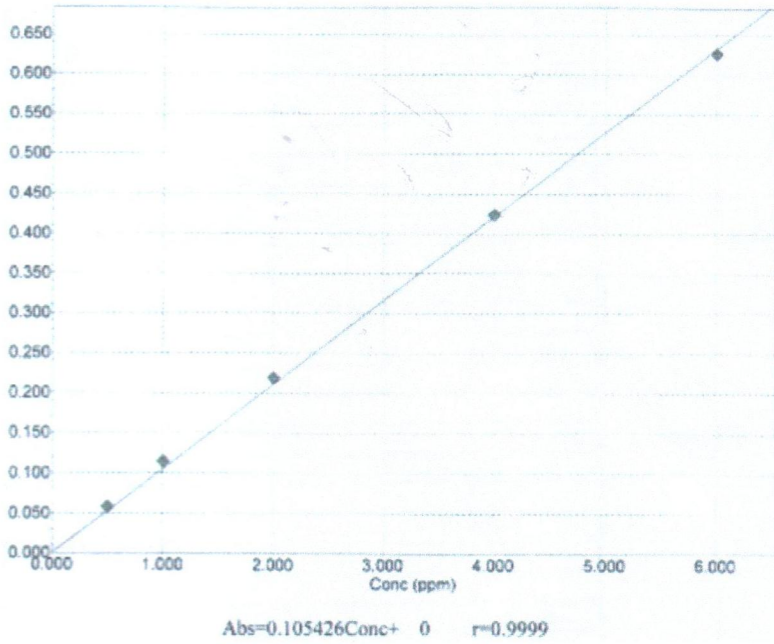
**Tableau C :** Acides gras séparés de l'échantillon 1 d' *El kadid* bovine.

Numéro de pique	Nom	Pourcentage (%)	Surface%	Temps retention (min)
2	Acide pentadécanoïque C18:Δ <sup>9</sup>	1,73	1,50	28,61
3	Acide palmitoléique	4,03	3,46	30,15
4	Acide palmitique C16:1 Δ <sup>9</sup>	2,42	2,4	32,11
5	Acide heptadécanoïque	4,11	3,35	32,66
6	Acide oléique	32,60	33,84	33,97
7	Acide oléique	2,30	3,95	34,05

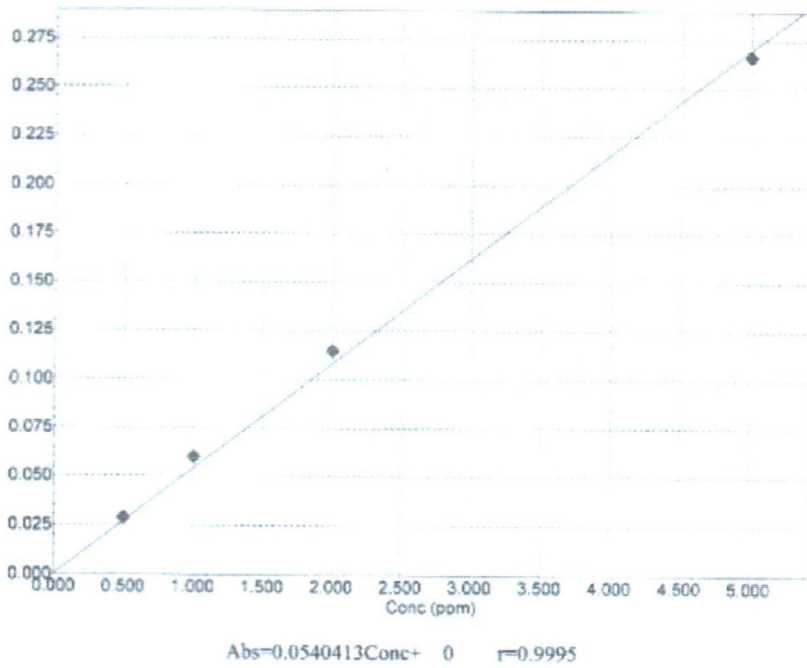
<b>8</b>	Acide stéarique	32,08	32,56	34,56
<b>Total</b>		100	100	100

## Annexe 4 : Résultats de dosage des éléments minéraux

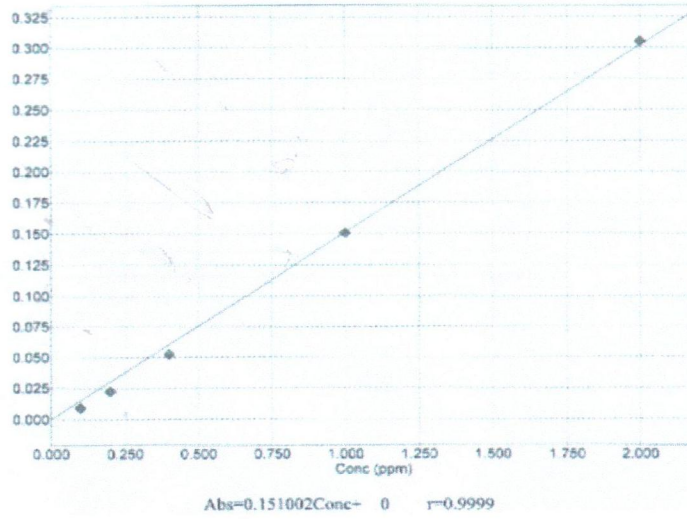
### A. Cuivre



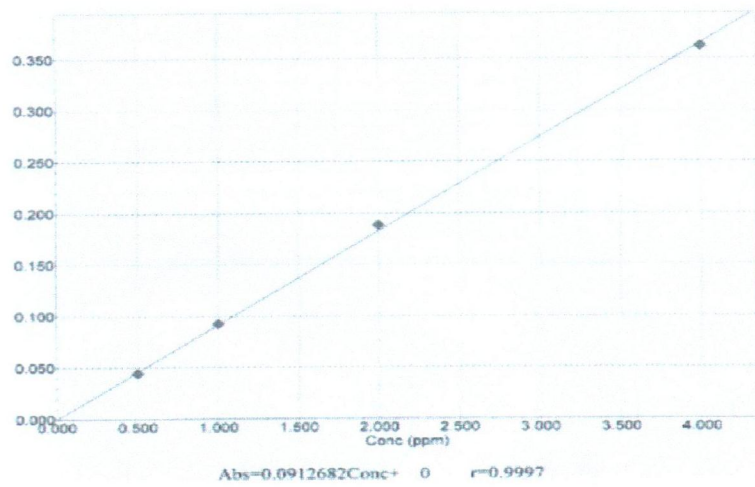
### B. Fer



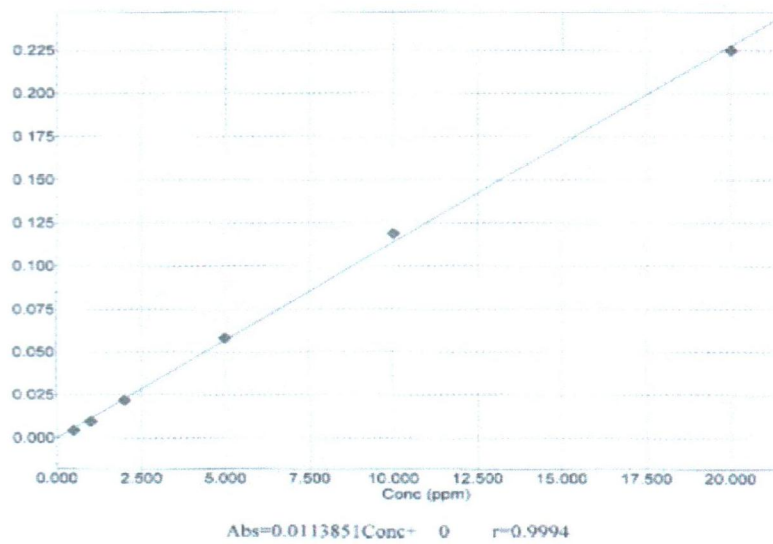
### C. Cadmium



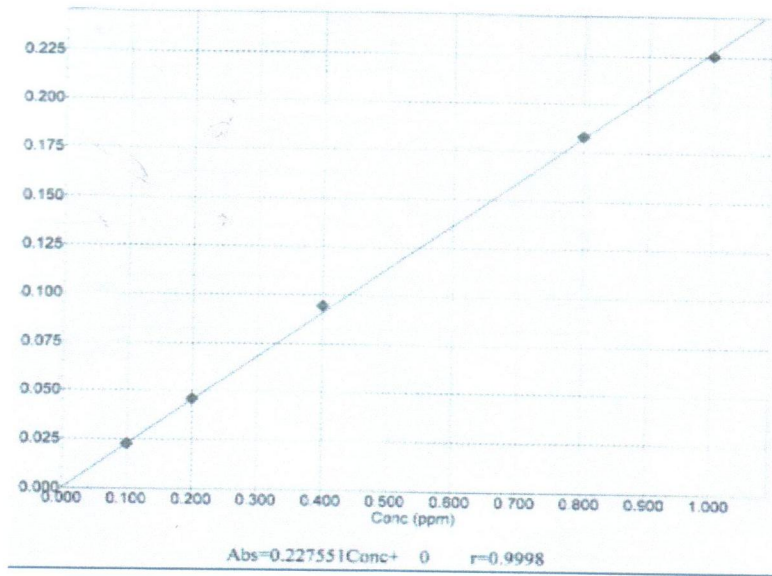
### D. Manganèse



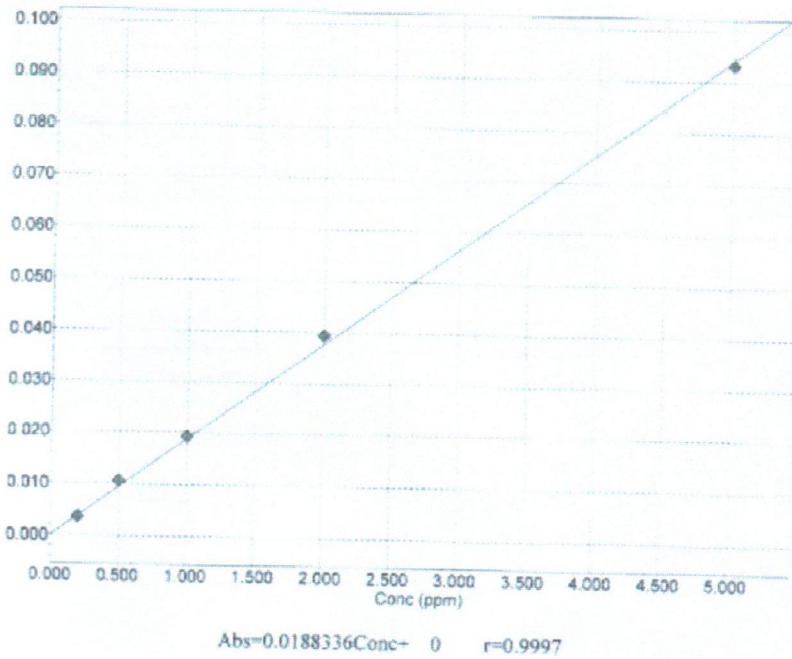
### E. Plomb



## F. Zinc



## G. Chrome



Γ

<b>Présenté par:</b> BOUDADI Sabrina BOULDJADJ Nassima KEDJBOUR Saida	
<b>Date de soutenance :</b> 02/07/2013	
<b>Contrôle Physicochimique et Microbiologique de La Viande Séchée</b> <b>Salée « El Kadid » Bovine</b>	
<b>Nature du diplôme :</b> Ingénieur d'Etat en Biologie : Option Contrôle de Qualité et Analyses	
<b>Résumé</b> L'étude de la qualité physico-chimique et microbiologique de la viande bovine salée séchée « El Kadid » préparée selon deux méthodes traditionnelles, l'une avec l'huile d'olive et l'autre avec le lben est fondamentale pour comprendre et améliorer la préparation, sa conservation et la sécurité du produit fini. Les résultats de cette étude ont montré que la viande bovine salée séchée « El Kadid » est de bonne qualité nutritionnelle, fonctionnelle et hygiénique. L'étude de l'activité antimicrobienne des bactéries lactiques isolées a montré que ses dernières sont dotées d'activité antimicrobienne contre des souches pathogènes.	
<b>Mots clés:</b> viande salée séchée bovine, « El Kadid », qualité physicochimique, qualité microbiologique, bactéries lactiques.	
<b>Abstract</b> The study of the physicochemical and microbiological quality of the beef meat salted and dried « El Kadid » prepared according to two traditional methods (one with the olive oil and the other with Lben) is fundamental to understand and improve its preparation, conservation and the safety of final product. The results of this study showed that beef salted dried meat « El kadid » has a good nutritional, functional and hygienic quality. The study of the antimicrobial activity of the lactic bacteria isolated from <i>El Kadid</i> strains showed these ones are equipped with an antimicrobial activity against pathogenic	
<b>Key words:</b> beef salted meat dried « El kadid », physicochemical quality, microbiological quality, lactic bacteria.	
<b>ملخص</b> دراسة اللحم البقر المالح المجهف "الكديد" المجهف وطبقة وصحية جيدة. نتائج هذه الدراسة بينت بان سلامة اللحم البقر المالح المجهف "الكديد" من اجل فهم وتحسين تحضيره و حفظه و امان المستهلك النهائي. (احدهما بزيوت الزيتون والاخرى باللبن) من اجل فهم وتحسين تحضيره و حفظه و امان المستهلك النهائي.	
<b>الكلمات الرئيسية:</b> اللحم المالح المجهف، اللحم البقر المالح المجهف، الطبقة الصحية، السلامة.	
اللبنة.	