

Université de Jijel

Faculté des Sciences de la Nature
et de la Vie

Département de Microbiologie Appliquée
et Sciences Alimentaires



قسم الميكروبيولوجيا التطبيقية وعلوم التغذية

CA.06/13

Mémoire De Fin D'études Pour L'obtention Du Diplôme D'ingénieur d'état en Biologie

Option : Contrôle de Qualité et Analyses

THEME

$\frac{2}{2}$

*Etude de la qualité physicochimique et
Microbiologique de la viande
séchée-salée El Kadid ovin*

Membres de Jury :

Président : M^{elle} BOUSSOUF.L

Examineurs : M^{elle} BOURAD.D

Encadreur : Dr.Idoui T.



Présenté par :

BOUFENCHOCHA BADRIA

BOUCHEKRIT SAMIA

Année Universitaire : 2012- 2013

Table des matières

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction 1

I. Synthèse bibliographique

Chapitre I : Généralité sur la viande

I.1. Production de viande ovine dans le monde..... 2
 I.2. Production de viande ovine en Algérie 3
 I.3. Les races ovines Algériennes 4
 I.4. Le tissu musculaire strié 4
 I.4.1. Définition du muscle strié 4
 I.4.2. Composition chimique du muscle strié 4
 I.4.3. Structure du muscle strié 5
 I.5. La transformation du muscle en viande..... 5
 I.5.1. Définition de la viande..... 6
 I.5.2. Etapes de transformation du muscle en viande..... 7
 I.5.3. Evolution des paramètres biologiques..... 8
 I.5.4. Evolutions structurale..... 8
 I.6. La microflore de la viande..... 8
 I.7. Critère de qualité de la viande..... 9
 I.8. Altération de la viande ovine..... 10
 I.8.1. Les altération à températures élevé (25-40°C)..... 10
 I.8.2. Les altération à températures intermédiaire (10-25°C)..... 10
 I.8.3. Les altérations à températures basse 10

Chapitre II : La conservation

II.1. La conservation de la viande 11
 II.2. Les méthodes traditionnelles de conservation des viandes..... 11
 II.2.1. Le séchage de la viande 12
 II.2.2. Le salage de la viande 15
 II.2.4. La friture..... 15
 II.2.5. La fermentation..... 15
 II.3. La conservation des viandes par le froid..... 15

Partie II : Etude expérimentale

II. Matériel et méthodes

II.1. Matériel 18
 II.1.1. Matériel biologique 19
 II.1.2. Milieux de culture 19
 II.1.3. Additifs 19
 II.1.4. Produits chimiques et réactifs 19
 II.1.5. Les milieux de culture..... 19
 II.1.6. Appareillages 20
 II.2. Méthodes..... 20
 II.2.1. Préparation des Echantillons..... 20

Table des matières

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction 1

I. Synthèse bibliographique

Chapitre I : Généralité sur la viande

I.1. Production de viande ovine dans le monde.....	2
I.2. Production de viande ovine en Algérie	2
I.3. Les races ovines Algériennes	3
I.4. Le tissu musculaire strié	4
I.4.1. Définition du muscle strié	4
I.4.2. Composition chimique du muscle strié	4
I.4.3. Structure du muscle strié	4
I.5. La transformation du muscle en viande.....	5
I.5.1. Définition de la viande.....	5
I.5.2. Etapes de transformation du muscle en viande.....	6
I.5.3. Evolution des paramètres biologiques.....	7
I.5.4. Evolutions structurale.....	8
I.6. La microflore de la viande.....	8
I.7. Critère de qualité de la viande.....	8
I.8. Altération de la viande ovine.....	9
I.8.1. Les altération à températures élevé (25-40°C).....	10
I.8.2. Les altération à températures intermédiaire (10-25°C).....	10
I.8.3. Les altérations à températures basse	10

Chapitre II : La conservation

II.1. La conservation de la viande	11
II.2. Les méthodes traditionnelles de conservation des viandes.....	11
II.2.1. Le séchage de la viande	11
II.2.2. Le salage de la viande	12
II.2.4. La friture.....	15
II.2.5. La fermentation.....	15
II.3. La conservation des viandes par le froid.....	15

Partie II : Etude expérimentale

II. Matériel et méthodes

II.1. Matériel	18
II.1.1. Matériel biologique	18
II.1.2. Milieux de culture	19
II.1.3. Additifs	19
II.1.4. Produits chimiques et réactifs	19
II.1.5. Les milieux de culture.....	19
II.1.6. Appareillages	19
II.2. Méthodes.....	20
II.2.1. Préparation des Echantillons.....	20

II.2.2. Analyses physicochimiques	21
II.2.2.1. Détermination de la matière sèche	21
II.2.2.2. Détermination de l'humidité	21
II.2.2.3. Détermination de la matière minérale	21
II.2.2.4. Calcul de la matière organique	21
II.2.2.5. Détermination de la teneur en éléments minéraux par Spectroscopie d'Absorption Atomique (SAA)	22
II.2.2.6. la détermination de la teneur en sel	22
II.2.2.7. Dosage de l'azote total par la méthode Kjeldahl	22
II.2.2.8. Détermination de la matière grasse brute	23
II.2.2.9. Profil chromatographique des acides gras	24
II.2.2.10. Indice de peroxyde	24
II.2.2.11. Indice de saponification	24
II.2.2.12. Indice d'Acide	25
II.2.2.13. Détermination du pH	25
II.2.2.14. Détermination de l'acidité titrable	25
II.2.3. Analyse des propriétés fonctionnelles	26
II.2.3.1. Propriétés émulsionnantes	26
II.2.3.2. Propriétés moussantes	26
II.2.3.3. Hygroscopicité	26
II.2.3.4. Capacité d'absorption de l'eau et de l'huile	26
II.2.4. Analyse microbiologique classique	26
II.2.4.1. Préparation de la solution mère et des dilutions	27
II.2.4.2. Dénombrement des germes aérobies à 30°C	27
II.2.4.3. Dénombrement des coliformes totaux	27
II.2.4.4. Dénombrement des coliformes thermotolerant	27
II.2.4.5. Recherche et dénombrement des Anaérobies sulfito-réducteurs 46°C	28
II.2.4.6. Recherche des <i>Staphylococcus aureus</i>	28
II.2.4.7. Dénombrement des bactéries lactiques	28
II.2.5. Isolement et identification des bactéries lactiques	29
II.2.5.1. Isolement et purification des isolats	29
II.2.5.2. Identification des isolats	29
II.2.5.3. Activité antimicrobienne	29

III. Résultats et Discussion

III.1. Analyses physicochimiques	31
III.2. Analyses des propriétés fonctionnelles	42
III.3. La qualité microbiologique de la viande ovine séchée salé	46
III.4. Isolement et identification des bactéries lactiques à partir de la viande ovine séchée salé	48
Conclusion	54

Annexes

Références bibliographiques

Liste des figures

Figure1 Tissu musculaire strié squelettique en Microscopie Electronique.....	5
Figure2 Ultra structure du sarcomère.....	5
Figure3 Illustration de l'évolution de la dureté d'un muscle après l'abattage	7
Figure4 Cycle de la couleur de la viande fraîche.....	9
Figure5 :Poto1 les étapes de dosage de l'azote total par la méthode kjeldahl.....	23
Figure6 Teneur en eau de la viande ovine séchée salée (<i>El kadid</i>).....	31
Figure7 Matière sèche de la viande ovine séchée salée (<i>El kadid</i>).....	31
Figure8 Matière minérale des échantillons de la viande ovine séchée salée (<i>El kadid</i>).....	32
Figure9 Matière organique des échantillons de la viande ovine séchée salée (<i>El kadid</i>).....	34
Figure10 pH des échantillons de la viande ovine séchée salée (<i>El kadid</i>).....	34
Figure11 Acidité titrable des échantillons de la viande ovine séchée salée (<i>El kadid</i>).....	35
Figure12 Teneur en sel des échantillons de la viande ovine séchée salée (<i>El kadid</i>)...	36
Figure13 Teneur en protéines des échantillons d' <i>El kadid</i> ovin.....	37
Figure14 Teneur en matière grasse des échantillons d' <i>El kadid</i> ovin.....	38
Figure15 Chromatogramme des acides gras de la viande ovine séchée salée (E1).....	39
Figure16 Chromatogramme des acides gras de la viande ovine séchée salée (E2).....	40
Figure17 Indice d'acide des échantillons d' <i>El kadid</i> ovin.....	41
Figure18 Indice de peroxyde des échantillons d' <i>El kadid</i> Ovin.....	41
Figure19 Indice de saponification des échantillons d' <i>El kadid</i> Ovin.....	42
Figure20 Capacité émulsifiante du muscle des échantillons d' <i>El kadid</i> Ovin.....	43
Figure21 Hygroscopicité du muscle des échantillons d' <i>El kadid</i> Ovin.....	44
Figure22 Capacité d'absorption d'eau par la viande ovine séchée salée.....	45
Figure23 Capacité d'absorption d'huile par la viande ovine séchée salée.....	45
Figure24 Répartition des souches de la collection lactique.....	49
Figure25 :Photo2 Activité inhibitrice des souches pures sur <i>Salmonella</i> .sp.....	51
Figure26 :Photo3 Activité inhibitrice des souches pures sur <i>E. coli</i>	51
Figure27 :Photo4 Activité inhibitrice des souches pures sur <i>S. aureus</i>	51

Liste des tableaux

Tableau 1	Evolution de la production de viande ovine dans le monde.....	2
Tableau 2	Aperçu général des marchés mondiaux de la viande ovine.....	2
Tableau 3	Répartition du cheptel par espèce.....	2
Tableau 4	Evolution de la production de viande en Algérie.....	3
Tableau 5	le totale de cheptel ovin dans la wilaya de Jijel.....	3
Tableau 6	Races ovines connues en Algérie.....	3
Tableau 7	Composition chimique moyenne du muscle.....	4
Tableau 8	Teneurs en éléments minéraux des échantillons d' <i>El Kadid</i> ovine.	33
Tableau 9	Capacité moussante des deux échantillons de la viande ovine séchée salée.....	44
Tableau10	Résultats de l'analyse microbiologique d' <i>El Kadid</i> Ovin	47
Tableau11	Profil physiologique et biochimique des souches isolées.....	49
Tableau 12	Activité antibactérienne des souches pures sur les germes indicatrices ...	50
Tableau 13	Activité inhibitrice des surnageants natifs et neutralisés.....	52

Liste des abréviations

%	Pourcentage
°C	Degré Celsius
DO	Densité optique
g	Gravité
AOAC	Association Official of Analysis Chemists
F.A.O	Food and Agriculture Organization
E	Echantillon
MS	Matière sèche
MM	Matière minérale
MO	Matière organique
MG	Matière grasse
Ia	Indice d'acide
Ip	Indice de peroxyde
Is	Indice de saponification
pH	Potentiel d'hydrogène
A	Acidité titrable
P	Protéine
VO	Viande ovine
CPG	Chromatographie en phase gazeux
CE	Capacité émulsifiante
CDE	Capacité d'absorption d'eau
CDH	Capacité d'absorption d'huile
g	Gramme
mg	Milli-gramme
L	Litre
ml	Mili-litre
mEq	Milli-equivalent
ppm	Particule par million
UFC	Unité Formant Colonie
B.	<i>Bacillus</i>
E.	<i>Escherichia</i>
S.	<i>Staphylococcus</i>
MRS	Man-Rogosa et Sharp
VRBL	Gélose lactosée biliée au cristal
VF	Viande foie
PCA	Plat Count Agar

Introduction

La viande est un des aliments très périssables en raison de son contenu nutritionnel élevé, son action enzymatique et de la présence de micro-organismes (bactéries, levures moisissures) qui peut entraîner le rancissement par oxydation, décoloration, moisissement, changement de la saveur, etc... (Forrest, 2001). La conservation de la viande consiste à maintenir sa qualité microbiologique en ralentissant la vitesse de prolifération des microorganismes et garder ses propriétés organoleptiques et nutritionnelles en éliminant les mécanismes d'altération intrinsèques et extrinsèques. La bonne conservation d'un aliment résulte d'une optimisation réussie entre différents paramètres tel que l'allongement de la date limite de conservation (DLC) des viandes fraîches selon des conditions de stockage (Multon, 1984 ; Durand, 2006).

Les méthodes de conservation de la viande incluent l'utilisation de la température par exemple séchage à air chaud, au soleil, le fumage, et la friture, ou le froid par exemple réfrigération, la congélation, ou l'utilisation de conservateurs chimiques exemple le sel (Opondo, 2011).

L'utilisation de diverses méthodes de conservation de la viande remonte à la préhistoire : salaison, dessiccation, réfrigération, et congélation etc. étaient appliquées pour augmenter la durée de vie de cet aliment (Collin, 1972).

Plusieurs travaux de recherches ont été menés sur l'évaluation de la qualité de la viande fraîche des ovins 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 ovine 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 ovine 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 ovine séchée salée, l'évaluation de la qualité physicochimique, évaluation des propriétés fonctionnelles ; analyse 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.

I.1. Production de viande ovine dans le monde

La production de la viande ovine avait une tendance à la baisse depuis 1982. Le taux d'auto-alimentation est passé de 80% en 1980, à 53% en 2001 et 49% en 2002 (Dudouet). En décembre 2004, la production mondiale en viande ovine était de 258.935 millions de tonnes, avec une prévision en 2005 d'environ 264 millions de tonnes suivant un indice de croissance annuel de 2.5% (FAO, 2005). Pour la viande ovine les résultats sont présentés dans le tableau 1.

Tableau 1 : Evolution de la production de viande ovine dans le monde (FAO, 2005) (En milliers, poids carcasse)

Année	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Total	10436	10783	10991	11354	11458	11826	12258	12617	12908
Pays développés	3276	3338	3345	3387	3220	3213	3263	3263	3284
Pays en développement	7160	7444	7647	7967	8168	8613	9042	9354	9624

En 2010, l'aperçu général des marchés de la viande permet d'observer une augmentation prévisionnelle de la production de la viande ovine et des échanges mondiaux. On constate également des régressions pour le commerce de la viande ovine (Tableau 2).

Tableau 2 : Aperçu général des marchés mondiaux de la viande ovine (FAO, 2010).

Bilan mondial (milliers de tonnes de viande)	2008	2009	2010	Variation (%) 2009/2010
Production	279 290	281 482	286 444	1,8
Viande ovine	12 972	12 985	13 054	0,5
Commerce	25 936	25 268	25 374	0,4
Viande ovine	867	832	830	-0,2

I. 2. Production de viande ovine en Algérie

Les viandes ovines et bovines sont les plus consommées en Algérie surtout au Nord (Ould El Hadj *et al.*, 2002). OÙ la région de Chlef, au nord de l'Algérie, est la base des productions de viandes bovine et ovine (Boutonnet, 1994). En 2001, l'effectif du cheptel ovine Algérien a été estimé à environ de 19 millions de têtes, occupant le 14^{ème} rang mondial (FAO, 2001).

Tableau 3 : Répartition du cheptel par espèce (Anonyme, 1998) Statistiques agricoles

Espèce	Pourcentage (%)
Ovin	78
Bovin	6
Caprin	14
Autres	2

D'après la FAO (2005) la production Algérienne totale en viande est de 601 mille tonnes en 2004 avec un indice de croissance de production annuel de 2% au cours de la période 2003-2004-2005. Le tableau 4, représente l'évolution de la production de viande en Algérie. Alors que, le tableau 5, illustre en chiffre le totale de cheptel ovine dans la wilaya de Jijel.

Tableau4: Evolution de la production de viande en Algérie (En milliers, poids carcasse) (FAO, 2005).

Année	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Total	501	527	527	550	595	503	559	601	609
Ovine	179	179	175	176	177	192	200	213	215
Volaille	210	233	224	230	231	244	247	250	252
Autres	112	115	128	144	187	67	112	138	142

Tableau5: Le totale de cheptel ovin dans la wilaya de Jijel (Anonyme, 2011) Statistiques agricoles

Total cheptel ovin	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010	2010-2011
Jijel	5605	5613	5615	5686	5698	5708
Kaous	9002	9018	9020	9093	9096	9103
Emir abdelkader	4790	4804	4807	4885	4896	4905
Texenna	7450	8570	9908	11430	12887	14355
Djimla	7720	8880	10269	11850	13853	15195
Beni yadjis	7328	8425	9723	11220	13160	15135

I.3. Les races ovines Algériennes

Le cheptel est constitué de races principales et de races secondaires qui sont présentées dans le tableau 5.

Tableau 6 : Races ovines connues en Algérie (Chellig, 1992).

Races	Berceaux	Types	Caractéristiques de la viande ovine
Races principales			
Arabe blanche (Ouled Djellal)	Oued Touil à la frontière tunisienne	-Laghouat-Cellala-Tagine -Hodna -Ouled Djellal	Excellente, succulente Avec goût de l'armoise.
Hamra (Bni Ighil)	Chott Chergui à la frontière Marocaine	-El Bayed -El Aricha-Sebdou -Malakon et Chott Chergui	Bonne race à viande avec gigot rond et petit apprécié en Europe
Rumbi	Oued Touil Chott Chergui		Même que celle de l'arabe blanc
Races secondaires			
Berbere	Atlas Tellien		Moyenne, un peu dure
Barbarine	Erg Oriental		Engraissement rapide
D'men	Erg occidental		Médiocre et dure
Tergui-sidaou	Hoggar-AinSalah		En dessous de la moyenne et dure.

I.4. Le tissu musculaire strié

I.4.1. Définition du muscle strié : Le terme tissu musculaire recouvre l'ensemble des cellules douées de propriété contractile et groupées au sein de structures organisées qui sont les muscles (Serg, 2005), alors que le muscle est une structure anatomique faite de cellules spécialisées regroupées en faisceaux. En physiologie il s'agit de loges, capables de contractions et de décontractions et génératrices de mouvements (Dumont *et al.*, 1982 ; Zeghilet, 2009).

I.4.2. Composition chimique du muscle strié : Le muscle peut contenir de 60 à 80 % d'eau dont 90 à 95 % sous forme libre et 5 à 10% sous forme liée (tableau 6) (Coibion, 2008).

Les valeurs extrêmes de teneurs protéiques des viandes ovines, quelle que soit l'espèce et l'âge, se situe entre 16 et 21% (Viriling, 2003), les protéines de viandes rouges contiennent de nombreux acides aminés indispensables, en particulier en acides aminés soufrés, surtout en lysine qui est l'acide aminé, qui ne peut pas être ni synthétisé ni remplacé (Laurent, 1974).

Les protéines se répartissent en : protéines intracellulaires représentés par les protéines sarcoplasmiques (albumine, globuline, hémoglobine et myoglobine), les protéines myofibrillaires (actine, myosine, tropomyosine et actinine) et en protéines extracellulaires (collagène, réticuline et élastine) (Lawrie, 1998).

Tableau 7 : Composition chimique moyenne du muscle (Ashgar et Pearson, 1980).

Eau	75%
Protéines	19%
Lipides	2%
Autres substances (Glucides, substances azotées non protéiques, sels minéraux et vitamines.)	4%

La viande ovine comporte environ 45 à 55% d'acides gras indispensables ou essentiels (Geay *et al.*, 2001). La teneur moyenne en cholestérol est de l'ordre de 70 à 100 mg pour 100 mg de viande (Henry, 1992). La viande est pauvre en glucides. Le glycogène est transformé en acide lactique après la mort de l'animal. La valeur énergétique moyenne est de 735 à 1500 kJ pour 100g de viande (Craplet *et al.*, 1979).

La viande est l'une des sources alimentaires de Fer hémique, qui est beaucoup mieux assimilé par l'organisme humain que le fer non hémique (Interbew, 2005). Les viandes ovines sont caractérisées par leur pauvreté en calcium et leur richesse en zinc et phosphore (Henry, 1992).

Ces viandes sont caractérisées par leur pauvreté en vitamines liposolubles: A, D, E, K et en vitamine C, et leur plus ou moins richesse en vitamines du groupe B (Craplet, 1966). Elles sont riches en Thiamine B1, Riboflavine B2 (Mansour, 1996).

I.4.3. Structure du muscle strié : Le tissu musculaire strié comprend quatre composantes qui sont : la composante nerveuse, la composante vasculaire, la composante conjonctive et la composante musculaire (Figure 1). Les fibres ou cellules musculaires sont délimitées par une

membrane plasmatique appelée sarcolème et représentent l'unité fonctionnelle de ce tissu (Figure 2).

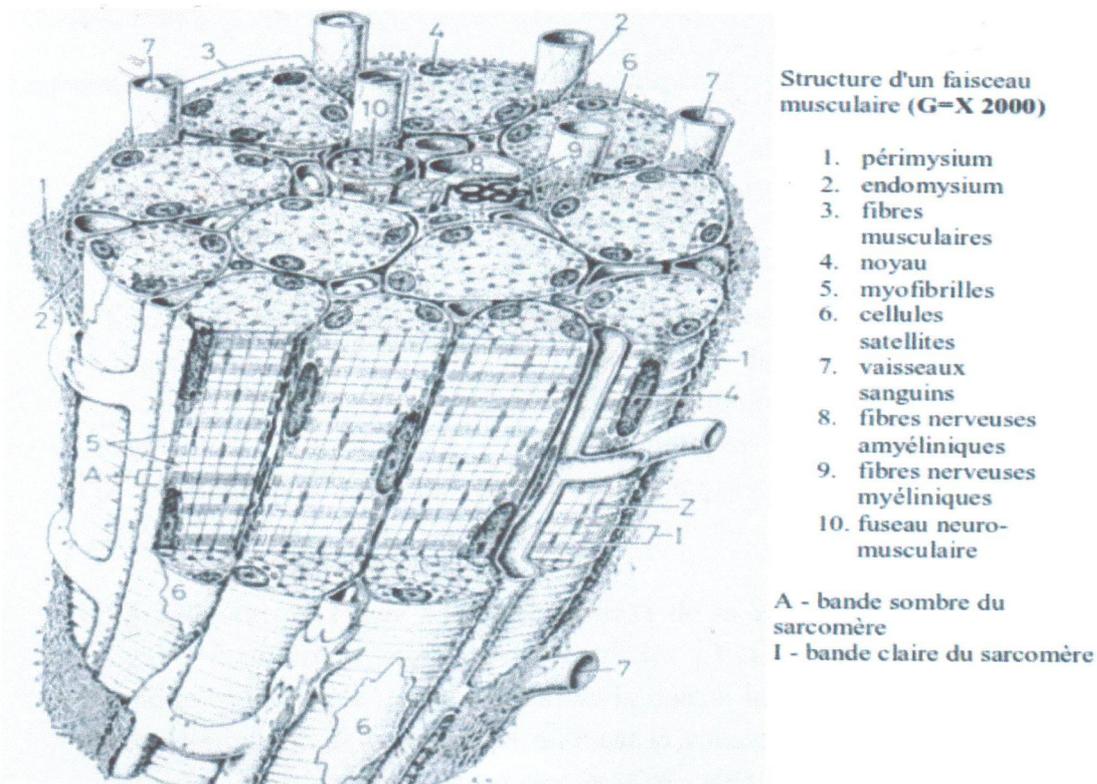


Figure 1 : Tissu musculaire strié squelettique en Microscopie Electronique (Sledot, 2005).

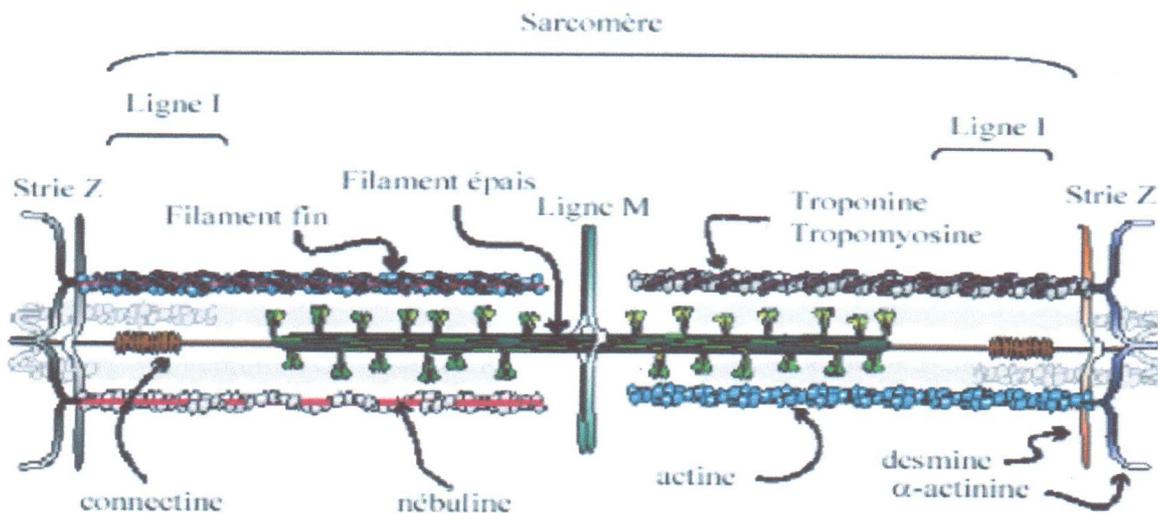


Figure 2: Ultra structure du sarcomère (Cheret, 2005).

I.5. La transformation du muscle en viande

I.5.1. 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 ». On appelle viande de boucherie toutes les viandes provenant des espèces bovines (bœuf, veau génisse, taureau, vache), ovines (agneau, mouton), porcines (cochon de lait, porc) et équines (poulain, cheval) (Fosse, 2003 ; El ramouz, 2005).

I.5.2. Etapes de transformation du muscle en viande : Après l'abattage, le muscle subit deux phénomènes très importants pour le devenir de la viande: la rigidité cadavérique et la maturation (Craplet, 1966).

Le passage du muscle à la viande se réalise en cinq états :

I.5.2.1. Etat vivant : Le muscle est composé de cellules hautement différenciées, son pH est voisin de 7 et plus la fibre musculaire contient de l'eau liée aux protéines plus elle est gonflée (Coibion, 2008).

I.5.2.2. Etat de pantelant ou phase de pantelance : La phase de pantelance suit directement l'abattage. Malgré l'interruption du courant sanguin on observe une succession de contractions et relaxations musculaires. Il y a donc épuisement des réserves énergétiques (glycogène), puis une mise en place de la glycolyse anaérobie. L'accumulation d'acide lactique qui s'en suit provoque ainsi une baisse du pH qui passe de 7 à 5.5 (Ouali, 1991 ; Coibion, 2008).

I.5.2.3. Etat de Rigor Mortis ou phase de la rigidité cadavérique : La phase de la rigidité cadavérique est comprise entre les 10 et 48 heures qui suivent la saignée. La rigidité cadavérique est le résultat de la liaison irréversible entre la myosine et l'actine, avec diminution de la teneur en ATP car la vitesse de sa production devient inférieure à celle de l'hydrolyse due au manque d'oxygène au niveau du muscle provoquée par l'arrêt de la circulation sanguine (Coibion, 2008), qui entraîne une accumulation des ions Ca^{++} dans le réticulum endoplasmique des cellules musculaires (réticulum sarcoplasmique). L'évolution du pH en relation avec la lyse du glycogène engendre une acidification du tissu musculaire caractérisant la rigidité cadavérique (Boccard *et al.*, 1984 ; Coibion, 2008).

I.5.2.4. Etat rassis ou phase de maturation : C'est un ensemble de transformations que subit la viande au cours de sa conservation après la disparition du Rigor Mortis et avant l'apparition de la putréfaction (Craplet, 1966).

L'évolution de la structure myofibrillaire est consécutive à une attaque protéolytique par deux groupes de protéases musculaires, les protéinases et les protéines lysosomiales. La disparition des réserves énergétiques du muscle et l'acidification du milieu placent les différentes fractions protéiques dans des conditions favorables à leur dénaturation (Coibion, 2008). Au cours de cette phase, le muscle redevient souple et mou avec une légère remontée du pH (5.7 à 5.8) et un pouvoir de rétention d'eau supérieure à celui noté pendant la phase de la rigidité cadavérique (Fraysse et Darrea, 1989).

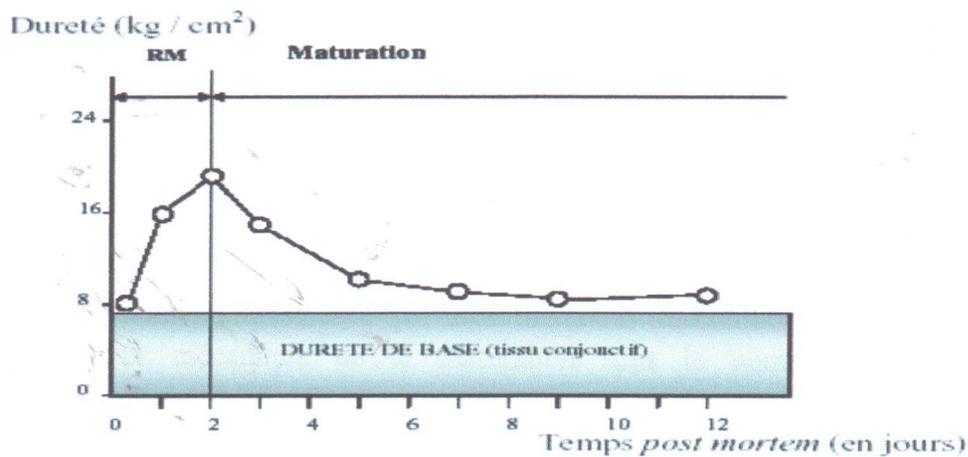


Figure 3 : Illustration de l'évolution de la dureté d'un muscle après l'abattage (Ouali, 1990).

I.5.2.5. Etat postérieur à la maturation : A température ambiante il y a putréfaction de la viande. Dans des conditions de conservation, il y a transformation de la viande en une pâte molle suite aux désagréments des faisceaux musculaires (Craplet, 1966).

I.5.3. Evolution des paramètres biologiques : Les paramètres les plus connus sont :

- **La 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 (Valin *et al.*, 1975).
- **Le pH :** Pour la viande ovine le pH passe de 7.0 à 5.5 après 24 h *post mortem* (Brian *et al.*, 1999).
- **La 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 de 300 milli-osmoles à des valeurs voisines de 550-600 milli-osmoles (Ouali, 1990 ; Monin et Ouali, 1991).
- **La capacité de rétention d'eau :** Le pouvoir de rétention d'eaux est la capacité qu'a la viande à retenir fermement sa propre eau ou de l'eau ajoutée, et ce lors de l'application d'une force quelconque (Hamm, 1960). Au stade du pH le plus bas au cours de la transformation de la viande, les réserves de glycogène étant épuisées ou presque, l'adénosine triphosphate transformée et le calcium libéré, les protéines sont soudées par des ponts entre chaînes qui sont, essentiellement, de quatre types : ponts hydrogènes et pont disulfures qui seront détruit par la chaleur, pont électroniques et pont formés par des cations divalents, dont le calcium (Hamm, 1975).
- **Les propriétés électriques :** Les propriétés électriques de la viande étudiées sont la conductivité électrique et l'impédance. Cela est lié aux transformations membranaires des cellules. La conductivité augmente avec la diminution des liquides libres à l'intérieur des muscles, contrairement à l'impédance qui décroît (Troy, 1999).

I.5.4. Evolutions structurales

I.5.4.1. Evolution de la structure myofibrillaire : 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 (Olson et Parrish, 1977).

Ce phénomène mesurable par des méthodes turbidimétriques est utilisé comme un indicateur mécanique de la maturation sous le nom d'Indice de Fragmentation Myofibrillaire (MFI) (Ouali *et al.*, 1983; Ho et Estromer, 1994 ; Nigishi *et al.*, 1996).

I.3.4.2. Evolution de la structure collagenique : Le tissu conjonctif ne subissait pas de modifications significatives lors du stockage et donc n'intervient pas dans l'attendrissage de la viande (Wierbricki *et al.*, 1954).

I.6. La microflore de la viande

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

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

I.7. Critère de qualité de la viande

Estimer la qualité d'une entité selon la définition ISO 8402 ; c'est définir l'ensemble des caractéristiques de cette entité (activité, produit ou organisme) qui lui confèrent l'aptitude à satisfaire des besoins exprimés et implicites en vue de son utilisation à la consommation et (ou) à la transformation.

I.7.1. Qualité nutritionnelle : La viande est une source de protéines d'excellentes qualités car ces protéines contiennent 40% d'acide aminées essentiels. Cet aliment apporte également des minéraux tels que le fer et le zinc et aussi des vitamines du groupe B (AMICO, 1999).

I.7.2. Qualité sanitaire : La viande 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.7.3. Qualité organoleptique : La qualité organoleptique regroupe les caractéristiques de la viande perçues par les sens du consommateur (l'aspect et la couleur, le goût et la saveur, l'odeur et la flaveur, la consistance et la texture) (Lamoise *et al.*, 1984 ; Touraille, 1994).

- **La couleur :** La couleur est la première caractéristique perçue par le consommateur. Elle dépend de la fraîcheur de l'aliment, du taux de myoglobine du muscle et varie en fonction de PH, de la température et de la charge microbienne. La couleur de la viande est liée principalement à sa teneur en myoglobine (Figure 3) (Iberraken et Maouche, 2006).

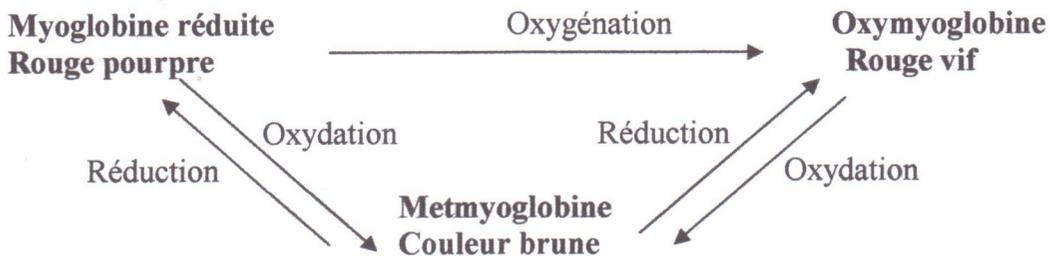


Figure 4: Cycle de la couleur de la viande fraîche (Touraille, 1994).

- **Flaveur :** La flaveur correspond à l'ensemble des impressions olfactives et gustatives éprouvées au moment de la consommation de l'aliment (Rosset, 1978 ; Coibion, 2008). La viande crue possède une faible odeur, un goût sanguin et une flaveur peu prononcée (Cesam, 2000).
- **La tendreté :** La tendreté est définie par l'aptitude d'une viande à être tranchée, découpée, cisailée et broyée. La tendreté évolue au cours de la transformation du muscle en viande. Diverses enzymes protéolytiques endogènes (protéases calcium dépendantes ou calpaïnes) sont impliquées dans ce processus (Cesam, 2000).
- **La jutosité :** La jutosité, appelée aussi succulence, caractérise la faculté d'exsudation de la viande au moment de la dégustation dont le facteur essentiel est le pouvoir de rétention d'eau du muscle (hydratation) (Lamoise *et al.*, 1984 ; Coibion, 2008).

I.7.4. Qualité technologique : Les caractéristiques technologiques représentent l'aptitude de la viande à la conservation et à la transformation (Monin, 1991).

I.8. Altération de la viande ovine

L'altération de la viande comprend les changements au niveau des substrats disponibles (les composés à faibles poids moléculaires) durant la prolifération de la flore microbienne au cours de la conservation. Elle est essentiellement due aux activités des enzymes protéolytiques et lipolytiques d'origine microbienne (Nychas *et al.*, 2008). Les microorganismes de contamination de la viande peuvent être d'origine endogènes ou exogènes (Rosset, 1982 ; Cartier, 2004).

- **Origine exogène :** Les opérations d'abattage, le matériel et le personnel, chacun de ces contacts entraîne le dépôt de nombreux germes en surface des carcasses (Hamad, 2009).

La contamination microbienne atmosphérique est surtout constituée de bactéries, de moisissures, rarement des levures et des germes pathogènes. L'air est riche en spores de moisissures (Cuq, 2007). Les bactéries saprophytes à l'origine de la contamination exogène de la viande, appartiennent aux genres *Pseudomonas*, *Acinetobacter* et *Micrococcus* (80% des cas), puis viennent les entérobactéries et flavobactéries (61% des cas). Enfin sont cités en ordre décroissant de 40 à 10% ; *Bacillus*, *Microbacterium*, *Lactobacillus*, *Sarcina* et *Streptococcus* (Fournaud, 1982).

- **Origine endogène :** Les microorganismes contaminants proviennent de l'animal à partir duquel l'aliment est produit. Les appareils digestif et respiratoire et le cuir des animaux sont un réservoir à microorganismes (Rosset, 1982 ; Cartier, 2004). La plupart des contaminations d'origine endogène sont d'origine intestinale. Ce sont des bactéries anaérobies (*Clostridium*, *Bacteriodes*), aéro-anaérobie (Entérobactéries: *E.coli*, *Salmonella*...) ou des microorganismes aérophiles (Entérocoques) (Leyral et Vierling, 1997). L'appareil respiratoire renferme essentiellement des staphylocoques (Morisetti, 1971).

I.8.1. Les altération à températures élevé (25-40°C) : Ces températures permettant la multiplication des germes mésophiles, essentiellement les *Clostridium*, germes anaérobies, qui en se développant très rapidement dans la profondeur des masses musculaires conduisent au phénomène de putréfaction profondes (Bourgeois et al., 1996).

I.8.2. Les altération à températures intermédiaire (10-25°C) : A coté de la multiplication rapide en surface d'un certain nombre de germes aérobies provoquant une putréfaction superficielle, on observe parfois dans les carcasses insuffisamment réfrigérée une altération très particulière en profondeur au niveau des membres postérieurs : « la quanteur d'os » (Bourgeois et al., 1996).

I.8.3. Les altérations à températures basse : A des températures inférieure à +7 °C en atmosphère sèche, la surface des pièces se déshydrate et n'autorise que le développement de micro-organismes à la fois xérophiles et psychrotrophes, les micromycètes : *Cladosporium*, *Sporotrichum* ou *Thamnidium*. En cas de stockage de ces mêmes viandes en atmosphère humide, le développement des bactéries du genre *Pseudomonas* ou de la famille des *Enterobacteriaceae* est favorisé (Rosset et al., 1974 ; Bornert, 2000). Des activités protéolytique et lipolytique sont à l'origine des principales altérations, en particulier les phénomènes de poissage et de limonage ainsi que les odeurs dites "de torchon sale" de la viande réfrigérée (Koutsoumanis et al., 2006 ; Li et al., 2006 ; Olofsson et al., 2007 ; Ntzimani et al., 2008).

II.1. La conservation de la viande

Il devient évident que la conservation des denrées alimentaires n'est pas moins importante que leur production. La conservation des viandes est le processus de transformation qui permet de les stocker le plus longtemps possible (**Robert et al., 2003**). La conservation des aliments vise à préserver leur comestibilité et leurs propriétés gustatives et nutritives. Elle implique d'empêcher la croissance microbienne et de retarder l'oxydation des graisses qui provoquent le rancissement (**Bourgeois et al., 1991**).

Toutefois, la consommation d'aliments frais est toujours préférable car la conservation diminue la valeur nutritive des produits. Autrement dit, les aliments conservés sont moins bons pour la santé que les aliments frais (**Maas et al., 2005**).

Il y a plusieurs méthodes de conservation de la viande : le séchage, la salaison, la réfrigération, la congélation, le fumage... Tous ces traitements ont pour objectif d'arrêter ou d'inhiber la croissance des microorganismes (**Bourgeois et al., 1991**). La plupart des produits à base de viande résultent de la combinaison de ces traitements, on distingue ainsi les viandes séchées non salées, les viandes séchées salées, les viandes séchées fumées, les viandes conservées par la friture et les viandes fermentées séchées (**Kalilou, 1997; Yacouba, 2009**).

II.2. Les méthodes traditionnelles de conservation des viandes

II.2.1. Le séchage de la viande : Le séchage est l'un des procédés les plus anciens de conservation de la viande. C'est une technique physique de conservation, qui consiste à éliminer partiellement ou totalement, l'eau contenu dans les produits frais par l'action combinée de la température, de la ventilation et de l'hygrométrie de l'air (**Maas et al., 2005; Diarra, 2007; Sissoko, 2009**).

Cette méthode de conservation consiste à réduire leur teneur en eau à moins de 13%. La déshydratation permet une excellente protection contre les principales causes d'altération; les micro-organismes ne peuvent pas se développer dans un environnement privé d'eau ; de plus aucune activité enzymatique n'est possible dans ces conditions et la majorité des réactions chimiques sont fortement ralenties (**Anonyme, 1989**).

Pendant le séchage le fer contenu dans la myoglobine s'oxyde et prend une teinte brune, ce changement ne modifie pas la qualité nutritionnelle. Ce procédé présente deux intérêts principaux (**Diarra, 2007 ; Sissoko, 2009**):

- Diminution de l'activité de l'eau du produit traité inhibant ainsi le développement des microorganismes et les réactions enzymatiques;
- Diminution du poids et du volume du produit présentant une économie importante pour le conditionnement, le transport et le stockage.

Dans les tribus nomades de certains pays d'Afrique (Tchad, Niger), la viande est quasi exclusivement consommée sous forme séchée, après réhydratation et cuisson dans les sauces qui accompagnent les plats traditionnels. Plusieurs types de produits sont obtenus par le séchage; on

peut citer le Quid dans les pays du sahel ; le Charmoute au Tchad ; le Kilichi au Niger principalement, le Xarque Dulce en Amérique du sud et El Kadid aux pays magrébins (Mayana, 1990 ; Garba et Kakalo, 1996 ; Kalilou, 1997).

II.2.1.1. Le séchage naturel au soleil de la viande (séchage traditionnelle): C'est la méthode la plus simple et la plus économique. Le soleil est une source d'énergie gratuite et inépuisable. La technique de séchage traditionnelle, est la plus utilisée dans les pays en voie de développement pour préserver les denrées alimentaires (Garet, 2008).

Dans cette méthode traditionnelle, le taux de séchage est contrôlé par des facteurs externes, tels que le rayonnement solaire, la température ambiante, la vitesse du vent et l'humidité relative, et des facteurs internes, tels que la teneur en eau initiale, le type des produits et la masse du produit par unité de surface d'exposition (Jain et Tiwari, 2003).

Le séchage traditionnel au soleil a de nombreux avantages (Hebert et Griffon, 1983):

- il est très bon marché puisque l'énergie du soleil est gratuite;
- il ne nécessite pas d'outils ou d'équipements très chers;
- les techniques ancestrales sont bien maîtrisées et font partie de la culture des utilisateurs;
- ce sont des produits dont le goût est connu et accepté des populations et pour lesquels il y a donc de bons débouchés locaux.

Mais il présente aussi de nombreux inconvénients (Anonyme, 1989):

- possibilité d'humidité résiduelle provoquant des moisissures;
- présence fréquente de poussières et d'éléments étrangers; infestation par les insectes;
- prélèvements par les rongeurs;
- qualité microbiologique souvent douteuse;
- faible durée de conservation entraînant une rapide altération de l'aspect et du goût du produit.

II.2.2. Le salage de la viande : Le salage ou salaison est l'un des procédés de conservation de la viande les plus anciennement utilisés. Il consiste en l'incorporation de sel, associé à d'autres ingrédients, dans la viande. Le salage est généralement suivi d'un séchage, d'un fumage ou d'une cuisson (Kalilou, 1997; Diarra, 2007; Sissoko, 2009). Le sel de cuisine ou chlorure de sodium, NaCl, est l'ingrédient le plus anciennement utilisé pour le traitement des viandes (Girard, 1990). Outre le goût salé qu'il apporte aux produits, son rôle conservateur n'est pas négligeable (Durand, 2006). Dans de nombreux pays, on effectue soit le salage à sec, soit le saumurage.

II.2.2.1. Le salage à sec : Est pratiqué en frottant la viande avec du sel. La viande est découpée en lamelles ; celles-ci sont empilées en intercalant une couche de sel entre deux lamelles. La pile est défaits et refaits périodiquement en renouvelant les couches de sel et en retournant les tranches de viande, de façon à remonter celles qui étaient au fond. Au sel sec, on ajoute parfois des épices séchées. Les produits obtenus sont le biltong en Afrique du sud, le charque et le carne-de-sol au Brésil, le pastirma en Turquie et en Egypte et le tassajo en Amérique du sud (Mayana, 1990 ; Kalilou, 1997).

II.2.2.2. Le saumurage : Contrairement au salage à sec, le saumurage consiste à tremper la viande dans une saumure composée d'eau, de sel et de divers ingrédients, variables selon les régions. C'est notamment le cas avec le sambal daging en Indonésie et en Malaisie. La durée du séchage est variable selon l'épaisseur des tranches de viande, le mode de salage (à sec ou par saumurage), la concentration et la température de la saumure ou du local. C'est souvent l'expérience qui détermine le degré d'imprégnation de la viande et donc le temps d'arrêt du salage. 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 (Maas *et al.*, 2005).

Le sel exerce trois principaux effets sur la viande :

- **Amélioration de la saveur de la viande et des produits carnés :** Le sel donne leur goût salé aux produits de charcuterie et de salaison (Durand, 2006). Le goût plus ou moins salé d'un produit carné dépend des proportions relatives de sel et d'eau (FAO, 1994).
- **Propriétés fonctionnelles des protéines de la viande :** Selon sa concentration le sel peut augmenter ou réduire le pouvoir de rétention d'eau des produits carnés. Les propriétés déshydratant du sel permettant de sécher la viande (Belton *et al.*, 1987). Par augmentation de la force ionique, le sel augmente la solubilité des protéines musculaires (Saffle et Galbreath, 1964) favorisant ainsi l'expression de leurs propriétés technologiques (pouvoir émulsifiant, liant...) (Girard, 1990).
- **Conservation :** Le sel est un des plus importants additifs alimentaires en matière de conservation. La concentration de sel détermine la nature des micro-organismes susceptibles de proliférer en cas de déshydratation ou de diminution de la quantité d'eau disponible (FAO, 1994 ; Durand, 2006). La concentration de 10% inhibe la croissance de nombreux germes ; à 5% son action ne se fait sentir que sur les anaérobies. Autrefois, pour la conservation pendant des durées assez longues avec des concentrations de 7 à 8% (Girard, 1990).

II.2.2.3. El kadid ovine est un exemple de la viande séchée et salée traditionnellement:

La viande séchée est communément appelée 'El Kadid ou El Khliae'. Elle est également appelée 'viande El Boukani' par les caravaniers qui la ramenaient du Soudan (Mali actuellement). Il s'agit de viande ovine 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. Dans toutes ces conditions et pour tous ces produits, le temps de séchage est trop long (plus de 02 jours), l'oxydation affecte la couleur, la saveur, la qualité nutritive, et la flore bactérienne et fongique peut s'y reproduire abondamment. Il faut cueillir, préparer, sécher et conserver hygiéniquement, sinon la poussière, les animaux et les insectes pourraient transporter des bactéries nuisibles à une bonne conservation des aliments et nuisible dans certains cas pour la santé des consommateurs (cas de la viande séchée) (Sasson, 1986).

II.2.3. Le fumage des viandes : Le fumage ou fumaison appartient aussi 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 (**Girard, 1990**). La méthode de fumage la plus simple consiste à traiter la viande au dessus d'un feu ouvert, donnant des produits tels que le *balangou* au Niger et au Nigeria (**Garba et Kakalo, 1996**).

Les particules de fumée ont un effet favorable sur la saveur et la couleur du produit (**Maas et al., 2005**). 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. Les morceaux de viande doivent avoir une faible épaisseur (inférieure à 2 cm), pour assurer un fumage à cœur. Avant le fumage, la viande est parfois salée; c'est le cas du *Kitoza* de *Madagascar* (**Laurent, 1981**). C'est le séchage et la cuisson du produit pendant le fumage qui jouent le principal rôle de conservation (**Maas et al., 2005**).

Les principaux avantages du fumé sont (**Robert et al., 2003**):

- Conservation par diminution de l' a_w (0,95 à 0,91);
- Effet antibactérien et antioxydant des composants de la fumée (formaldéhyde et créosote);
- Aromatisation ;
- Coloration;
- Modification de la texture (durcissement ou ramollissement selon les techniques, modification des constituants protéiques).

Le fumage est régi par deux paramètres principaux la température et l'humidité de la cellule de fumage (**Rozis, 1995**). Il existe 3 types de fumage:

II.2.3.1. Fumage à froid : Le produit ne cuit pas ; la température maximale est de 30°C (86°F). elle est régulée soit par admission d'air, soit par le passage de la fumée dans un échangeur (**Girard, 1990**). Il est donc sensible à l'altération et doit être conservé au froid. Sa durée de conservation n'est pas plus longue que celle du produit frais. De plus, le fumage à froid est difficile à maîtriser quand les températures ambiantes sont élevées (la température de fumage ne doit pas dépasser 30°C (86°F) (**Maas et al., 2005**).

II.2.3.2. Fumage à chaud : Le produit est bien cuit, mais ne sèche pas; les températures varient entre 65°C et ± 100°C (149-212°F) (**Maas et al., 2005**). Il est indispensable d'injecter la vapeur dans le fumoir pour éviter la dessiccation. Ce fumage prolonge la durée de conservation des produits crus de deux jours au plus (**Girard, 1990**).

Les opérations de fumage pratiquées de façon traditionnelle nécessitent un contrôle fréquent de la fumée et les consommations de bois sont très importantes ce qui contribue à la destruction de l'environnement. Il faut noter, comme le fait remarquer le technicien interrogé dans «Les prétraitements au séchage de la viande», qu'il ne faut pas utiliser

n'importe quel bois pour fumer afin d'éviter le dépôt de goudrons toxiques, et même cancérogènes, sur la viande ou le poisson (Rozis , 1995).

Les produits conservés par le fumage sont le plus souvent exposés à la contamination par certains composés toxiques de la fumée et la dégradation des acides aminés et des vitamines. Ces effets nuisibles se traduisent par une altération des qualités hygiéniques et de la valeur nutritionnelle des produits obtenus (Girard, 1980). La couleur des produits fumés varie du jaune doré au brun foncé. Les muscles apparaissent rouge-brun à l'extérieur et rouge clair en profondeur. Le fumage entraîne une dessiccation se traduisant par une diminution de poids, la viande apparaît plus sèche et plus ferme. Les viandes fumées se conservent six mois dans un local sec, bien ventilé. En cas de mauvaises conditions de conservation, on constate des altérations dues aux moisissures (Anonyme, 1989).

II.2.4. 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 », fête de sacrifice du mouton chez les musulmans. 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.2.5. 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* (Henry et al., 1992).

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.

Dans certains cas, la fermentation lactique est contrôlée à la fois par le choix des bactéries et par l'addition de produits fermentescibles (céréales locales par exemple). Elle est suivie après d'un séchage à l'air (Kalilou, 1997).

II.3. La conservation des viandes par le froid : L'utilisation du froid pour la conservation des aliments périssables est sans conteste la technique la plus répandue (Laurent, 1974). Les basses températures permettent de conserver un produit pendant un temps plus ou moins long et pouvant être consommé avec sécurité tout en gardant son aspect, sa couleur, ses qualités gustatives, nutritives et hygiéniques. Le froid retarde le développement des microorganismes, la

majorité des germes ne sont plus capables d'activité métabolique à des températures inférieures à 5°C tel que les coliformes (Craplet, 1966). Le froid est une technique de conservation qui arrête ou ralentit l'activité cellulaire, les réactions enzymatiques (Pierre, 1998).

II.3.1. Conservation de la viande par réfrigération : La réfrigération consiste à entreposer les aliments à des températures basses proches du point de congélation de l'eau mais toujours positives situées aux alentours de 0°C à +4°C. En réfrigération, l'eau de constitution reste liquide (Bourgeois *et al.*, 1996).

La réfrigération dans les chambres froides, s'effectue de différentes manières. Elle peut être lente, induisant une perte significative de poids par évaporation ou rapide, grâce à des courants d'air permettant l'accélération du refroidissement et limitant les pertes de poids par évaporation. Pour améliorer les méthodes de réfrigération, l'utilisation des refroidisseurs à plaques, permet une amélioration physique soit par l'utilisation de la réfrigération associée à un moyen d'inhibition de germes tel que le gaz carbonique, l'ozone ou les antibiotiques (Bourgeois *et al.*, 1996).

Les trois règles à respecter dans l'application du froid pour le traitement des produits de consommation. Elles sont connues sous le vocabulaire de "trépied frigorifique de MONVOISIN" et basé sur (Laurent, 1974; Bourgeois *et al.*, 1996):

- La réfrigération appliquée à un produit sain (viande sans souillure);
- Une réfrigération précoce (aussitôt après l'abattage);
- Une réfrigération continue, donc une chaîne de froid ininterrompue.

La réfrigération se caractérise par une absence de modifications histologiques, biologiques et biochimiques. Cependant, on note l'existence de modifications organoleptiques dues au brunissement à la surface et au ralentissement de la maturation et des modifications physiques essentiellement représentées par la perte de poids (Craplet, 1966).

II.3.2. La congélation des viandes : Parmi toutes les techniques utilisées pour conserver la viande et les produits carnés, la congélation constitue certainement une solution des mieux adaptées. La congélation des viandes est une opération qui consiste à amener une forte proportion de l'eau contenue dans le produit sous forme de glace. (Iberraken et Maouche, 2006)

La congélation est un procédé qui refroidit lentement un aliment à cœur à -18 °C, permettant d'en conserver l'aspect, la texture et la saveur, puisque sa teneur en vitamines et minéraux reste sensiblement la même qu'à l'état frais. Advenant une congélation trop lente, les cristaux de glaces qui se sont formés, peuvent, s'ils sont trop gros, déchirer les cellules des aliments qui, lors de la décongélation, seront mous, décolorés et perdront beaucoup d'eau (Roux, 1994).

La surgélation est une technique industrielle de la congélation qui utilise des températures très basses (-30°C à -50°C/ -0,5 – -22°F) et une très grande rapidité de

refroidissement. Les cristaux se forment ainsi en petite quantité, ce qui risque moins d'endommager les cellules de l'aliment. Les produits carne surgelés doivent être, au moment de la surgélation, dans un parfait état de fraîcheur et de salubrité. Les basses températures freinent le déroulement des processus (bio) chimiques, physiques et microbiologiques et empêchent l'altération des viandes (**Maas et al., 2005**).

Sur le plan technologique ce sont les paramètres liés à la technologie de congélation qui influenceront sur les propriétés techniques de la viande. Ces paramètres sont (**Bourgeois et al., 1996 ; Iberraken et Maouche, 2006**):

- La congélation appliquée a un produit sain;
- Une congélation rapide;
- Une température finale interne très basse;
- Un stockage stable à basse température;
- Une décongélation rapide.

Le principal risque, au regard de la qualité des viandes et des produits carne congelés, se situe donc au plan d'altérations éventuelles des caractéristiques sensorielles. Les pertes vitaminiques lors de ce traitement des viandes et des produits carne sont très minimes (**Roux, 1994**).

II. Matériels et méthodes

L'intégralité de ce travail a été réalisée au laboratoire de microbiologie de la Faculté des Sciences de l'Université de Jijel, durant la période Avril– Juin de l'année 2013.

Les objectifs de cette étude qui porte sur l'évaluation de la qualité de la viande ovine séchée salée «*El Kadid*» s'articulent autour des points suivants:

- Etude des paramètres physicochimiques;
- Etude des propriétés fonctionnelles;
- Etude des paramètres microbiologiques;
- Isolement, purification et évaluation des propriétés antimicrobiennes des bactéries lactiques purifiées.

II.1. Matériels

II.1.1. Matériel biologique

II.1.1.1. La viande

La présente étude était conduite sur la viande séchée salée préparée selon la méthode traditionnelle dans la ville de Jijel. Le matériel biologique utilisé dans notre étude est représenté par la viande de mouton. Les prélèvements sont faits juste après l'abattage des animaux au niveau d'une boucherie au centre ville de Jijel. Les échantillons sont prélevés de deux compartiments de la carcasse, la cuisse et l'épaule. Le choix du muscle est réalisé à partir d'une carcasse plus riche en tissu musculaire et plus demandé par les consommateurs. Les carcasses sont choisies de façon aléatoire, sans tenir compte de l'âge et du sexe de l'animal.

II.1.1.2. Les souches indicatrices

Il s'agit de sept souches indicatrices représentées par les espèces suivantes:

Souches indicatrices	Code	Gram	Origine
<i>S. aureus</i>	ATCC 29523	(+)	American type culture collection
<i>E. coli</i>	ATCC 29522	(-)	American type culture collection
<i>Pseudomonas aerogenosa</i>	ATCC 27853	(-)	American type culture collection
<i>Klebsiella oxytoca</i>	–	(-)	Hôpital de Taher
<i>Salmonella. spp</i>	–	(-)	Hôpital de Taher
<i>Bacillus subtilis</i>	–	(+)	Hôpital de Taher
<i>Listeria monocytogenes</i>	–	(+)	Hôpital de Taher

Ces souches nous ont été fournies par le laboratoire de recherche de l'université de Jijel.

II.1.2. Milieux de culture

La partie microbiologique de notre étude a nécessité les milieux de culture suivants:

- Bouillon MRS (Man-Rogaza-Sharpe) : pour la purification des bactéries lactique;
- Bouillon nutritive : milieu utilisée pour la revivification des souches indicatrice;
- Bouillon TSE : pour la préparation des dilutions;
- Gélose PCA (Plat Count Agar): pour le dénombrement de la flore total aérobie mésophile (FTAM);
- Gélose MRS (Man-Rogaza-Sharpe): Pour le dénombrement et l'isolement des bactéries lactiques;
- Gélose VRBL (Gélose Lactosée biliée au cristal violet et au rouge neutre): pour le dénombrement Coliformes totaux (CT) et les Coliformes thermotolérants (CTT);
- Gélose VF (Viande-foie) avec les deux additifs « alun de fer et sulfite de sodium »: pour la recherche et le dénombrement des anaérobies sulfito-réducteurs 46°C (ASR 46°C);
- Gélose Chapman : pour la recherche et dénombrement des Staphylocoques;
- Gélose nutritive : pour la purification des souches indicatrice;
- Gélose Mueller-Hinton : pour l'identification des bactéries lactiques.

II.1.3. Additifs

- Alun de fer;
- Solution de sulfite de sodium.

II.1.4. Produits chimiques et réactifs

Les produits chimiques et réactifs utilisés au cours de cette étude sont les suivants:

- **Les colorants** : Le violet de Gentiane, Fuschine, phénolphtaléine à 1% ;
- **Les acides et bases** : L'acide chlorhydrique (5 M, 0.5M, 0.5 N et 1 N), acide borique, Acide sulfurique(0.05 N), acide nitrique (2 M), acide acétique-chloroforme (3/2), hydroxyde de sodium (0.1 N), hydroxyde de potassium(1 N et 0,5 M), Lessive de soude à 35 %;
- **Les réactifs** : Le réactif de Tashiro;
- **Alcool et autres**: Le lugol, éthanol, éther de pétrole , empois d'amidon, eau physiologique stérile ,sulfate de cuivre, sulfate de potassium , thiosulfate de sodium (0.01N), nitrate d'argent (0,1 M), heptane, solution méthanolique d'hydroxyde de potassium (2 N), iodure de potassium, isobutanol-éthanol , eau oxygénée à 10 volumes.

II.1.5. Appareillages

On s'est servi au cours de notre étude des appareils suivants:

- Agitateur électrique menu d'un barreau magnétique (Bunsen);
- Appareil de Kjeldahl;
- Appareil Soxhlet;
- Appareil Spectromètre d'Absorption Atomique (Shimadzu);
- Autoclave (Shiavax Electronic) ;
- Bain-marie (Memmert);
- Balance analytique (Kernals 220.4N);

- Centrifugeuse électrique (Hettich, Zentrifugen);
- Chromatographe phase gazeuse (CPG) de type Shimadzu;
- Compteur de colonies (Funk Gerber) ;
- Congélateur;
- Dessiccateur;
- Distillateur;
- Etuve à 105°C(Memmert);
- Etuves électriques à 37°C et 44°C(Memmert);
- Evaporateur rotatif;
- Four à moufle à 550°C;
- Four Pasteur (Controls);
- Glacière ;
- Micropipettes (Microlit);
- Microscope optique (Motic);
- PH-mètre (Hanna);
- Réfrigérateur et congélateur (Condor);
- Spectrophotomètre (UV Shimadzu, Jasco UV630);
- Vortex électrique (MS2 Minishaker).

II.2. Méthodes

II.2.1. Préparation des échantillons

II.2.1.1. Prélèvement et transport

Le prélèvement de viande ovine a été réalisé à l'aide d'un couteau stérile pour une quantité de 2Kg. 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 iso-thermique) et rapidement transférés.

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

Etape 1: 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.

Etape 2: 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.

Etape 3: 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 le temps d'arrêt du séchage.

Etape 4 : Conservation. Couper en morceaux de 2 à 3 cm et mettre dans un bocal fermé hermétiquement à température ambiante .Le temps de conservation est illimité.

II.2.1.3. Conditions de séchage

Le séchage au soleil a été réalisé entre 9:00 h et 15:00 h tous les jours. La température moyenne quotidienne au cours de cette période était de 25° C et l'humidité relative est de 67%. Le séchage au soleil a duré pendant 15 jours à la maison.

II.2.2. Analyses physicochimiques

II.2.2.1. Détermination de la matière sèche

2g de chaque échantillon coupé 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 (Foret, 2011). Le pourcentage de matière sèche est déterminé par la relation :

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

Avec :

- m_i = masse de l'échantillon initial (g) ;
- m_{sec} = masse de l'échantillon sec (g) après passage dans l'étuve à 105 °C.

II.2.2.2. Détermination de l'humidité

2g de chaque échantillon coupé est placé dans un creuset préalablement séché (1h à 100°C). Placer le creuset dans l'étuve à 100°C-105°C pendant 24h. Après séchage, retirer le creuset de l'étuve pour le refroidir dans un dessiccateur. Retirer le creuset et le refroidir dans un dessiccateur. Le séchage et le refroidissement sont répétés jusqu'à ce que le poids de deux pesées consécutives soit identique (AOAC, 2000). Le pourcentage de l'humidité est déterminé par la relation:

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

II.2.2.3. Détermination de la matière minérale

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

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

II.2.2.4. 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:

$$MO (\%) = MS - MM$$

Avec :

- **MO** : matière organique ;
- **MS** : matière sèche ;
- **MM**: matière minérale.

II.2.2.5. Détermination de la teneur en éléments minéraux par Spectroscopie d'Absorption Atomique (SAA):

Dans un tube contenant 1 ml d'acide chlorhydrique, on dissout les cendres obtenues et on ajoute avec précaution 10 ml d'eau distillée; la solution obtenue est chauffée pendant quelques minutes au bain-marié bouillant jusqu'à dissolution complète des cendres. Enfin ; dans une fiole jaugée de 100 ml on verse quantitativement la solution, puis on complète à 100 ml avec de l'eau distillée.

A partir de cette solution nous avons effectué le dosage des éléments minéraux suivant : Le plomb, le chrome, le zinc, le fer, le cuivre et le manganèse, le cadmium par spectrophotométrie d'absorption atomique (**Matteini et al., 1991**).

II.2.2.6. la détermination de la teneur en sel

La méthode décrite par (**Application Bulletin No. 130/2 f**) a été appliquée :

10 g de cet échantillon ont été placés dans un mixeur avec 190 g d'eau distillée. Le tout a été mélangé pendant 1 à 2 min jusqu'à ce que le mélange soit homogène. 50 g du mélange homogénéisé ont été pesés dans un Bécher en verre. Le mélange a été additionné de 50 ml d'eau distillée ainsi que de 2 ml d'acide nitrique $c(\text{HNO}_3) = 2 \text{ mol/L}$ et la titration est effectuée avec la solution de nitrate d'argent $c(\text{AgNO}_3) = 0,1 \text{ mol/L}$.

$$\% \text{ NaCl} = \text{EP1} \times 5,844 \times 0,1 / \text{C00} = \text{EP1} \times 0,5844 / \text{C00}$$

Avec :

- **C00** : environ 2,5 (masse d'échantillon utilisée pour le titrage en g) ;
- **EP1** : prise d'essai (en g).

II.2.2.7. Dosage de l'azote total par la méthode Kjeldahl

Dans un matras de minéralisation, 2 g de chaque échantillon ont été introduits avec une pincée de catalyseur (sulfate de cuivre et de potassium). Par la suite, 25 ml d'acide sulfurique pur a été ajouté; un chauffage progressif a été appliqué : d'abord une attaque à froid pendant 15 min jusqu'à l'apparition de vapeur blanche d'anhydride sulfurique, puis le chauffage a été rendu plus énergique, attaque à chaud pendant 4 à 5 heures. Quand la solution est devenue limpide, elle a été refroidie et complétée à 100 ml avec de l'eau distillée. La distillation a été réalisée dans un distillateur semi-automatique (VELP) où l'ajout de 40 ml de lessive de soude à 35 % dans le matras et 40 % d'acide borique dans une fiole de 250 ml a été réalisé. Le dégagement d'ammoniac a été récupéré dans une solution d'acide borique contenant l'indicateur coloré ; le réactif de Tachiro (mélange de bleu de méthylène et rouge de méthyle). L'excès d'ammoniac est alors dosé par l'acide sulfurique 0.05 N dans un titreux automatique jusqu'à ce que la couleur devienne grise sale (**AOAC, 2000**).



Figure 5 : Photo 1 : les étapes de dosage de l'azote total par la méthode kjeldahl.

La teneur en azote total est déterminée par la formule suivante:

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

Avec :

- **V_s** : Volume de l'acide sulfurique dépensé dans le titrage de l'échantillon (ml);
- **V_b** : 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.2.2.8. Détermination de la matière grasse brute

L'échantillon restant après la détermination de l'humidité a été transféré dans une cartouche Soxhlet. Cette dernière a été placée dans l'appareil Soxhlet en l'ayant recouvert avec du coton sec. Le ballon qui servira à recouvrir le solvant a été pesé et a été y introduit de quelques billes en verre. Par la suite, environ 75 ml d'éther de pétrole qui dissout graduellement la matière grasse a été versé. La partie supérieure du tube de l'extraction des graisses a été fixé au condenseur.

L'échantillon a été extrait pendant 16 heures ou plus par l'éther de pétrole. Le solvant contenant la matière grasse a été retourné 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 a été accumulée dans le ballon jusqu'à ce que l'extraction soit complète. Une fois l'extraction a été terminée, l'éther a été évaporé, sur un évaporateur rotatif. Enfin, la matière grasse a été séchée à 100°C pendant 1 heure, refroidit et pesée (AOAC, 2000).

Le pourcentage de gras brut est calculé comme suit:

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

II.2.2.9. Profil chromatographique des acides gras

0,2 g de matière grasse issue de chaque échantillon préalablement fondue a été pesé et additionné de 4 ml d'heptane puis de 0,1 ml de solution méthanolique d'hydroxyde de potassium 2 N. Le tube a été bouché et mélangé par retournements successifs et par la suite, il a été laissé décanter. La phase supérieure contenant les esters méthyliques a été utilisée pour l'analyse chromatographique.

Les esters méthyliques ont été injectés dans un chromatographe phase gazeuse de type Shimadzu QP2010 dans les conditions suivantes (**Arrêté du 5 mai 1986**):

- Colonne capillaire de type SE30 apolaire avec un diamètre de 0.25 μ l 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. Indice de peroxyde

Pour réaliser ce test, 1 g de chaque échantillon a été pesé dans un Erlen Meyer de 250 ml. 20 ml du mélange acide acétique-chloroforme (3/2) a été ajouté en plus de 1 ml d'une solution de KI (iodure de potassium) obtenue en dissolvant 1 g de KI dans 1 ml d'eau distillée. L'Erlen Meyer bouché et mélangé a été placé à l'obscurité pendant 5 mn. Par la suite, 75 ml d'eau distillée a été ajouté avec agitation. Enfin, l'iode libéré a été titré par le thiosulfate de sodium en présence d'amidon comme indicateur (**Ndiaye, 1991**).

Un blanc est réalisé dans les mêmes conditions. L'indice de peroxyde est exprimé par la formule

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

Avec :

- **V2** : Volume de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ exigé par l'échantillon ;
- **V1** : Volume de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ exigé par le blanc.

II.2.2.11. Indice de saponification

Pour la réalisation de cette manipulation, 25 ml de d'hydroxyde de potassium 0,5 M (KOH) dont le titre est connu avec précision a été ajouté dans un ballon contenant 5 g du corps gras. Le tout a été porté à ébullition pendant 3 heures. La phénophtaléine a été ajoutée et le mélange a été titré avec l'HCl 0,5M jusqu'à disparition de la couleur rouge. Un essai à blanc (sans échantillon) a été effectué en parallèle dans les mêmes conditions (**AFNOR, 1993**).

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

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

Avec:

- **V₀**: volume d'HCL titrant pour le blanc (ml) ;
- **V_I** : 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.

II.2.2.12. Indice d'Acide

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

La titration a été faite sous agitation en versant goutte à goutte la solution 0.5N d'acide chlorhydrique jusqu'à décoloration. Une réaction à blanc a été effectuée en parallèle dans les mêmes conditions mais sans matière grasse 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).

II.2.2.13. Détermination du pH

Le pH a été déterminé en utilisant un pH-mètre préalablement étalonné par des solutions tampon pH4 et pH7. 1g du broyat de chaque échantillon a été placé en suspension dans 10 ml de TSE (Trypton-Sel Eau). Par la suite, l'électrode a été trempée dans le mélange et le pH a été déterminé à 25°C (**AOAC, 1995**).

II.2.2.14. 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 phénolphtaléine comme indicateur. Le volume de NaOH (0,1 N) par gramme d'échantillon utilisé était exprimé par l'acidité titrable (**Capita et al., 2006**). L'acidité exprimée en acide acétique, est donnée par la relation suivante:

$$\text{Acidité \%} = V \times 0.9$$

Avec :

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

II.2.3. Analyse des propriétés fonctionnelles

II.2.3.1. Propriétés émulsionnantes

Les propriétés émulsifiantes ont été mesurées en utilisant une méthode inspirée de celle décrite par **Yasamatsu et al. (1972)**. 1,25 g de chaque échantillon a été homogénéisé avec 50 ml d'eau pendant 30 secondes, avec un homogénéisateur à 11 000 tr/min. De l'huile de tournesol (25 ml) a été ajoutée 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 :

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

II.2.3.2. Propriétés moussantes

Les propriétés moussantes ont été mesurées par application de la méthode décrite par **Padmashree et al. (1987)**. 3 g de chaque échantillon a été mélangé à 300 ml d'eau 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 :

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

II.2.3.3. Hygroscopicité

L'hygroscopicité a été déterminée par application 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 est alors exprimée en pourcentage du poids acquis par la viande après 48 heures d'exposition.

II.2.3.4. 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 mixé avec 10ml d'eau distillée ou de l'huile pendant 30 secondes dans un mélangeur. Les échantillons ont été ensuite laissés au repos à température ambiante pendant 30min, 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 1g/ml et celle de l'huile 0,911 g/ml. Les résultats sont exprimés sur une base de poids sec.

II.2.4. 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 est évaluée par la recherche et le dénombrement de différents germes qui peuvent se développer dans la viande séchée salée.

II.2.4.1. Préparation de la solution mère et des dilutions

La solution mère a été effectuée à partir d'une pesée de 10g de viande séchée salée prélevée aseptiquement puis hachée dans un homogénéisateur pendant 2min jusqu'à l'obtention d'une pâte et enfin dilué dans 90ml de TSE; la solution obtenue est la dilution 10^{-1} . 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, la dilution a été poussée jusqu'à 10^{-5} (Joffin et Joffin, 2003).

II.2.4.2. Dénombrement des germes aérobies à 30°C

La flore totale aérobie mésophile est constituée d'un ensemble de micro-organismes variés correspondant aux germes banals de contamination. Ces germes n'agissent pas sur l'aliment et n'ont pas de répercussion du point de vue qualitatif et hygiénique qu'au-delà d'une certaine quantité. Le dénombrement de la flore totale aérobie mésophile reflète la qualité microbiologique générale d'un produit naturel et permet d'en suivre l'évolution (Guiraud et Rosec, 2004).

➤ Technique

Un volume connu de 1 ml de la dilution 10^{-5} a été étalé à la surface de la gélose PCA fondue et refroidie. Après étuvage à 30°C pendant 72h, les colonies lenticulaires ont été dénombrés (Joffin et Joffin, 2003).

II.2.4.3. Dénombrement des coliformes totaux

Les coliformes sont des entérobactéries fermentant le lactose avec production de gaz à 30°C.

➤ Technique

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 a été fait en profondeur en déposant dans une boîte de Pétri 1 ml de cette dilution, puis en faisant couler la gélose VRBL chauffée et refroidie à 45°C en double couche. L'incubation a été faite à 30°C pendant 24h. Après incubation, toutes les colonies violettes, d'un diamètre voisin de 0.5 à 1 mm et entouré d'un halo de précipiter des sels biliés quand ceux-ci sont modifiés ont été dénombrés (Bourgeois et Larpent, 1996).

II.2.4.4. Dénombrement des coliformes thermotolerants

On appelle coliformes thermotolerants (et parfois « coliformes fécaux » dans la réglementation), les coliformes capables de se développer à 44°C.

Le dénombrement des coliformes a longtemps été considéré comme un indice de contamination fécale et plutôt indicateur de la qualité hygiénique générale d'un aliment (Guiraud et Rosec, 2004).

➤ Technique

Le dénombrement des coliformes thermotolerants a été réalisé sur gélose lactosée biliée au violet de cristal et au rouge neutre (VRBL) en partant de la dilution 10^{-2} . L'ensemencement a été fait en profondeur en faisant déposer dans une boîte de Pétri 1 ml de cette dilution, puis en faisant couler la gélose VRBL chauffée et refroidie à 45°C en double couche. L'incubation a été faite à

44°C pendant 24 h. Après incubation, toutes colonies violettes, d'un diamètre voisin de 0.5 à 1 mm et entouré d'un halo de précipiter des sels biliaire ont été dénombrés (**Bourgeois et al., 1996**).

II.2.4.5. Recherche des anaérobies sulfito-réducteurs 46°C

Les anaérobies sulfito-réducteurs (ASR) se développent en 24 à 48 heures sur une gélose Viande Foie en donnant des colonies typiques réduisant le sulfite de sodium (Na_2SO_3) qui se trouve dans le milieu, en sulfure qui en présence de Fe^{2+} donne FeS (sulfure de fer) de couleur noire (**M.C, 1995**).

➤ Technique

Dans des tubes stériles, 1ml des solutions mères ou des dilutions décimales ont été introduits. Ces tubes ont été placé dans un bain marie pendant 10 mn à 80°C, afin de détruire toutes les formes végétatives des ASR éventuellement présentes et activer les formes sporulées. Immédiatement à la sortie du bain marie, ces tubes ont été refroidis sous l'eau du robinet. Par la suite environ 15 ml de gélose Viande Foie fondue puis refroidie à $45^\circ\text{C} \pm 1$, additionnés d'Alun de fer et de Sulfite de sodium, ont été ajoutés à chaque tube à essai ; Le milieu préparé mélangé à l'inoculum a été doucement agité pour éviter la formation de bulles d'air. Après solidification sur paillasse, les tubes ont été incubés à 46°C, pendant 24 à 48 heures (**Guiraud, 2003**).

II.2.4.6. Recherche des *Staphylococcus aureus*

Les Stphylocoques sont des cocci à Gram+, catalase+, asporulés et immobiles de 0,5 à 2,5 micromètres. Leur paroi est principalement constituée de peptidoglycane. Ils ont une phosphatase(+), ce sont des aéro-anaérobies facultatifs, la majorité sont des coagulases (+) (**Bourgeois et al., 1996**).

➤ Technique

La recherche de *Staphylococcus aureus* a été effectuée sur le milieu Chapman. L'ensemencement a été fait par étalement de 0,1ml 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 (**Bourgeois et al., 1996**).

II.2.4.7. Dénombrement des bactéries lactiques

Le groupe des bactéries lactiques réunit plusieurs genres caractérisés par leur capacité à fermenter les glucides en produisant de l'acide lactique. Ce sont des coques ou bâtonnets Gram positif, généralement immobiles et non sporulés. (**Larpent et al., 1997; Bourgeois et al., 1996**).

➤ Technique

Le dénombrement a été effectué sur le milieu gélosé de Man-Rogosa-Sharp (MRS). L'ensemencement a été effectué par étalement d'1ml 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 48h. 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.2.5. Isolement et identification des bactéries lactiques

II.2.5.1. 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 48h en conditions d'anaérobiose. La purification consiste à réaliser des repiquages successifs sur gélose et bouillon MRS, avec une incubation à 37°C pendant 24h, 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.2.5.2. Identification des isolats

L'identification 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).

II.2.5.2.1. Examen microscopique

Après l'examen macroscopique des colonies sur gélose MRS, et dans le but d'écartier tout ce qui ne peut pas être une bactérie lactique, les isolats ont été soumis à la coloration de Gram (Annexe II), celle-ci permet de différencier les bactéries à Gram positif (en violet) de celles à Gram négatif (en rose), les bâtonnets, les coques et le mode de regroupement (Leyral et Joffin, 1998 ; Raynaud, 2006).

II.2.5.2.2. 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.

II.2.5.3. Activité antimicrobienne

Ce teste 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.

II.2.5.3.1. Revivification des souches

Nous avons utilisé sept souches indicatrices (*Listeria monocytogenes*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella oxytoca*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aerogenosa*, *Salmonella sp*) après une revivification dans le bouillon nutritif et incubation à 37°C puis purification sur gélose nutritive et incubation à 37°C .

II.2.5.3.2. 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 , 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 rpm pendant 15 min (ou bien 9400 rpm | 10 min), ensuite les surnageants ont été filtrés sur un millipore de 0,22 μm .

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.

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 confectionnés. Chaque puits a reçu 50 μl du surnageant. Après incubation 24h à 37° C, les diamètres des zones d'inhibition ont été mesurés.

La nature protéique de la substance inhibitrice a été confirmé par le traitement du surnageant neutralisé par différentes protéases. 300-400 μl du surnageant ont été traités avec les protéases (trypsine, pepsine, α chymotrypsine, papaïne, pronase) avec une concentration finale de 1 mg/ml puis incubé à 37°C pendant 2h. Après ce temps, les protéases sont dénaturés à 105° C pendant 5 min. 300 μl du surnageant sans protéase sert de référence, l'activité antimicrobienne contre les souches indicatrices a été déterminée par la technique citée précédemment (**Bareffouts et Klaenhammer, 1983; Dortu, 2008**).

III.1. Analyses physicochimiques

III.1.1. Teneur en eau et en matière sèche

Les résultats de la teneur en eau et en matière sèche des deux échantillons de la viande ovine séchée salée *El kadid* sont illustrés par les figures 6 et 7.

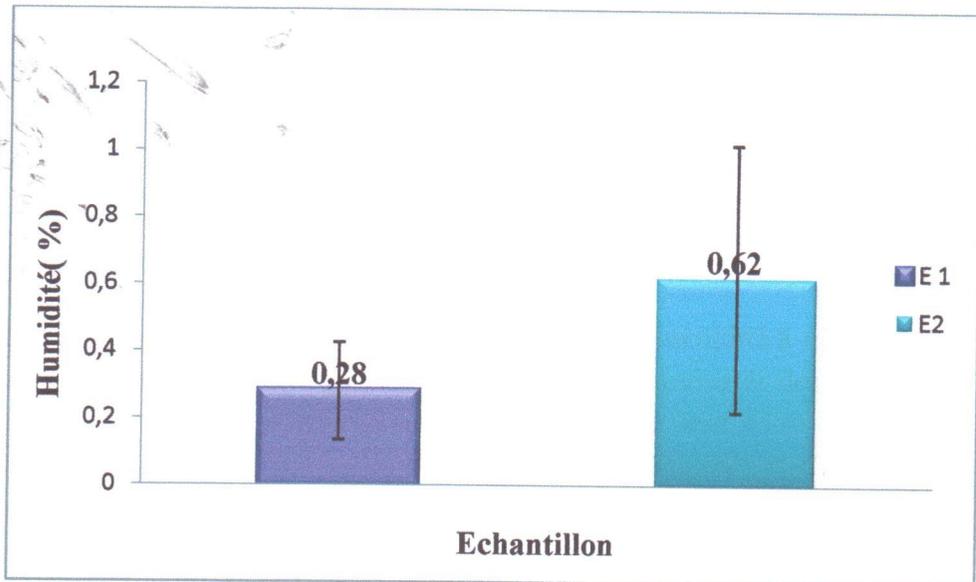


Figure 6 : Teneur en eau de la viande ovine séchée salée (*El kadid*).

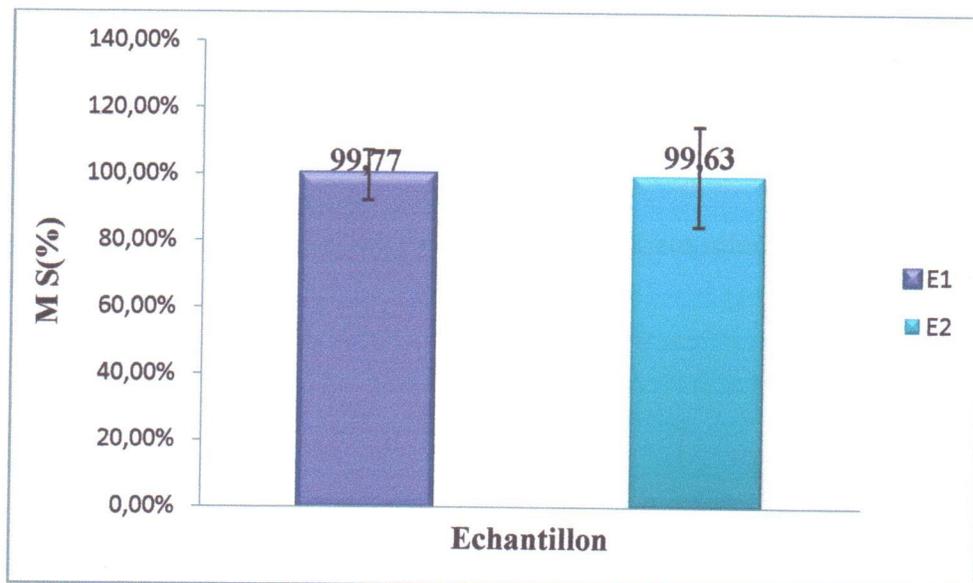


Figure 7 : Matière sèche de la viande ovine séchée salée (*El kadid*).

Il en ressort de la figure 6 que les pourcentages de la matière sèche des deux échantillons E1 ($99.77 \pm 0.075\%$) et E2 ($99.63 \pm 0.15\%$) sont proches. Concernant la teneur en eau, les résultats montrent une différence remarquable entre les deux échantillons avec un écart de 0.40%.

Les propriétés des aliments, leur durée de conservation, leur activité microbienne, etc, peuvent être contrôlés à l'aide d'un paramètre : l'activité de l'eau, appelé aussi humidité relative en équilibre. Ce paramètre très important est mesuré depuis longtemps (Ryan, 2003).

L'eau libre est une eau non liée à des sels (NaCl) ou à des molécules (glucides). Cette eau peut être éliminée de l'aliment par évaporation. Elle favorise la croissance bactérienne. Cependant, les bactéries pathogènes se développent à des activités d'eau comprises entre 0.9 et 1, celle des levures se situe entre 0.87 et 0.9 (Carip, 2008).

Bennani *et al.* (1995) ont trouvé une valeur d'activité d'eau (a_w) d'*El kadid* de 0,55 et celle d'humidité de 10%. Ces différences de résultats peuvent être dues aux facteurs climatiques (la région), l'âge, le sexe, la méthode de préparation, ou la durée d'exposition de la viande ovine au soleil.

Opondo (2011) a rapporté que le séchage réduit la teneur en humidité à un niveau qui empêche la croissance des microorganismes en particulier des champignons et des bactéries. De même, d'après Descrosier *et al.* (1987) et Ikeme *et al.* (1990), la viande perd de sa teneur en humidité au séchage entraîne une augmentation de la concentration de protéines et d'autres nutriments par unité de poids que dans leurs homologues fraîches.

Cependant, d'après les résultats trouvés, le taux de la matière sèche de nos échantillons est inversement proportionnel avec la teneur en eau.

Les résultats du test ANOVA démontrent que la valeur de la matière sèche des deux échantillons de viande séchée salée *El Kadid* étudiées est non significative ($P > 0,05$), et celle de l'humidité est significativement différente ($P < 0,05$).

III.1.2. Matière minérale et sels minéraux

Les résultats obtenus lors de l'évaluation de la teneur en matière minérale des deux échantillons sont résumés dans la figure 8.

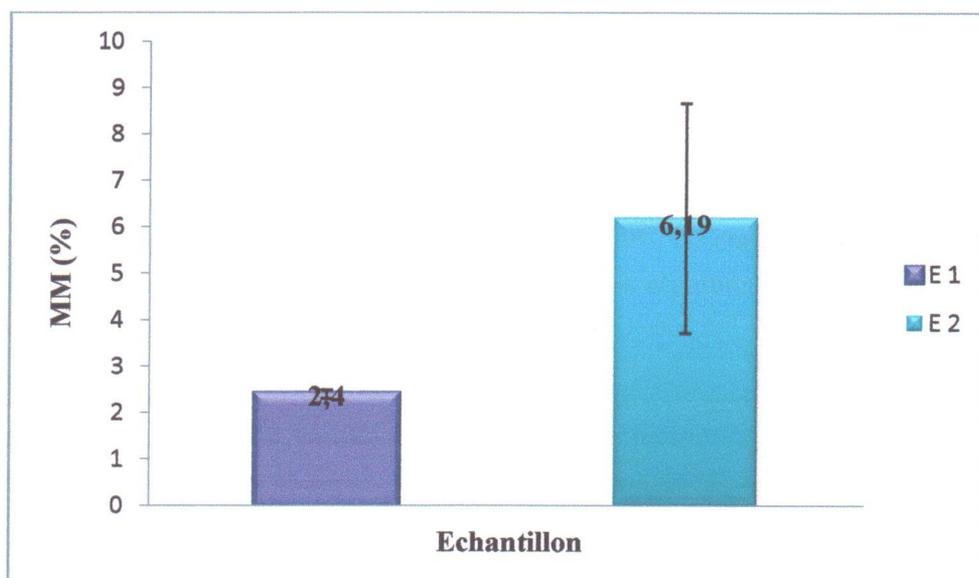


Figure 8 : Matière minérale des échantillons de la viande ovine séchée salée (*El kadid*).

Nous remarquons à partir du graphe ci-dessus que les pourcentages de la matière minérale des deux échantillons sont largement différents, E 1 = $2,4 \pm 0,09\%$ et E 2 = $6,19 \pm 2,475\%$.

Le taux de la matière minérale permet de juger la richesse ou la pauvreté de la viande en élément minéraux. Plusieurs auteurs, **Craplet (1966)**, **Soltner (1979)** et **Staron (1982)**; ont mentionné que la viande est une excellente source de fer et de phosphore, qui est bien assimilé par l'organisme, mais elle est pauvre en calcium. Le pourcentage de la matière minérale selon **Staron (1982)** varie de 1 à 2 % pour la viande ovine fraîche.

Par comparaison, nos résultats sont supérieurs à ceux rapportés par **Staron (1982)** à cause du séchage de la viande qui augmente la concentration des nutriments parmi, les sels minéraux.

Les résultats du test ANOVA démontrent que la valeur de la matière minérale des deux échantillons étudiés est significativement différente ($P > 0,05$).

A partir de notre matière minérale, nous avons déterminé les éléments minéraux présents et leurs concentrations, les résultats sont représentés dans le tableau 8.

Tableau 8 : Teneurs en éléments minéraux des échantillons d'*El Kadid* ovine.

Les éléments minéraux	Moyenne \pm ES (E1) (ppm)	Moyenne \pm ES(E2) (ppm)
Mn	0,09 \pm 0,06	0,22 \pm 0
Zn	0,71 \pm 0	0,85 \pm 0
Fe	0,67 \pm 0,1	0,66 \pm 0
Cu	0,08 \pm 0,05	0,03 \pm 0
Pb	0,23 \pm 0,02	0,13 \pm 0
Cd	0,01 \pm 0	0,01 \pm 0
Cr	0,04 \pm 0	0,01 \pm 0

La viande fraîche est une source importante de fer. Le fer dans la viande a une forte biodisponibilité, le réservoir principal étant en tant que composant de la myoglobine (**Warriss, 2000**). Les résultats montrent que la concentration de Zn est la plus forte.

Selon les travaux menés par **Faleye et al. (2004)** sur la viande séchée, les résultats du dosage ont montré que les éléments minéraux suivants Mn, Cu, Cd, Pb, Cr étaient non détectables, la teneur en Zn était de $3,01 \pm 0,01$ et en Fe $5,88 \pm 0,02$. Donc nos résultats sont totalement différents de ceux trouvés par ces auteurs.

III.1.3. Matière organique

Les résultats obtenus lors de l'évaluation de la teneur en matière organique calculés pour chaque échantillon sont résumés dans la figure 9.

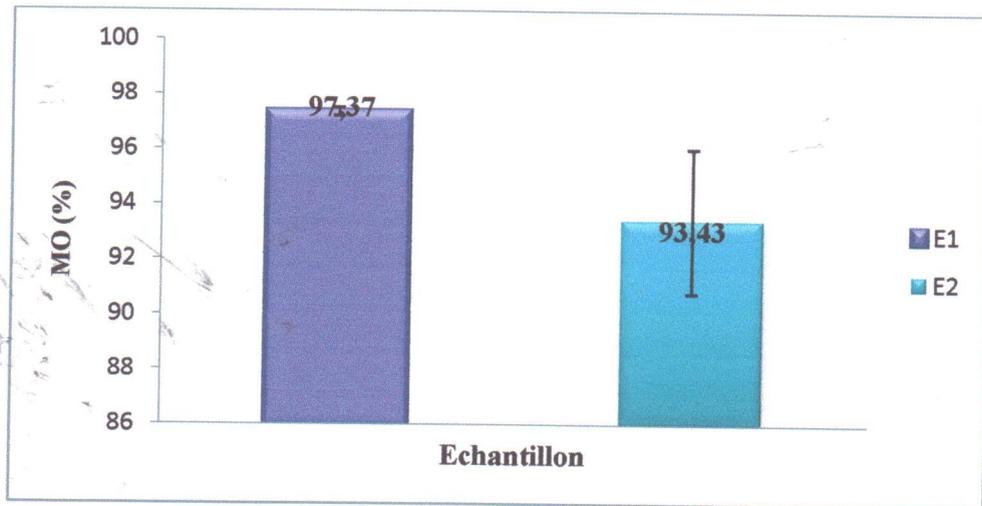


Figure 9 : Matière organique des échantillons de la viande ovine séchée salée (*El kadid*).

Les proportions de la matière organique dans les deux échantillons sont relativement élevées, de l'ordre de $97,37 \pm 0,16\%$ pour le premier échantillon et de $93,43 \pm 2,62\%$ pour le deuxième. Nous observons qu'il y a une corrélation entre les pourcentages élevés en matières sèches et les bas pourcentages des matières minérales.

Les résultats du test statistique démontrent que la valeur de la matière organique des deux échantillons d'*El Kadid* est significativement différente ($P < 0,05$).

III.1.4. pH et l'acidité titrable

Le pH constitue l'un des principaux obstacles que la flore microbienne doit franchir pour assurer sa prolifération. Les résultats obtenus lors de l'évaluation du pH et de l'acidité titrable pour chaque échantillon sont résumés dans les figures 10 et 11.

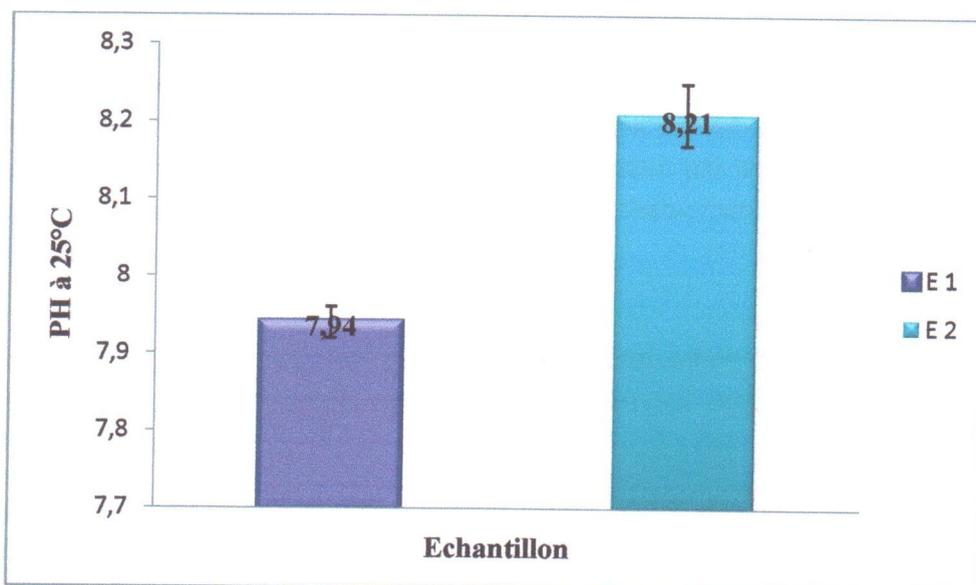


Figure 10 : pH des échantillons de la viande ovine séchée salée (*El kadid*).

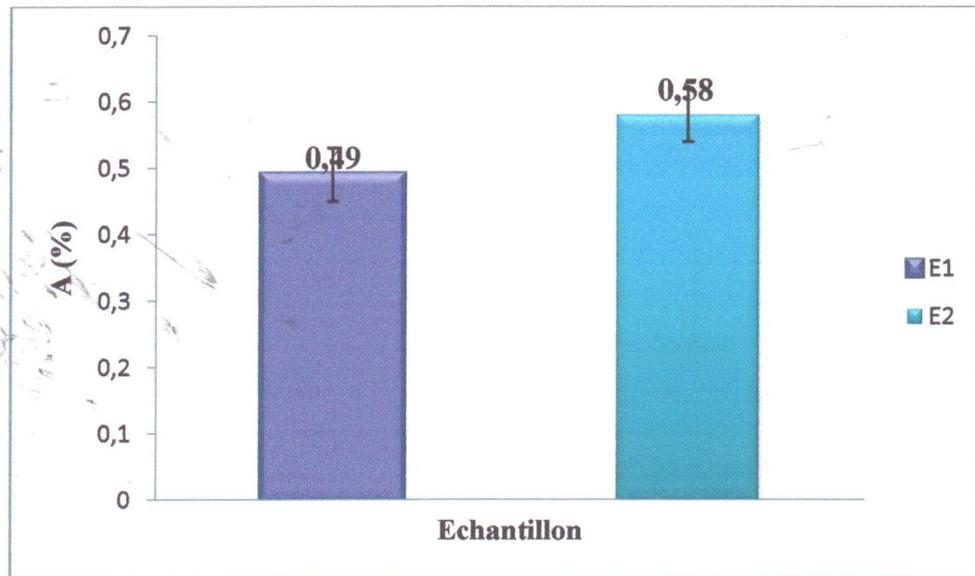


Figure 11 : Acidité titrable des échantillons de la viande ovine séchée salée (*El kadid*).

Nos résultats montrent que le pH et l'acidité titrable du deuxième échantillon sont peu élevés pH $8,21 \pm 0,02$ et Acidité $0,58 \pm 0,04$ comparativement à ceux du premier échantillon, pH $7,94 \pm 0,04$ et Acidité $0,49 \pm 0,04$.

Pour la viande ovine fraîche le pH passe de 7.0 à 5.5 après 24 h *post mortem* (Brian *et al.*, 1999). L'amplitude de la chute du pH est dépendante du type de fibres musculaires. En effet, l'amplitude dépend essentiellement du taux de glycogène musculaire, le pH ultime (*post mortem*) est d'autant plus bas que la proportion de glycogène est élevée (Hay *et al.*, 1973; Laborde *et al.*, 1985).

Nous remarquons que le pH de notre viande ovine séchée salée est basique. Ceci peut être dû au sel utilisé lors de l'étape du salage qui a un rôle d'augmenter la valeur du pH.

Le pH des deux échantillons est élevé cela déduit que l'acidité de notre produit (*El kadid* ovin) est faible. Gire et Monin (1979) ont montré que les animaux stressés avant l'abattage subissent un abaissement du glycogène *in vivo*. Cet abaissement se traduit par une faible baisse du pH "*post mortem*", ce qui peut être notre cas, l'animale a été probablement stressé ou surmené lors de l'abattage traditionnel.

Nester *et al.* (2007) suggèrent qu'un pH élevé favorise la croissance microbienne et que la plupart des bactéries poussent mieux à un pH neutre 7 mais ils peuvent encore tolérer les gammes de pH acide pH5 ou basique pH 8.

Les résultats du test ANOVA démontrent que la valeur du pH des deux échantillons de viande séchée salée *El Kadid* étudiées est non significative ($P > 0,05$), et celle de l'acidité titrable est non significative ($P > 0,05$).

III.1.5. La teneur en sel

Les résultats obtenus lors de l'évaluation de la teneur en sel pour chaque échantillon sont résumés dans la figure 12.

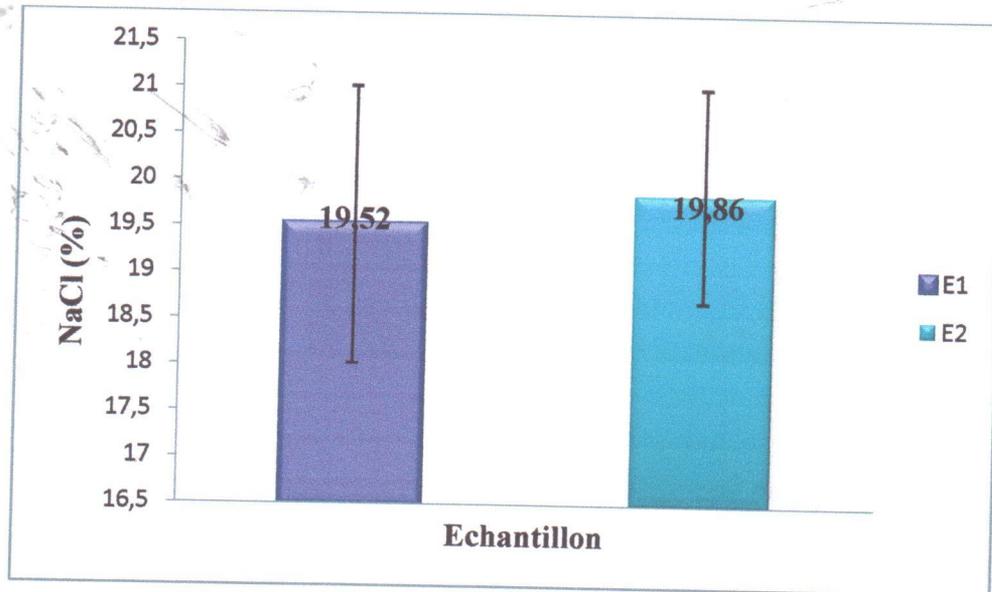


Figure 12: Teneur en sel des échantillons de la viande ovine séchée salée (*El kaddid*).

D'après l'histogramme ci-dessus nous constatons une similitude des pourcentages de chlorure de sodium dans les deux échantillons étudiés, dont le premier échantillon a montré la valeur $19,52 \pm 1,5\%$ alors que la deuxième a révélé la valeur $19,86 \pm 1,16\%$. Ces résultats sont raisonnables parce que nous avons utilisé le sel pour le salage de la viande lors de la préparation d'*El kaddid*.

Les résultats statistique démontrent que la valeur de la teneur en sel est non significative ($P > 0,05$).

III.1.6. La teneur en protéines

L'utilisation de la méthode de Kjeldahl permet de doser les protéines de la viande ovine séchée salée, elle consiste à transformer l'azote organique en azote minéral (minéralisation), puis à déplacer l'ammoniac du sel d'ammonium obtenu (distillation) pour le neutraliser par une solution acide de titre connu (dosage) (Kjeldahl, 1883).

Les résultats obtenus lors de l'évaluation de la teneur en protéine calculés pour chaque échantillon sont résumés dans la figure 13.

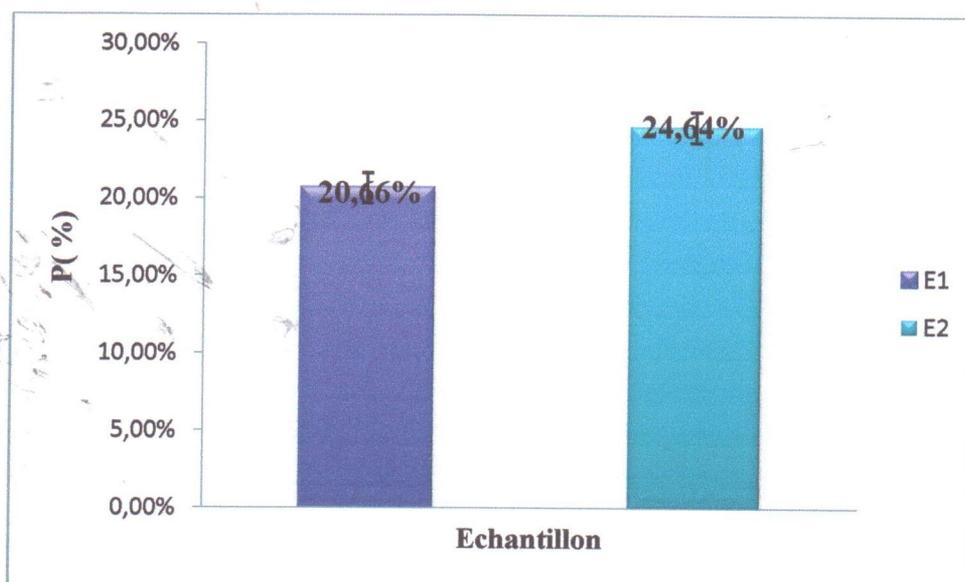


Figure 13 : Teneur en protéines des échantillons d'*El kadid* ovin.

D'après **Virling (2003)**, les valeurs extrêmes la teneur protéique des viandes ovines fraîches, quelle que soit l'espèce et l'âge, se situe entre 16 et 21%. Les résultats obtenus étaient de 20,66% pour E1 et 24,64% pour E2, ces valeurs sont supérieures à la valeur maximale de la teneur en protéines (21%) dans la viande ovine fraîche, Ceci est en accord avec les conclusions de **Ockerman (1985)** qui a rapporté qu'en cas de séchage, la teneur en humidité de la viande diminue, les protéines et la teneur en matière sèche augmentent.

D'après le test ANOVA, les résultats statistiques démontrent que la valeur de la teneur en protéine d'*El kadid* est une différence non significative ($P > 0,05$).

III.1.7. La matière grasse

Les résultats obtenus lors de l'évaluation de la teneur en matière grasse pour chaque échantillon sont illustrés par la figure 14.

Le pourcentage de la matière grasse de deux échantillons est relativement élevé pour E1 : $35,81 \pm 4,23\%$ et E2 : $33,81 \pm 3,03\%$.

D'après ces résultats, les deux échantillons de viande séchée salée sont très riches en matières grasses. Nos résultats ne peuvent être comparés à ceux trouvés avec la même viande fraîche. **Ashgar et Pearson (1980)** ont obtenu une valeur des lipides égale à 2% dans la viande ovine fraîche, de même, **Craplet et al. (1976)** ont trouvé des valeurs comprises entre 1,3 et 1,5% de la fraction lipidique dans les muscles de la viande ovine fraîche.

Les résultats du test ANOVA démontrent que la valeur de la matière grasse des deux échantillons de viande séchée salée *El Kadid* étudiées est significativement différente ($P < 0,05$).

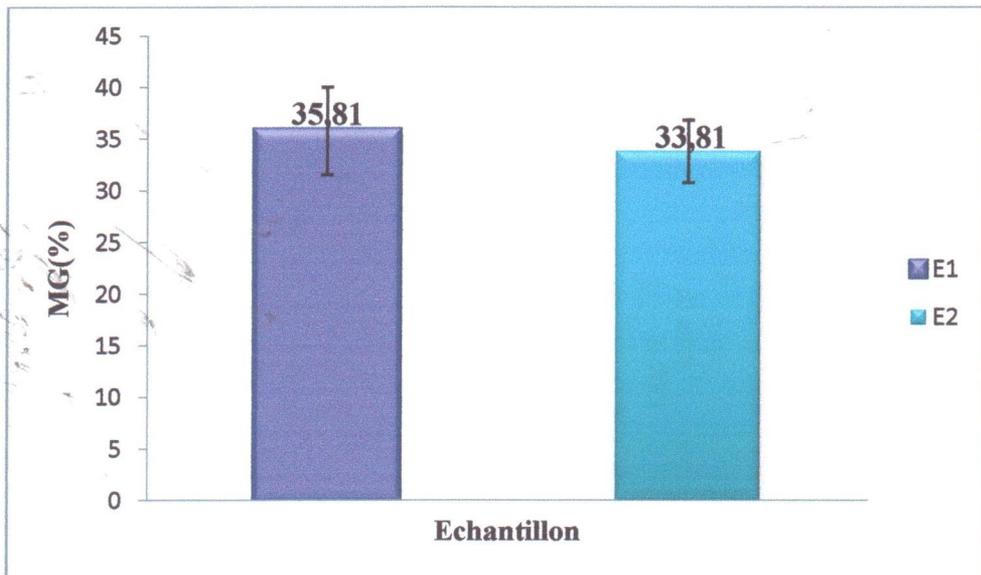


Figure 14 : Teneur en matière grasse des échantillons d'*El kadid* ovine.

III.1.8. Composition en acides gras

Les chromatogrammes illustrés par les figures 15 et 16 représentent les résultats de la séparation des acides gras de la viande ovine séchée salée (*El kadid*) par la CPG.

Pour l'échantillon E1, l'analyse chromatographique dure 49 minutes et fait révéler 5 pics caractérisant les acides gras dont les premier deux pics ont la même longueur de chaîne : le premier pic représente un pourcentage de 27,76%, occupe de ce fait une surface de 27,58% de l'ensemble de la surface des pics révélés et apparaît après un temps d'élution de 30,73 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 mais méthylé, le deuxième pic apparaît avec un pourcentage moins important 5,24% et occupe une surface de 8,32%, il est détecté après 31,52 minutes d'élution. Par référence, cet acide gras correspond à l'acide palmitique C16 :0.

Les deux autres pics ont aussi la même longueur de chaîne : le premier représente un pourcentage de 22,58% occupant une surface de 19,98% et apparaît après un temps d'élution de 33,95 minutes, il s'agit de l'acide oléique C18 :1 Δ^9 . L'acide stéarique C18 :0 vient par la suite avec un pic maximal enregistrant un pourcentage de 32,18% occupant la plus large surface qui est de 30,63% et apparaît après un temps d'élution 34,53 minutes, le dernier pic avec un pourcentage de 12,24% et une surface de 13,48% est enregistré après un temps d'élution de 40,92 minutes, il s'agit de l'acide phthalique C24.

Nous remarquons que les acides gras abondants dans E1 de la viande ovine séchée salée sont l'acide stéarique C18 :0, l'acide oléique C18 :1 Δ^9 et l'acide palmitique C16 :0.

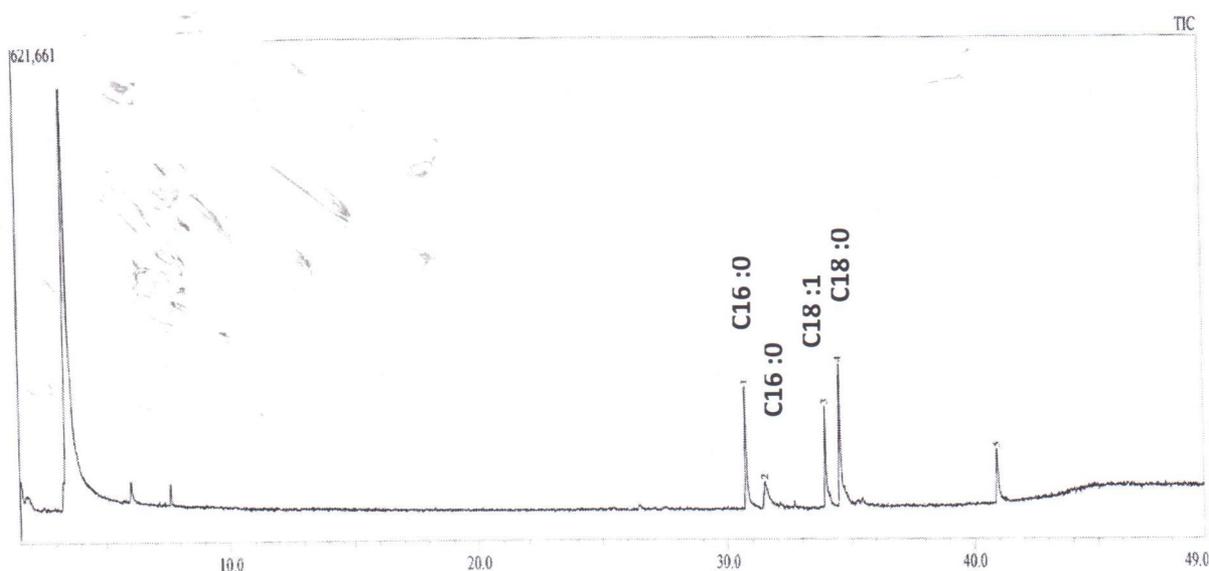


Figure15 : Chromatogramme des acides gras de la viande ovine séchée salée (E1).

Pour l'échantillon E2 de la viande ovine séchée salée, l'analyse chromatographique dure 49 minutes et fait révéler 6 pics. Le premier pic représente le grand pourcentage qui est de 53,09 %, occupe de ce fait une surface de 42,74% de l'ensemble de la surface des piques révélés et apparaît après un temps d'élution de 30,72 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 de 0,47% et occupe une surface de 0,26%, il est détecté après 31,98 minutes d'élution. Par référence, cet acide gras correspond à l'acide myristique C14 :0 attaché avec eux un groupe méthyle, le pic suivant représente un pourcentage de 1,47% occupant une surface de 1,08% et apparaît après un temps d'élution de 32,70 minutes, il s'agit de l'acide margarique C 16. L'acide oléique vient par la suite avec un pic enregistrant un pourcentage de 18,48% occupant la surface de 25,44% et apparaît après un temps d'élution 33,962 minutes, le cinquième pic a un pourcentage de 23,94%, occupant une surface de 28,36% et apparaît après un temps d'élution de 34,55 par définition c'est l'acide stéarique. Le dernier pic avec un pourcentage de 2,56% et une surface de 2,12% est enregistré après un temps d'élution de 40,94 minutes, il s'agit de l'acide phthalique C24.

Dans E2 l'abondance de l'acide palmitique a été observée. Ces résultats peuvent être la cause d'utilisation d'huile d'olive dans la préparation d'*El kadid* ovin. La méthode de CPG révèle tous les acides présentés dans notre échantillons non seulement les acides gras c'est pour cela nous avons obtenu l'acide margarique et l'acide phthalique.

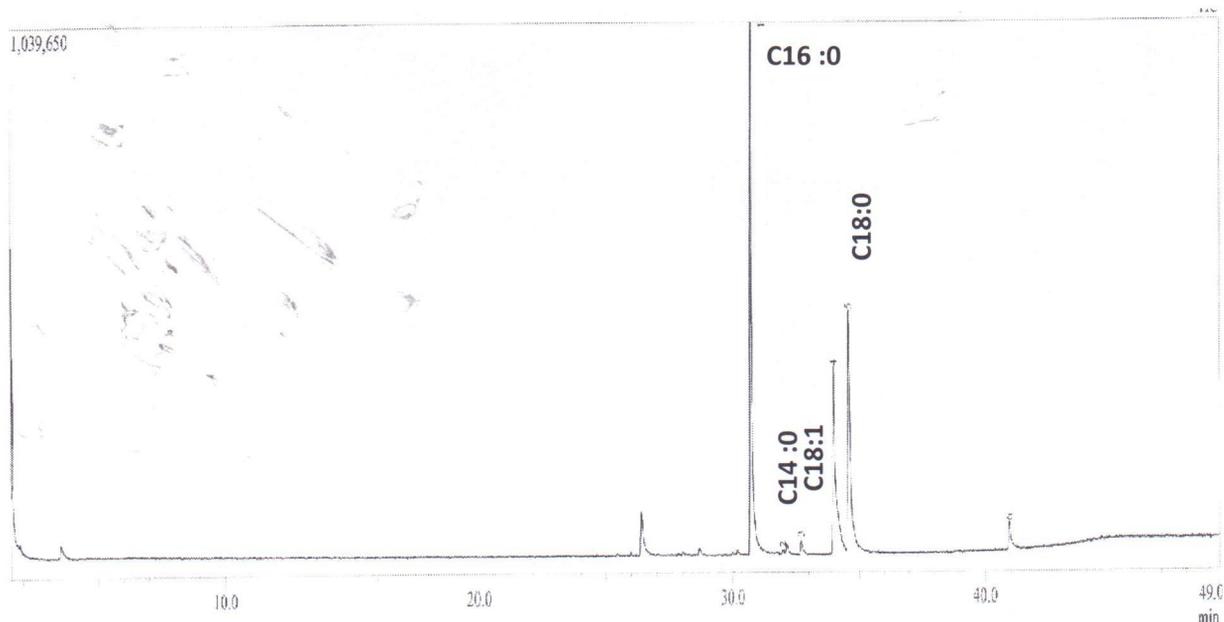


Figure16 : Chromatogramme des acides gras de la viande ovine séchée salée (E2).

III.1.9. Les indices (Ia, Ip, Is)

Les résultats obtenus lors de l'évaluation des indices d'acide, de peroxyde, de saponification calculés pour chaque échantillon sont résumés dans les figures 17, 18 et 19.

Les résultats de l'indice de peroxyde de deux échantillons sont identiques ($2,25 \pm 0,25$ meq/g). Alors que ceux de l'indice d'acide sont peu différents $11,77$ mg/g pour E1 et $11,005 \pm 0,765$ mg/g pour E2. Mais pour l'indice de saponification la différence entre les résultats est remarquable avec $95,45 \pm 2,53$ g pour E1 et $97,98 \pm 1,69$ g pour E2.

L'indice d'acide d'une matière grasse est le nombre de mg d'hydroxyde de potassium (KOH) nécessaire pour neutraliser les acides gras libres (AGL) contenus dans 1 g de matière grasse. Il mesure la quantité d'AGL présents dans un corps gras (Lecoq, 1965).

L'indice de peroxyde mesure le degré de rancidité des matières grasses après une exposition à l'air. Cette dernière va entraîner la formation de peroxydes à partir des acides gras non saturés. Par définition, l'indice de peroxyde est le nombre de méq d'oxygène actif de peroxyde contenu dans 1g de corps gras susceptible d'oxyder l'iodure de potassium avec libération d'iode (Ndiavii, 1991).

Cependant, les graisses soumises à l'oxydation perdent leurs valeurs nutritionnelles et se forment plusieurs produits d'oxydation nocifs (Billek, 2000 ; Fauconnier, 2002 ; Pesti *et al.*, 2002 ; Ebrahimzadeh *et al.*, 2008).

Les résultats du test ANOVA démontrent que les valeurs des indices de peroxyde, d'acidité, et de saponification sont respectivement : non significative ($P > 0,05$), non significative ($P > 0,05$), et significativement différente ($P < 0,05$).

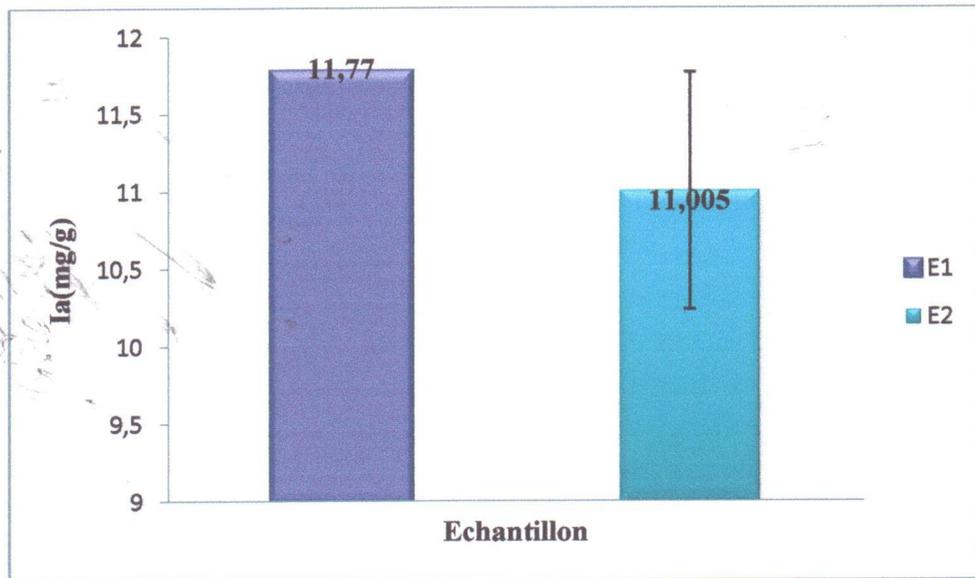


Figure 17 : Indice d'acide des échantillons d'El kadid ovin.

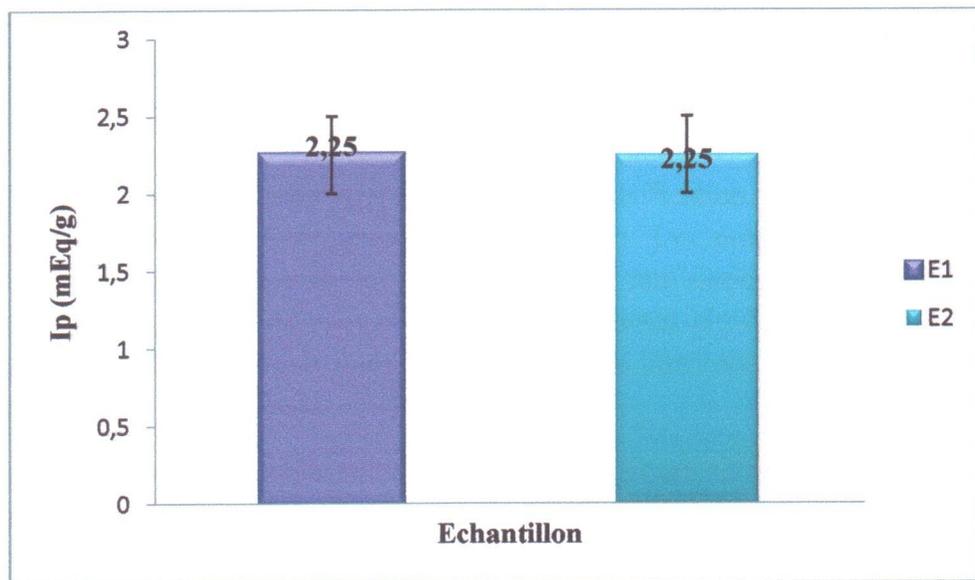


Figure 18 : Indice de peroxyde des échantillons d'El kadid Ovin.

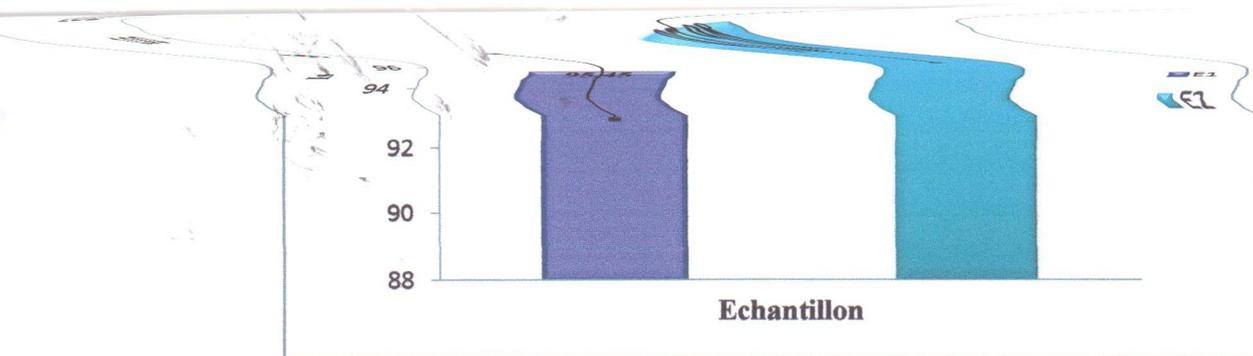


Figure 19 : Indice de saponification des échantillons d'*El kadid* Ovin.

III.2. Analyses des propriétés fonctionnelles

Les propriétés fonctionnelles sont les caractéristiques physico-chimiques intrinsèques qui affectent le comportement d'un ingrédient alimentaire dans les systèmes d'alimentation en cours de traitement, de fabrication, de stockage et de préparation. Ces propriétés fonctionnelles comprennent : rétention d'eau, contraignant l'huile, l'émulsification, la capacité de la mousse, gélification, la capacité à fouetter, la viscosité et autres. Les propriétés fonctionnelles sont importantes dans la détermination de la qualité (propriétés nutritionnelles, sensorielles, physico-chimiques et organoleptiques) du produit final. Les propriétés physiques et chimiques influent sur le comportement des protéines dans les systèmes des aliments au cours de traitement, le stockage, cuisson et de consommation (Kinsella 1976).

Par conséquent les propriétés fonctionnelles des protéines alimentaires sont importantes dans la transformation des aliments et de la formulation des produits alimentaires (Wu *et al.*, 2009).

Parmi les propriétés fonctionnelles, nous avons étudié : la capacité émulsionnante, la capacité moussante, l'hygroscopicité, la capacité d'absorption de l'eau et de l'huile. A fin d'avoir une idée générale sur les caractéristiques techno-fonctionnelles de la viande ovine séchée salée (*El kadid*).

III.2.1. Propriétés émulsionnantes

Les résultats obtenus lors de l'évaluation des propriétés émulsifiantes calculés pour chaque échantillon sont résumés dans la figure 20.

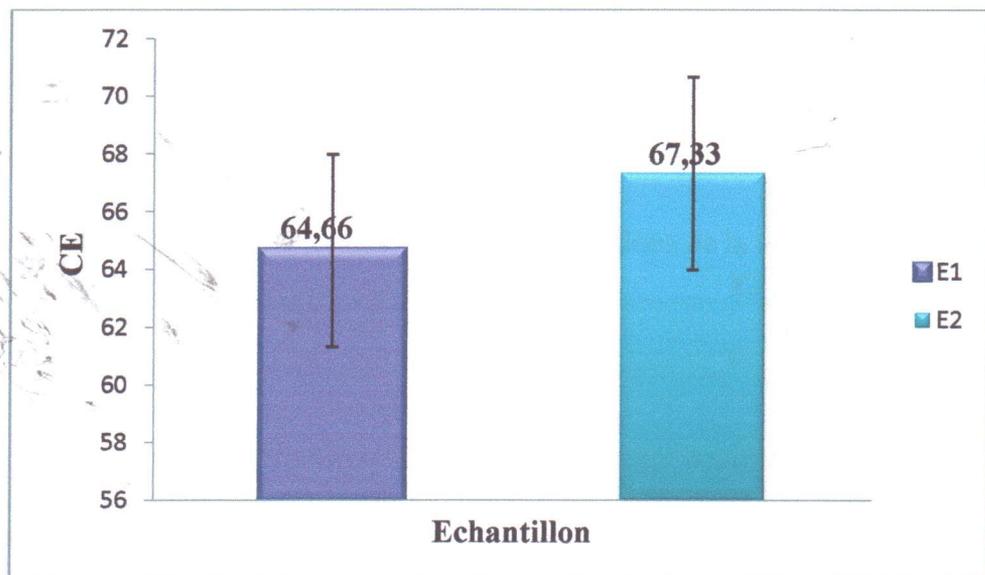


Figure 20: Capacité émulsifiante du muscle des échantillons d'*El kadid* Ovin.

Les résultats montrent une capacité émulsifiante de $64,66 \pm 3,33$ pour E1 et $67,33 \pm 3,33$ pour E2.

Les propriétés importantes des produits alimentaires impliquent l'interaction (s) de protéines et de lipides, par exemple, l'émulsion, le piégeage gras dans les viandes, l'absorption de la saveur, des complexes de lipoprotéines dans le jaune d'œuf, les viandes, le lait, les colorants à café, pâtes et pâtes à gâteau (Kinsella, 1976).

Les émulsions et les mousses sont deux systèmes triphasés trouvés couramment dans les systèmes alimentaires, dont la formation est significativement affectée par l'activité de surface de la protéine (Kinsella, 1976 ; Moure *et al.*, 2006).

Les émulsions sont générées par mélange de deux liquides non miscibles, par exemple l'huile et l'eau. Les liquides ne sont pas miscibles à cause de leurs polarités relatives. Lorsque le liquide de faible polarité tels que la graisse est mélangé avec de l'eau un solide forces motrices qui limite le contact entre les deux liquides résultant de la séparation de phase. La taille des gouttelettes d'émulsion affecte de manière significative la stabilité des émulsions. La réduction de la taille des gouttelettes améliore également la stabilité d'une émulsion à une séparation due à la pesanteur (Mc Clements, 1999).

Le but de la transformation des aliments est de stabiliser l'émulsion donnant ainsi une durée de vie raisonnable. Le système dispersé peut être stabilisé contre la coalescence et séparation des phases par addition d'un composant qui est partiellement soluble dans les deux phases. Tel les composants sont des phospholipides (émulsionnants) qui, lorsqu'ils sont mélangés avec des lipides dans un milieu aqueux; la portion d'acide gras de la molécule est insérée dans la phase huileuse, tandis que le phosphate de groupe de tête d'ester reste en contact avec la phase aqueuse. Le résultat est que les deux phases non miscibles ne sont pas en contact les uns avec les autres et l'énergie totale du système est plus faible (Moure *et al.*, 2006).

Les résultats statistique démontrent que la valeur de la capacité émulsifiante des deux échantillons d'*El Kadid* étudiées est significativement différente ($P < 0,05$).

III.2.2. La capacité moussante

Les mousses sont des gouttelettes gazeux encapsulés par un film liquide contenant un agent tensioactif protéique soluble ce qui réduit la tension interfaciale entre le gaz et l'eau (Kinsella, 1976). Comme le montre le tableau ci-dessous, la capacité moussante des deux échantillons est nulle.

Tableau 9 : Capacité moussante des deux échantillons de la viande ovine séchée salée.

Les échantillons	E1	E2
La capacité moussante	0	0

La perte du pouvoir moussant des échantillons séchés au soleil pourrait être due à des forces plus à l'interphase entre les bulles d'air et de l'eau, permettant des interactions hydrophobe (Vojdam et Whitake, 1994). Iwe (2003) a rapporté que la capacité de moussage de la substance dépend des propriétés de la surface active des protéines impliquées, et a conclu que le pouvoir moussant élevé d'un échantillon séché au soleil est lié à sa forte teneur en protéines et sa faible teneur en gras. Cependant, la matière grasse dans nos échantillons est très élevée. Ceci peut être la raison de l'absence de la capacité moussante.

III.2.3. Hygroscopicité

La plupart des matériaux, poudres et liquides sont hygroscopiques et ils contiennent de l'eau. Cette humidité a une grande influence sur leurs propriétés physiques, mécaniques et chimiques (Ryan, 2003). Les résultats obtenus lors de l'évaluation de l'hygroscopicité calculés pour chaque échantillon sont illustrés par la figure 21. Les résultats montrent que l'hygroscopicité de l'échantillon E1 est de $3,4 \pm 0,25\%$, celle de l'échantillon E2 était de $2 \pm 0,05\%$.

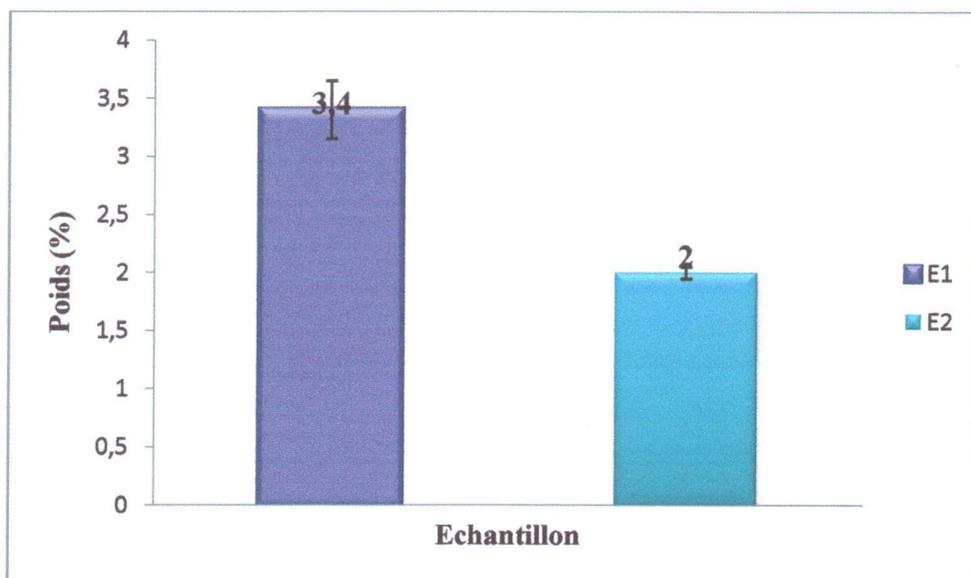


Figure 21 : Hygroscopicité du muscle des échantillons d'*El kadid* Ovin.

Les résultats du test ANOVA démontrent que la valeur de l'hygroscopicité des deux échantillons de viande séchée salée *El Kadid* étudiées est significativement différente ($P < 0,05$).

III.2.4. Capacité d'absorption de l'eau et de l'huile

Les résultats obtenus lors de l'évaluation de la capacité d'absorption de l'eau et de l'huile calculés pour chaque échantillon sont illustrés par la figure 22 et 23

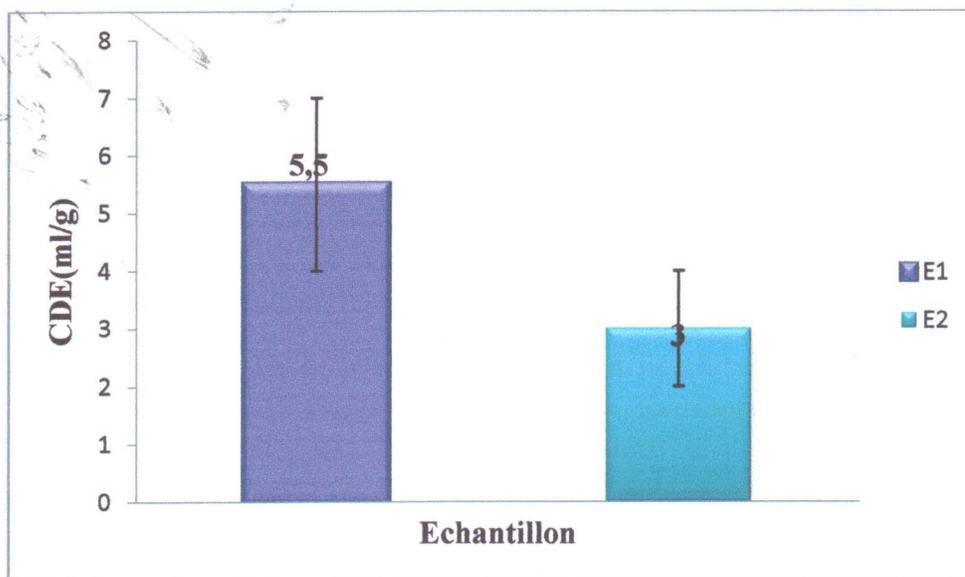


Figure 22 : Capacité d'absorption d'eau par la viande ovine séchée salée.

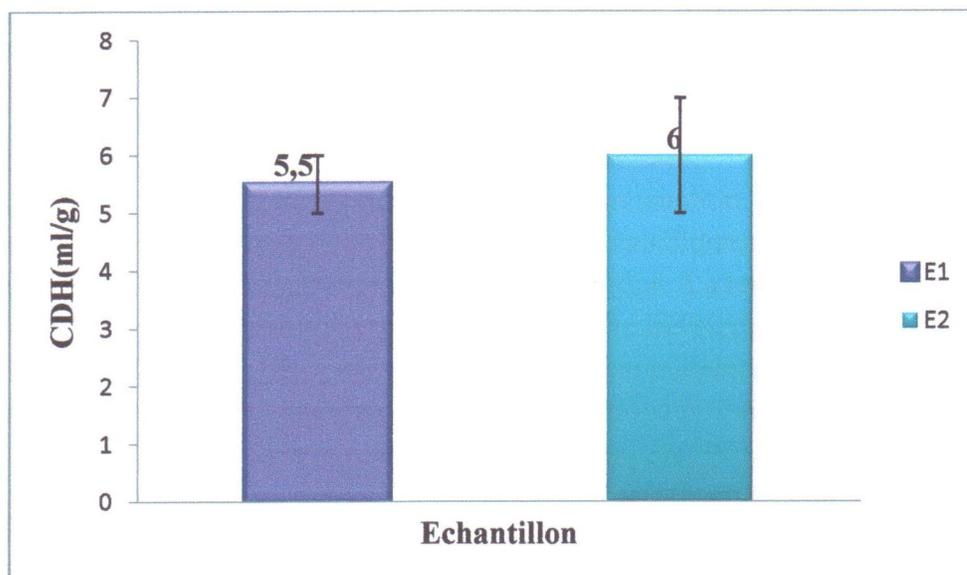


Figure 23 : Capacité d'absorption d'huile par la viande ovine séchée salée.

Les résultats ont montré ce qui suit:

- La capacité d'absorption d'eau était de $5,5 \pm 1,5$ ml/g pour E1 et 3 ± 1 ml/g pour E2
- La capacité d'absorption d'huile était de $5,5 \pm 0,5$ ml/g pour E1 et 6 ± 1 ml/g pour E2

Nous remarquons que l'échantillon codé E1 a les mêmes valeurs d'absorption d'eau et d'huile, mais ceux de E2 sont différents.

Aussi, Les résultats du test ANOVA démontrent que la valeur de la capacité d'absorption d'eau des deux échantillons de viande séchée salée *El Kadid* étudiées est non significative ($P > 0,05$) et celle de la capacité d'absorption d'huile est non significative ($P > 0,05$).

L'eau liée comprend toute l'eau d'hydratation et de l'eau faiblement associées à des molécules de la protéine après centrifugation, allant de 30 à 50 g par 100 g de protéine (Riaz, 2006). En règle générale, les conditions de traitement peuvent affecter la quantité d'eau qui peut être absorbée; ces conditions peuvent influencer la façon dont l'eau est fortement liée par la protéine dans le produit alimentaire fini (Endres, 2001).

La capacité de rétention d'eau est la capacité à retenir l'eau contre la gravité, et comprend l'eau liée, eau hydrodynamique, l'eau capillaire et de l'eau piégée physiquement (Moire *et al.*, 2006).

La quantité d'eau associée aux protéines est étroitement liée à ses acides aminés et le profil augmente avec le nombre de résidus chargés (Kuntz et Kauzmann, 1974). La conformation, concentration hydrophobie, pH, température, force ionique et de protéines (Kinsella, 1976 ; Damodaran, 1997). La délipidation augmente la solubilité de la protéine et l'eau et la capacité des repas d'absorber l'huile. La germination, la fermentation, macération ou traitements thermiques (grillage / autoclavage) améliore de manière significative la capacité d'absorption de l'eau (Moire *et al.*, 2006).

La solubilité des protéines est influencée par la balance hydrophilie / hydrophobie, qui dépend de la composition en acides aminés, en particulier à la surface de la protéine (Moire *et al.*, 2006).

III.3. Qualité microbiologique de la viande ovine séchée salé

Les indicateurs de la qualité et des bonnes pratiques de préparation des aliments pour Cardinal (2003), sont les microorganismes et/ou leurs produits métaboliques, dont la présence dans des aliments peut être utilisée pour évaluer la qualité d'un produit. La teneur très faible en humidité rend les viandes séchées salées un milieu défavorable pour le développement de différents types de microorganismes pathogènes. De ce fait, il n'existe pas une réglementation indiquant le nombre maximal tolérable, cependant, quelques travaux internationaux exigent l'absence des germes pathogènes ainsi que leurs toxines (Garba et Kakalo, 1996).

L'objectif de l'analyse microbiologique est d'évaluer la charge microbienne dans les deux échantillons de viande étudiés. Ceci permettra de comprendre l'action du séchage et de salage sur l'évolution de la charge microbienne dans la viande ovine. Le tableau 11 montre les résultats de l'analyse microbiologique effectuée sur les deux échantillons de viande analysés.

Tableau 10 : Résultats de l'analyse microbiologique de *El Kadid* Ovin.

Viande	FTAM	Coliformes totaux	Coliformes thermo-tolérants	Anaérobies sulfito-réducteurs	Staphylocoques	Flore lactique
E1 (essai1)	>300	00	00	Absent	Absent	>300
E1 (essai2)	>300	00	00	Absent	Absent	>300
E2(essai1)	>300	00	00	Absent	Absent	>300
E2(essai2)	>300	00	00	Absent	Absent	>300

Concernant la flore totale aérobie mésophile (FTAM), le nombre de colonies enregistrées est supérieur à 300 colonies par boîte, donc cette flore est indénombrable pour les deux échantillons de viande ovine étudiés. Toutefois les coliformes totaux et les coliformes thermo-tolérants qui sont considérés comme étant des indicateurs de l'évaluation du risque sanitaire sont absents dans les deux échantillons.

Par ailleurs, les staphylocoques qui sont des agents de contamination par manipulation et des anaérobies sulfito-réducteurs qui constituent généralement des indices de contamination ancienne étaient absents dans les deux échantillons analysés.

En ce qui concerne la flore lactique qui jouent un rôle important dans l'industrie de fermentation, on trouve que la viande ovine séchée salée en contient une charge importante, ce qui montre la possibilité de transformer et d'améliorer cette viande en d'autres produits fermentés de bonne qualité hygiénique et organoleptique et cela a été démontré par **Winkowski (1993)**, **Krockel (1995)** et **Kalalou (2004)**.

Selon **Garba et Kakalo (1996)**, la qualité bactériologique des viandes séchées apparaît relativement bonne en fin de séchage. Le très faible taux de putréfaction de germes pathogènes tels que les anaérobies de putréfaction, les staphylocoques pathogènes et la disparition des colibacilles et coliformes au cours de séchage, sont à noter. Cependant la présence d'une flore saprophyte et des germes peu ou pas pathogènes étant inévitable.

Des études réalisées par **Bennani et al. (1995)**, sur des échantillons de *kadid* ovin traditionnel marocain (viande séchée salée) pour déterminer leurs caractéristiques microbiologiques et physico-chimiques, ont montré que les profils microbiens étaient élevés pour tous les micro-organismes étudiés. Le nombre de coliformes variait de moins 10 à 3.6×10^2 UFC / g, les entérocoques étaient en nombre moyen de 4.5×10^2 UFC / g. Les staphylocoques sont les micro-organismes les plus abondants dans le produit et variait de 10^5 à 2.2×10^7 UFC/g.

Des analyses microbiologiques réalisées par **Yacouba (2009)**, sur des échantillons de la viande de bœuf séchée pendant 4 à 5 heures et autre séchée et imprégnée d'huile d'arachide puis grillée au dessus d'un feu de bois (Le kilichi « Dan kalambé »), la charge microbienne relative à la FAMT de la viande séchée est de 2.10^5 , celle du kilichi « Dan kalambé » est de 1.10^4 . Les coliformes totaux de la viande séchée sont de 4.10^1 alors que le kilichi « Dan kalambé » ne contient pas de

coliformes. Quant aux anaérobies sulfite-réducteurs, la charge est de 20.10^1 au niveau de la viande séchée, cependant, il a observé une absence totale de ces germes au niveau du kilichi.

L'absence de tous les germes pathogènes dans nos échantillons peut être due à l'activité antimicrobienne des composés d'huile d'olive; parmi ces dernières, selon **Kubo et al. (1995)**, les composés phénoliques qui exercent une activité antimicrobienne contre toute une gamme de germes parmi lesquels *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus mutans* et *E. coli*.

D'autres études réalisées par **Morton et al. (1997)**, ont montré que l'acide élénolique ainsi que l'oléuropeïne (élénotate du calcium) présentes dans l'huile d'olive sont considérées comme des agents antimicrobiens puissants.

Les bactéries lactiques produisent une variété de composés antimicrobiens qui sont utilisés dans la fermentation et la bioconservation des aliments (**Labioui et al., 2005**). L'un des conséquences, d'ordre microbiologique, des bactéries lactiques est la limitation des risques de développement des flores pathogène et d'altération des produits (**Béal et al., 2008**).

III.4. Isolement et identification des bactéries lactiques à partir de la viande ovine séchée salé

Les bactéries lactiques sont très fréquentes dans la nature. Elles se trouvent généralement associées à des aliments riches en sucres simples. Elles peuvent être isolées du lait, du fromage, de la viande, des végétaux ou des alimentsensemencés par les végétaux (**Leveau et Bouix, 1993 ; Hassan et Frank, 2001**).

III.4.1.Examen macroscopique et microscopique

Un total de vingt souches ont été isolées à partir des deux dilutions 10^{-4} et 10^{-5} , purifiées sur milieu MRS. Sur gélose, les isolats sont apparus de petite taille, de forme circulaire ou lenticulaire, à pourtour régulier et de couleur blanchâtre. Sur bouillant, les souches présentent un trouble homogène qui caractérise le groupe des bactéries lactiques. L'observation microscopique a révélé deux forme de cellules qui est la forme cocci et la forme bacille. Ces coques et bacilles sont disposés en paires, en groupes ou en chaînettes plus ou moins longues.

III.4.2. La recherche de catalase

Les résultats ont montrés que tous les isolats se sont avérés à Gram positif et catalase négative ce qui est caractéristique des bactéries lactiques. Quelques caractéristiques physiologiques et biochimiques des isolats sont présentées dans le tableau **12**.

Tableau 11 : Profil physiologique et biochimique des souches isolées.

Caractères souche	Gram	Forme	Catalase
VO1	+	Bacille	-
VO2	+	Bacille	-
VO3	+	Cocci	-
VO4	+	Cocci	-
VO5	+	Cocci	-
VO6	+	Cocci	-
VO7	+	Bacille	-
VO8	+	Cocci	-
VO9	+	Cocci	-
VO10	+	Cocci	-
VO11	+	Cocci	-
VO12	+	Cocci	-
VO13	+	Cocci	-
VO14	+	Bacille	-
VO15	+	Cocci	-
VO16	+	Cocci	-
VO17	+	Cocci	-
VO18	+	Cocci	-
VO19	+	Cocci	-
VO20	+	Cocci	-

+ : Positif - : Négatif

La répartition des vingt isolats de bactéries lactiques selon la forme est illustrée par la figure 24.

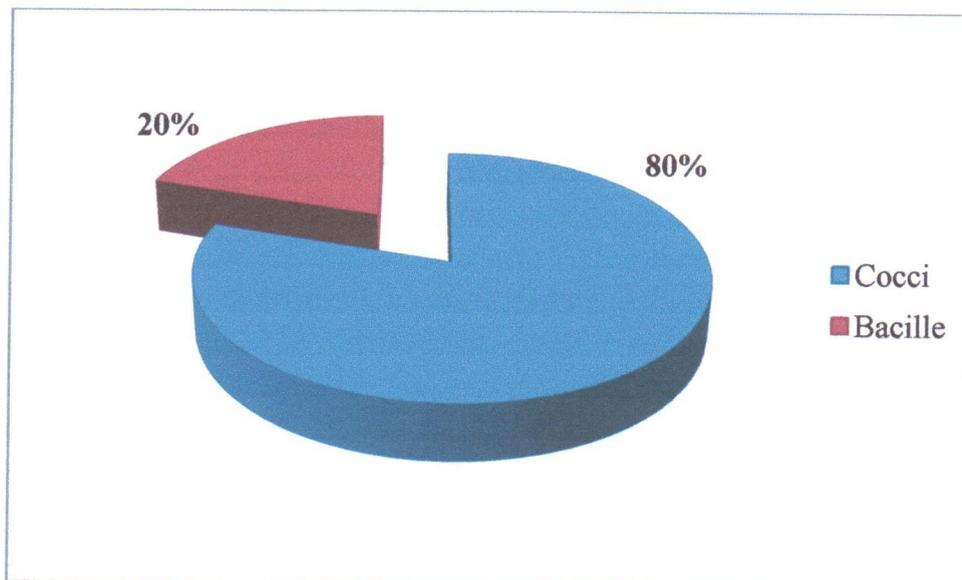


Figure 24 : Répartition des souches de la collection lactique (%).

A partir de cette figure, nous pouvons noter que la forme cocci est la forme dominante des souches isolées avec un pourcentage de 80%.

III.4.3. Activité antibactérienne

L'activité antibactérienne des souches pures contre sept souches indicatrices a été évaluée afin de mettre en évidence un éventuel pouvoir antagonistique. Les résultats de ce test sont illustrés dans le tableau 13.

Tableau 12: Activité antibactérienne des souches pures sur les germes indicatrices (mm).

Les souches pures	Diamètres de zones d'inhibition (mm)						
	<i>Salmonella sp</i>	<i>S. aureus</i>	<i>B. subtilis</i>	<i>E. coli</i>	<i>Klebsiella oxytoca</i>	<i>Listeria monocytogenese</i>	<i>Pseudomonas aerogenosa</i>
VO 1	11	00	00	00	00	00	00
VO 4	9	00	00	00	00	00	00
VO 6	8	00	00	00	00	00	00
VO 8	11	00	00	12	00	00	00
VO 9	13	9	00	11	00	00	00
VO10	10	00	00	00	00	00	00
VO11	12	00	00	00	00	00	00
VO 12	8	00	00	00	00	00	00
VO 13	8	00	00	7	00	00	00
VO 14	9	00	00	00	00	00	00
VO 18	00	9	00	7	00	00	00

D'après ces résultats, la souche VO9 présente une activité inhibitrice, plus ou moins prononcée, sur les trois bactéries pathogènes avec des diamètres de zones d'inhibition de 9 à 13mm (*S.aureus* : 9mm ; *E. coli* : 11mm ; *Salmonella* : 13mm), sauf sur *B. subtilis*, *Klebsiella. sp*, *Listeria. sp* et *Pseudomonas* où aucune inhibition n'a été obtenue.

La souche VO18 et VO 13 présentent une faible activité inhibitrice à l'égard des souches indicatrices pour chacun dont le diamètre des zones d'inhibition est compris entre 7 et 9 mm, *S. aureus* (9mm) (Figure27 :Photo4) et *E. coli* (7mm) pour VO18, *Salmonella* (8mm) et *E. coli* (7mm) pour VO13 (Figure26 :Photo3).

L'effet inhibiteur des souches VO1, VO4, VO6, VO10, VO11, VO12, VO14 est modérée sur *Salmonella* (VO1:11mm; VO4 :9mm; VO6: 8mm; VO10: 10mm; VO11: 12mm; VO12 :8mm ; VO14 :9mm) (Figure25 :Photo2). Ces souches n'ont montré aucune zone d'inhibition à l'encontre d'autres souches indicatrices.

La souche VO8, comme pour la souche VO9, présente une activité inhibitrice prononcée sur *E. coli* (12mm) et sur *Salmonella* (11mm). Cependant cette souche ne manifeste aucun effet antagonistique vis-à-vis des autres souches indicatrices.



Figure 25: Photo2: Activité inhibitrice des souches pures sur *Salmonella.sp*

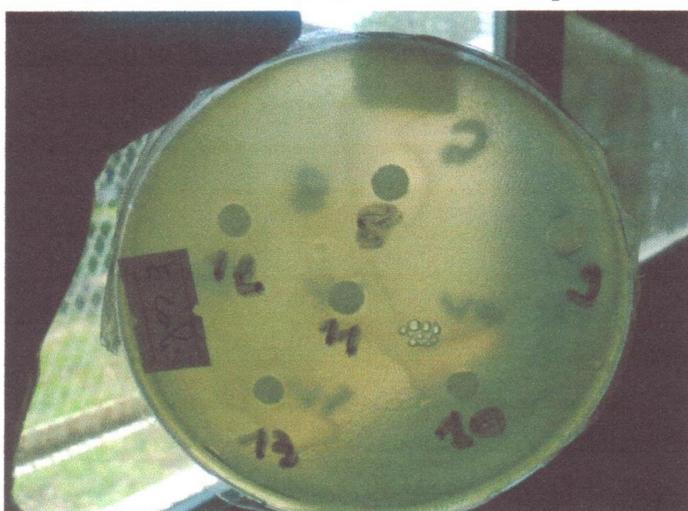


Figure 26 : Photo 3: Activité inhibitrice des souches pures sur *E. coli*.



Figure 27 : Photo 4: Activité inhibitrice des souches pures sur *S. aureus*.

Ces résultats indiquent que nos bactéries lactiques sont capables de synthétiser des substances inhibitrices ayant une activité antibactérienne. L'ensemble des souches pures ne présentent pas le

même spectre d'action vis-à-vis des bactéries pathogènes. La majorité des souches sont actives sur *Salmonella* et *E. coli* mais pas tous sur les bactéries à gram positif. Par contre **Onda et al. (2003)** suggèrent que les bactéries gram positif sont généralement plus sensibles à l'effet bactéricide des bactéries lactiques.

Par ailleurs, les bactéries lactiques sont connues par la production d'une multitude de composés antimicrobiens : les acides organiques, les bactériocines, le diacétyl et le peroxyde d'hydrogène (**Titiek et al., 1996 ; Aslām et Qazi, 2010**).

La capacité inhibitrice *in vitro* des bactéries lactiques vis-à-vis des germes pathogènes semble être une bonne propriété probiotique, comme elle peut jouer un rôle dans la préservation de la qualité hygiénique des denrées alimentaires (**Ammor et al., 2006**).

III.4.4. Activité du surnageant

Les résultats de tableau 14 illustrent la résistance et la sensibilité des sept souches indicatrice testées (*Klebsiella* sp., *E. coli*, *B. subtilis*, *S. aureus*, *Listeria* sp, *Salmonella* et *Pseudomonas*) aux composants des surnageants natifs et neutralisés à différentes températures (4°C et 37°C) des souches lactiques pures.

Tableau 13 : Activité inhibitrice des surnageants natifs et neutralisés (mm).

Diamètres de zones d'inhibition	Surnageants Natifs			Surnageants Neutralisés		
	Incubation à 4°C et 37°C			Incubation à 37°C et 37°C		
	<i>Salmonella</i> sp	<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>	<i>Salmonella</i> sp	<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>
VO1	+	/	/	+	/	/
VO8	+	-	/	-	-	/
VO9	+	-	/	+	-	/
VO10	-	/	/	-	/	/
VO11	-	/	/	-	/	/
VO 18	/	-	-	/	-	-

D'après les résultats obtenus, nous constatons la présence d'une activité antibactérienne des surnageants natifs et neutralisés à 4°C et 37°C des souches VO1 et VO9 sur *salmonella*. Alors que, seule le surnageants natif à 4°C et 37°C des souches VO8 présente une activité antibactérienne sur *Salmonella*. En effet, les diamètres des zones d'inhibitions étaient non mesurables. L'activité inhibitrice vis-à-vis d'*E.coli* de deux sernageants des souches VO9 et VO8 était totalement absente.

L'activité inhibitrice vis-à-vis de *Salmonella* pour les surnageants natif et neutralisé des souches VO10 et VO11 était totalement absente. De même, le surnageant natif et neutralisé de la souche VO18, ne possède aucun activité inhibitrice vis-à-vis d'*E. coli* et *S. aureus*.

La fraction extracellulaire correspondant au surnageant présente un fort pouvoir antibactérien, ce qui confirme la production d'agent antimicrobien par les souches lactiques dans le milieu.

Plusieurs études ont montré que la fraction extracellulaire contient des substances responsables de cette interaction (**Metlef et Bouras, 2009**).

Les lactocoques sont capables de produire deux substances majeures (acide lactique et bactériocines) responsables de l'effet antagoniste. Les bactéries lactiques hétérofermentaires peuvent produire des quantités notables d'acides organiques autres que l'acide lactique et c'est le cas des leuconostocs qui produisent autant d'acétate que de lactate. L'acide acétique exerce une forte action inhibitrice à l'encontre de nombreux microorganismes (**Bourgeois et Larpent, 1996**).

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.

L'intervention du peroxyde d'hydrogène dans les phénomènes d'inhibition par les bactéries lactiques a été établie. Lorsqu'il est libéré à des concentrations suffisantes, il peut provoquer l'autoinhibition ou inhiber d'autres contaminants de leur environnement (**Bourgeois et Larpent, 1996**).

Par ailleurs, les lactocoques produisent des bactériocines à spectre varié d'inhibition où deux ont été particulièrement caractérisées : la nisine produite par *Lc. lactis* ssp. *lactis* a un spectre d'inhibition large touchant la plupart des lactocoques et d'autres germes à gram positif, et la diplococcine produite par *Lc. lactis* ssp. *cremoris* (**Bourgeois et Larpent, 1996 ; Campos et al., 2006**).

Conclusion et perspectives

Au terme de cette étude réalisée sur la qualité de la viande ovine séchée salée (*El kadid*), nous avons arrivé aux conclusions suivantes :

- La composition chimique d'*El kadid* ovin est la suivante : teneur en eau de 0,28 à 0,62% ; matière sèche de 99,63 à 99,77% ; la matière minérale entre 2,4 et 6,19% dont le Zinc 0,71 à 0,87ppm et le Fer 0,66 à 0,67ppm sont les éléments minéraux dominants, la matière organique était de 93,43 à 97,37% ; le pH entre 7,94 à 8,21 et l'acidité titrable de 0,49 à 0,58% . La teneur en sel de 19,52 à 19,86%, en protéines de 20,66 à 24,64%, en matière grasse de 33,81 à 35,81%. Cependant l'indice d'acide était de 11,00 à 11,77mg/g, de peroxyde de 2,25mEq/g et celui de saponification de 95,45 à 97,98g.
- Les propriétés techno-fonctionnelles de la viande ovine séchée salée étaient les suivantes : la capacité émulsifiante est élevée et varie de 64,66 à 67,33 ; tandis que la stabilité émulsifiante était de 3 à 4% ; une absence totale de la capacité moussante ; l'hygroscopicité varie de 2 à 3,4%. La capacité d'adsorption de l'eau 3 à 5,5ml/g, celle de d'huile 5,5 à 6ml/g.
- Les analyses microbiologiques ont permis de constater une absence totale des coliformes totaux et thermotolérants, des anaérobies sulfite-réducteurs et des staphylocoques. Par contre la charge de la flore aérobie mésophile totale et de la flore lactique est très élevée pour les deux échantillons étudiés.
- Un totale de vingt (20) souches de bactéries lactiques a été isolé à partir de notre kaddid et purifié sur milieu MRS. L'identification des souches a été réalisée par la détermination des caractéristiques morphologiques, physiologiques et biochimiques. La majorité était des coques (80%), mais tous sont des Gram positif et catalase négatif.
- A partir de ces vingt souches identifiées uniquement 11 souches ont une activité inhibitrice vis-à-vis de sept souches indicatrices (*Salmonelle*, *S. aureus*, *B. subtilis*, *E. coli*, *Klebsiella*. sp, *Listeria*. sp, *Pseudomonas*) avec un diamètre des zones d'inhibition de 7 à 13 mm. L'effet des surnageant natif et neutre de ces souches lactiques sur les sept souches indicatrices a été constaté dont la présence d'une activité antibactérienne

Les résultats de cette étude ont révélé la possibilité de la conservation des viandes ovine par la combinaison de deux techniques l'une physique (séchage au soleil) et l'autre chimique (addition de sel), tout en préservant leur qualités hygiéniques et nutritionnelles. Il convient :

- D'approfondir ces résultats par des études complémentaires sur l'effet de séchage et de salage sur d'autres flores microbiennes ;
- Tester l'efficacité de ces méthodes de conservation à l'échelle industrielle.

Annexe I : Composition des milieux de culture▪ **Milieu MRS**

Peptone	10g
Extrait de viande	8g
Extrait de levure	4g
Glucose	20g
Tween 80	1ml
Phosphate bipotassique	2g
Acétate de sodium	5g
Citrate d'ammonium	2g
Sulfate de magnésium, 7 H ₂ O	0.2g
Sulfate de manganèse, 4 H ₂ O	0.05g
Agar (cas de gélose)	15g
Eau distillée qsp	1000 ml
PH.....	6, 5

Stérilisation par autoclavage à 120°C pendant 15 min.

▪ **Bouillon MRS (utilisé pour l'activité antimicrobienne)**

Peptone.....	10g
Extrait de viande.....	8g
Extrait de levure.....	4g
Tween 80.....	1ml
Phosphate bipotassique.....	2g
Acétate de sodium.....	5g
Citrate d'ammonium.....	2g
Sulfate de magnésium, 7 H ₂ O.....	0,2g
Sulfate de manganèse, 4 H ₂ O.....	0 ,05g
Lait écrémé.....	1g
KH ₂ PO ₄	1ml
Eau distillée.....	1000ml
PH.	6,5

Autoclavage à 120°C pendant 15 min.

▪ **Diluant TSE (Tryptone Sel Eau)**

Peptone de caséine	1g
NaCl.....	8,5g
Eau distillée	1l
Agitation	20 min
Ajustement du PH	7, 2

Autoclavage à 121°C

▪ **Milieu PCA (Plate Count Agar)**

Tryptone	5g
Extrait de levures	2,5g
Glucose	4g
Gélose (Agar)	9g
Eau distillée	1 dm ³

▪ **Milieu VRBL (Gélose Lactosée biliée au cristal violet et au rouge neutre)**

Peptone	7g
Extrait de viande	9g
Lactose	10g
Désoxycholate de sodium	1,5g
Cristal violet	2mg
Indicateur de pH (RN)	30mg
Nacl	5 g
Agar	15g
Eau	1 dm ³
PH	6,8

▪ **Milieu VF (Viande-Foie)**

Extrait viande-foie	30g
Glucose	2g
Amidon	2g
Gélose	12g
PH	7,6

▪ **Milieu Chapman**

Peptone	10 g
Extrait de viande	1 g
Chlorure de sodium	75 g
Mannitol	10 g
Rouge de phénol	0,025 g
Agar-Agar	15 g
Eau distillée qsp	1000ml
PH	7,4

Annexe II : Coloration de Gram

La coloration de Gram a été réalisée selon la technique suivante:

- Sur une lame, fixer à la chaleur une culture bactérienne;
- Recouvrir la lame avec la solution de violet de gentiane pendant une minute ;
- Ajouter du lugol pendant 30 secondes;
- Décolorer avec de l'alcool 95°, puis rincer à l'eau;
- Faire une contre coloration en utilisant la fuschine et laisser agir 20 à 30 secondes;
- Laver à l'eau;
- Après séchage, soumettre la lame à une observation microscopique à immersion (x100).

Les bactéries à Gram positif apparaissent en violet et les bactéries à Gram négatif en rose.

Annexe III : Composition en acides gras

▪ Echantillon 1 :

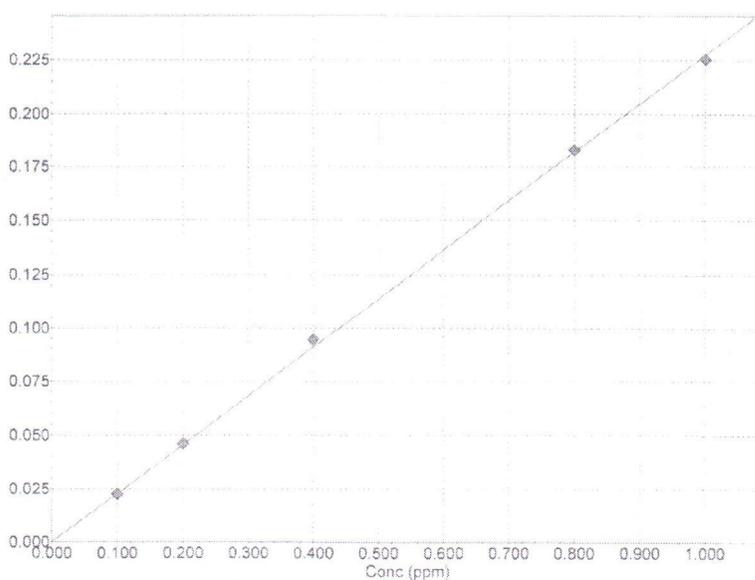
A.G	Pourcentage (%)	Surface (%)	Temps d'élution (min)
Acide palmitique C16 :0	33	35,9	31,52
Acide oléique C18 :1 Δ^9	22,58	19,98	33,95
Acide stéarique C18 :0	32,18	30,63	34,53

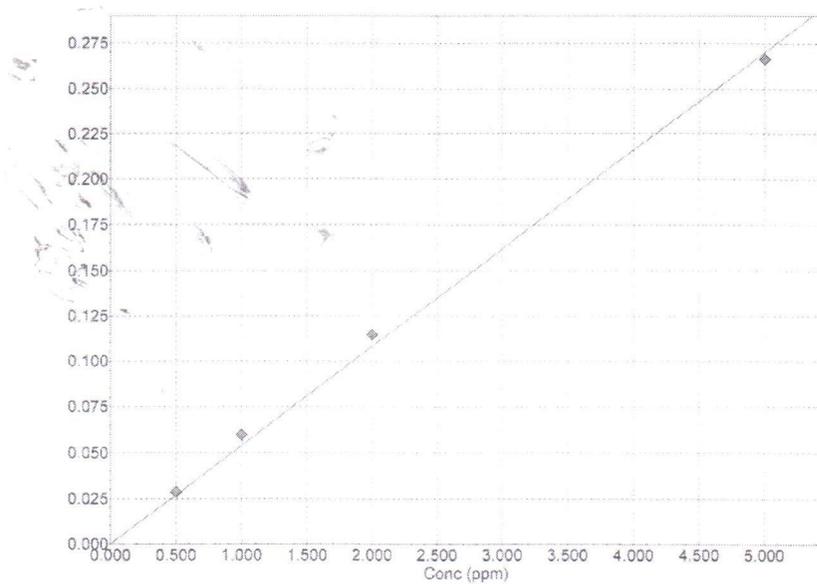
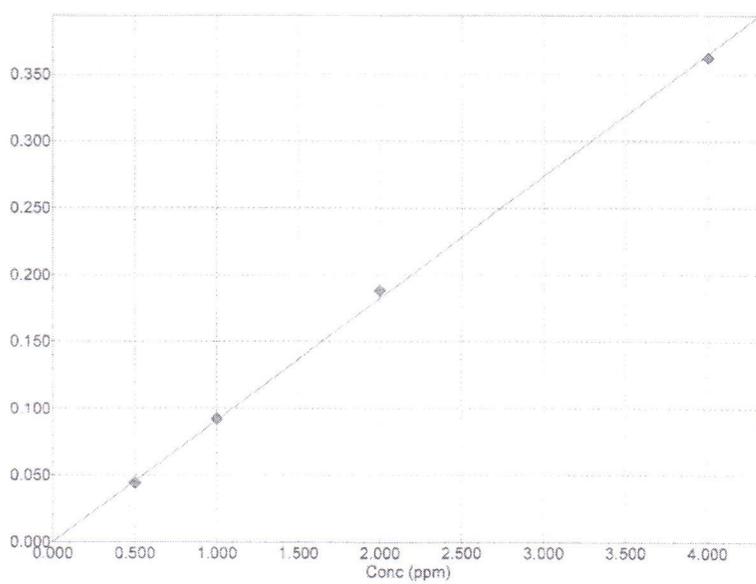
▪ Echantillon 2 :

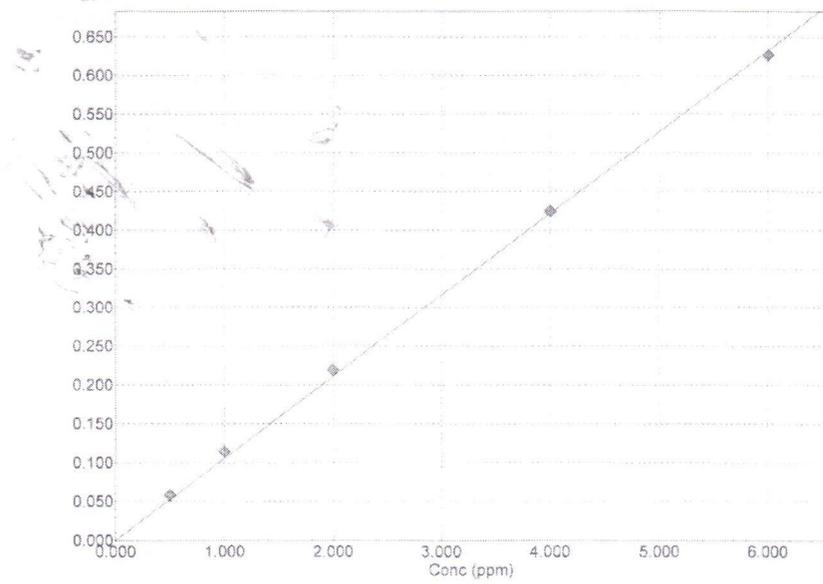
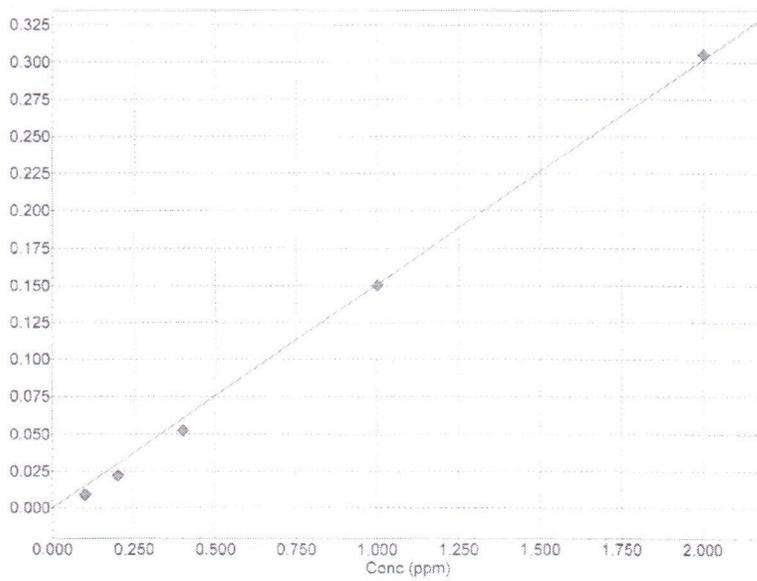
A.G	Pourcentage (%)	Surface (%)	Temps d'élution (min)
Acide palmitique C16 :0	53,09	42,74	30,72
Acide oléique C18 :1 Δ^9	18,48	25,44	33,96
Acide stéarique C18 :0	23,94	28,36	34,55

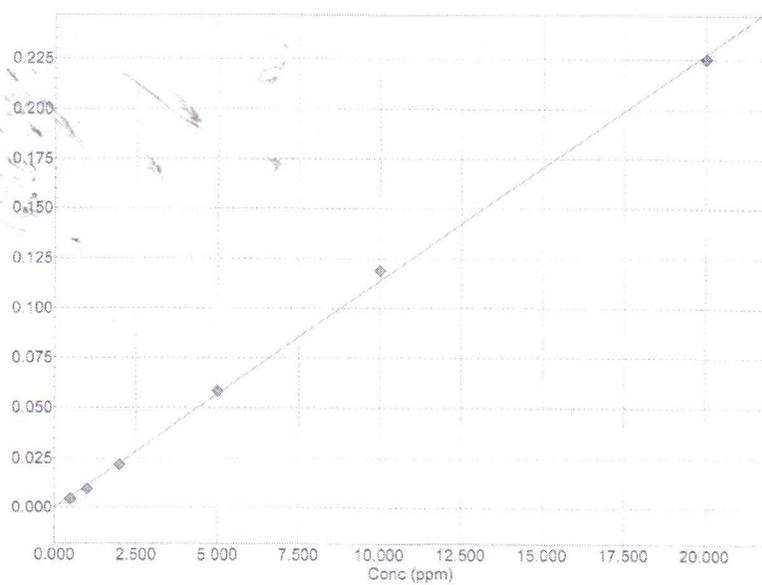
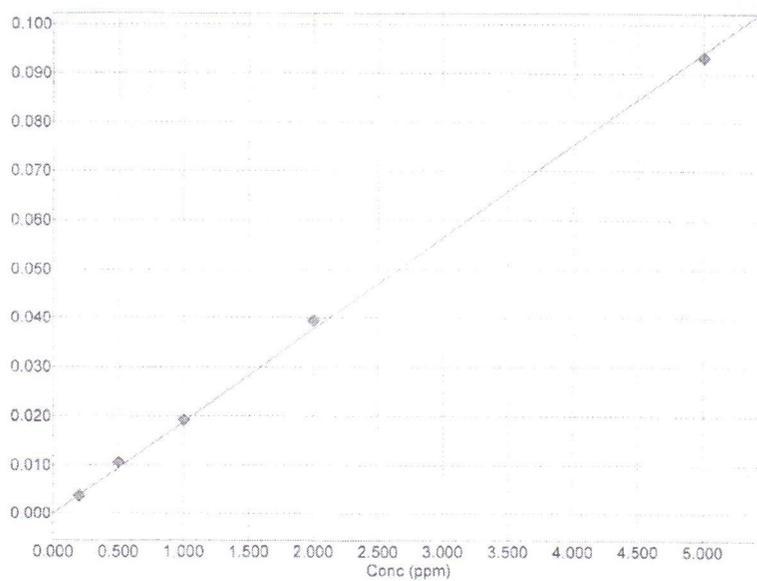
Annexe VI : Courbes d'étalonnage des éléments minéraux par Spectroscopie d'Absorption Atomique (SAA):

▪ Zinc :



▪ Fer :**▪ Manganèse :**

■ Cuivre :**■ Cadmium :**

■ Plomb :**■ Chrome :**

A-B

- **Aboukheir S., Kilbertus G. (1974).** Fréquence des levures dans les denrées alimentaires à base de viande. *Ann. Nutr. Aliment.* **28** : 539 – 547.
- **Amico S. (1999).** Le guide des aliments. *Edition.* Quebec americque inc .
- **Ammor S., Tauveron G., Dufor E., Chevalier I. (2006).** Antibacterial activity of lactic acid bacteria against spoilage and pathogenic bacteria isolated from the same meat small-scale facility 1- Screening and characterization of antibacterial compound. *Food Control.* **17** : 454-461.
- **Anonymè. (1989).** Méthodes pratiques de conservation des aliments. Organisation internationale du travail. **92** : 205-357.
- **Anonyme. (1998).** Statistiques agricoles. Série B, productions.
- **Anonyme. (2011).** Statistiques agricoles de la wilaya de Jijel. Campagne agricole. Jijel.
- **Ashgar A., Pearson A. M. (1980).** Influence of ante and *post mortem* treatments upon muscle composition and meat quality. *Adv. Meat .Res.* **2**:139-146.
- **Aslam S., Qazi J.I. (2010).** Isolation of acidophilic lactic acid bacteria antagonistic to microbial contaminants. *Pakistan. J. Zool.* **42**: 567-573.
- **Bariffout.S.F., klaenhammer.T.R. (1983).** Detection and activity of lacticin B,a bacterioun produced by *lactobacillus acidophilus*. *App.Env.Microbiol.***45**:1808-1815.
- **Béal C., Marin M., Fontaine E., Fonseca F., Obert J.P. (2008).** Production et conservation des ferments lactiques et probiotiques. *In* : Bactéries lactiques, de la génétique aux ferments (Corrieu G. et Luquet F.M.). *Tec & Doc, Lavoisier.* Paris.
- **Belton P.S., Packer K.J., Southon T.E. (1987).** 35 Cl Nuclear Magnetic Resonance studies of the interaction of chloride ions with meat in the presence of tripolyphosphate. *J.Sci . Food .Agric .***41**: 267-275.
- **Bennani L., Zenati Y., Faid M., Ettayebi M. (1995).**Physico-chemical and microbiological characteristics of kaddid a traditional salted/dried meat product in Morocco.Zeischrift Fur Lebensmittel Unter Suchung und-Forschung. **201**:528-532.
- **Beuchat L.R. (1977).** Functional and electrophoretic characteristics of succinylated peanut flour protein. *J. Agric.Food.Chem.* **25**: 258-261.
- **Bhatty R.S. (1988).** Physco-Chemical and Functional properties of hull-less barley fractions. *J. General .Chem.* **63**: 31-35.
- **Billek G. (2000).** European Journal of Lipid Science and Technology. **102**: 587-593.
- **Boccard R., Valin C. (1984).** Les viandes, Information Techniques des services Vétérinaires *Tec & Doc, Lavoisier.* Paris.
- **Bornert G. (2000).** Importance des bactéries psychrotrophes en hygiène des denrées alimentaires. *Revue Médecine Vétérinaire.* **151** : 1003-1010.
- **Bourgeois C. M., Leveau J.V. (1991).** Techniques d'analyses et contrôle dans les industries agro-alimentaires. 2^{Emme} Edition, *Lavoisier,* France.
- **Bourgeois C.M., Mescie J.F., Zucca J. (1996).** Microbiologie alimentaire : Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments .*Edition, Lavoisier .*Paris .
- **Bourgeois C.M. , Larpent J.P.(1996).** Microbiologie alimentaire : Aliments fermentés et fermentations alimentaires. *Edition, Tec et Doc, Lavoisier.* France.

- **Boutonnet J.P.(1994).**Les échanges de bétail et de viande dans la wilaya de Sidi-Bel-Abbès. INRA/ITGC/ICARDA, International EAAE-SYAL Seminar – Spatial Dynamics in Agri-food Systems . pp : 18-19.
- **Brian M. C., James J., Francis B. (1999).** The ultra-rapid chilling of lamb carcasses. *The national food center* .pp:7- 21.

C-D

- **Campos C.A., Rodriguez O., Calo-Mata P., Prado M., Barros J. (2006).** Preliminary characterization of bacteriocins from *Lactococcus lactis*, *Enterococcus faecium* and *Enterococcus mundtii* strains isolated from turbot (*Psetta maxima*). *Food .Res. Int.* **39** : 356-364.
- **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.
- **Cardinal P. (2003).** Lignes directrices pour l'interprétation des résultats analytiques en microbiologie alimentaire, comité provincial du Québec sur l'uniformisation et l'interprétation des critères microbiologiques des aliments.
- **Carip C. (2008).** Microbiologie Hygiène .Bases microbiologiques de la diététique. *Edition, Tec et Doc* .France.
- **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. **82** :105-203
- **Cartier P. (2004).** Points de repères en matière de qualité microbiologique viandes bovines. Institut de l'Élevage. *Edition, Lavoisier*, France.
- **Cesam G. (2000).** Les facteurs de production qui influencent la qualité de la viande des bovins. AClinquart et al. L'élevage du Blanc Bleu belge. *Edition, Tec et Doc* .France.
- **Chellig R. (1992).** Les races ovines algériennes. Office des publications universitaires. P80.
- **Cheret R. (2005).** Effet des hautes pressions sur les indicateurs de maturation de la viande et l'altération du muscle de poisson. Thèse de doctorat, École nationale d'ingénieurs des techniques des industries agricoles et alimentaires .p :156.
- **Claude G. (2000)** .Congélation et qualité de la viande. *Edition. Quae*.
- **Coibion L. (2008).** Acquisition des qualités organoleptiques de la viande bovine. Adaptation à la demande du consommateur. Thèse d'exercice, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse - ENVT, p :97 .
- **Collin D. (1972).** La viande de bovins .*Edition . Doin*. France.
- **Craplet C. (1966).** La viande de bovins .*Edition, Vignot frère*. Paris.
- **Craplet C., Craplet M. J. (1979).** Dictionnaire des aliments et de la nutrition. *Edition, Le Hamed* .Paris .
- **Cuq J. L. (2007).**Microbiologie Alimentaire : Les relations microorganismes / aliments / consommateurs .Thèse de doctorat , Département Sciences et Technologies des Industries Alimentaires, Université Montpellier II .pp : 2 - 17.
- **Damodaran S. (1997).** Food prtien: An overview. In: S. Damodaran and A. Paraf. *Edition,Food prtien and their application*. New York.
- **Descrosier N.W., Descrosier J.N. (1987).** The Technology of Food Preservation. Goyal offset press. Daya Basti Delhi.

- **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. P 45 .
- **Dortu C. (2008).** Isolement d'une bactérie lactique produisant de la sakacin et utilisation sur des matrices alimentaires. Thèse de doctorat, Gembloux Faculté Universitaire des sciences Agronomique .p 45.
- **Dudouet C. (2012).** La production du mouton. *Edition*. France Agricole. France.
- **Dumont R L., Valin C. (1982).** Bases biochimiques de l'hétérogénéité du tissu musculaire et des viandes. *Edition*, INRA, France.
- **Durand D., Savary-Auzeloux I., Ortigues-Marty I., Thomas E., Scislowski V., Peyron A., Bauchart D. (2006).** Effet de la conservation de la viande bovine sur les processus de peroxydation lipidique et protéique. *Edition*, Clermont.

E-F

- **Ebrahimzadeh M.A., Hosseinimehr S.J., Hamidinia A., Jafari M. (2008).** Antioxidant and free radical scavenging activity of Feijoa sallowiana fruits peel and leaves. *Pharmacologyonline*. 1: 7-14.
- **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. Thèse de doctorat. Institut national polytechnique de Toulouse. pp 3-4.
- **Endres J.G. (2001).** Soy Protein Products: Characteristics, Nutritional Aspects, and Utilization. AOCS Press, Champaign, IL, USA.
- **Faleye, Olajide, Sunday , Fagbohun, Emmanuel. (2004).** Effects of storage on the proximate, mineral composition and mycoflora of "TINCO" dried meat sold in oshodi market, Lagos State Nigeria. *Edition*, Nigeria.
- **Fauconnier M.L. (2002).** Fatty acid hydroperoxides biotransformation by potato tuber cell-free extracts. *J. Plant Physiol.* 159: 1055-1060.
- **Frayssé J. L., Darre A. (1989).** Production des viandes .Volume I. Technique et documentation. *Edition*, Lavoisier .France.
- **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. p211.
- **Forrest J.C., Aberle E.D., Gerrard D.E., Mills W.E., Hedrick H.B., Judge M.D., Merkel R. A. (2001).** The Principles of Meat Science. *Edition*. Kendall/Hunt Publishing Company. U.S. A.
- **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 doctorat, Ecole nationale vétérinaire de Nantes. PP. 24-46.
- **Fournaud J. (1982).** Type de germes rencontrés aux différents stades de la filière: In hygiène et technologie de la viande fraîche. *Edition*,lavoisier. France.

G-H

- **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. p29.

- **Garba H., Kakalo S.(1996).** Contribution à l'étude des procédés traditionnels de fabrication du kilichi au Niger. Mémoire de fin d'études, faculté d'agronomie, université Abdou moumouni de Niamey. p 40.
- **Garet E. (2008).** Unité de Recherche Appliquée en Energie Renouvelable. 'URAER. Ghardaïa, Algérie.P 45 .
- **Geay Y., Banchart D., Hocquette J.F., Culiloi J. (2001).** Effect of nutritional factors on biochemical, structural and metabolic characteristics of muscles in ruminants, consequences on dietetic value and sensorial qualities of meat. *INR, EDP sciences.* **41**:1-26.
- **Girard J. P., Talon R. (1980).** La fumaison de la viande et des produits carnés. Activités scientifiques et techniques en industries agro-alimentaires. *Edition, Lavoisier* .France.
- **Gire P., Monin G. (1979).** Taux de glycogène musculaire, stress de transport et pH ultime de la viande chez le mouton. *Ann. echnol. agric.* France.
- **Girard J.P. (1990).** Technologie de la viande et des produits carnes. *Edition, Lavoisier* .France.
- **Guiraud J.P., Rosec J.P. (2004).** Pratique des normes en microbiologie alimentaire. AFNOR., pp : 28-69.
- **Guiraud J.P. (2003).** Microbiologie Alimentaire. *Tec & Doc, Dunod.* Paris. 90-292.
- **Gusils C., Chaia A.P., Olivier G., Gonzalez S. (2010).** Microtechnique for identification of lactic acid bacteria. *Methods in molecular biology, Vol. Public Health Microbiology: Methods and Protocols. Humana Press.* Totowa. 453-458.
- **Hadlock , Schipper.(1974) .** Hygiène et technologique de la viande fraîche. *Edition du CNRS, Schimmelplize und Fleish.* France.
- **Hamm R. (1960).** Etude de facteurs de variation du pouvoir de rétention d'eau de la viande de porc. *Adv. food res.* **10**: 355-463.
- **Hamm R. (1975).** Meat, proceeding of the twenty first easter school in agriculture. *Edition, Butterworths,* U.S. A.
- **Hamad B. (2009).** Contribution à l'étude de la contamination superficielle bactérienne et fongique des carcasses camelines au niveau de l'abattoir d'EL-OUED. Mémoire de Magister en médecine vétérinaire. pp : 29-30.
- **Hassan A.N., Frank J.F.(2001).** Starter Cultures and their use. *Applied Dairy Microbiology (Marth E.H. et Steele J.L.) Edition, Marcel Dekker, Inc.* New York.
- **Hebert J.P., Griffon D. (1983).** Utilisation de l'énergie solaire pour le séchage de produits agricoles dans les pays en développement». *Edition, Séminaire séchage de Montfavet.* Montpellier: GERDAT. France.
- **Henry D., Coll. (1992).** Alimentation et nutrition humaines. *ESF.* Paris.
- **Henry M. (1992).** Les viandes de boucherie dans l'alimentation et la nutrition humaine.*ESF.* Paris.
- **Ho C., Estromer M. H. (1994).** Identification of the 30 KDa polypeptide in *post mortem* skeletal musculars as degradation product of troponin T biochimie. *J. Plant Physiol.* **76** :369-375.

I-J

- **Iberraken M., Maouche K. (2006).** Les produits carnes .Ingéniorat en contrôle de qualité et analyse , Université de Bejaia. Algérie. PP: 10- 36.

- **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.
- **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.
- **Ikeme A.I. (1990).** Meat Science and Technology. A Comprehensive Approach. *African-Fep*: Publishers Limited.
- **Interbèw. (2005).** Le point sur l'alimentation des bovins et ovins et la qualité des viandes. Institut de l'Élevage .Edition, I. MOËVI .France.
- **Iwe M.O. (2003).** The Science and Technology of soyabean Rojoint communication Services.
- **Jain D., Tiwari G.N. (2003).** Thermal Aspects of Open Sun Drying of Various Crops,Energy. Vol. **28**: 37 – 54.
- **Joffin C.H., Joffin J.N. (2003).** Microbiologie alimentaire. Edition, Lavoisier .France.
- **Joseph Pierre Guiraud. (2003).** Microbiologie alimentaire. Edittion, Dunod.France.

K-L

- **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. p137.
- **Kinsella J. E. (1976).** Functional properties of food proteins: a rview. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*.**7**:219-280.
- **Kjeldahl J. (1883).** Neue Methode zur Bestimmung des Stickstoffs in organischen Körpern. *Z. Anal. Chem.* **22** :366-382.
- **Korsak N., Clinquart A., Daube G. (2004).** Salmonella sp. Dans les denrées alimentaires d'origines animale : un réel problème de santé Publique. *Ann. Méd. Vét.* **148**: 174 – 193.
- **Koutsoumanis K., Stamatiou A., Skandamis P., Nychas G.J.E. (2006).** Development of a microbial model for the combined effect of temperature and pH on spoilage of ground meat, and validation of the model under dynamic temperature conditions. *Applied and environmental microbiology*. Vol.**72**:124 - 134.
- **Kubo A., Lunde C., Kubo. I. (1995).** Antimicrobial activity of the olive oil flavour compounds. *J.Agric: Food. Chem.*23-24.
- **Kuntz I. D. Jr. Kauzmann W. (1974).** Hydration of proteins and polypeptides. *Advances in protein Chemistry* .**28**:239-345.
- **Labioui H., Elmoualdi L., El Yachioui M., Ouhssine M. (2005).** Sélection de souches de bactéries lactiques antibactériennes. *Bull. Soc. Pharm.* Bordeaux. **144** : 237-250.
- **Lamoise P., Roussel Ciquard N., Rosset R. (1984).** Evolution des qualités organoleptiques. Les viandes, informations Techniques des Services Vétérinaires. Edition, Tec et doc, France.
- **Larpent J.P.(1997).** Microbiologie alimentaire. Edition, Tec et doc, Lavoisier. Paris.

- **Laurent C., (1974).** Conservation des produits d'origine animale en pays chauds. *Edition, presses universitaires de France, Paris.*
- **Laurent C. (1981).** Conservation des produits d'origine animale en pays chauds. *Edition, Tec et doc, France.*
- **Lawrie R A. (1998).** Chemical and Biochemical Constitution of Muscle. *Edition, Tec et doc, Lavoisier. Paris.*
- **Lecoq R. (1965).** Manuel d'analyses alimentaires et d'expertises usuelles. Tome II. *Edition, Tec et doc Paris.*
- **Le Magnen J. (1951).** Le gout et les saveurs. Que sais-je ? *Edition, P.U.F, France.*
- **Leveau J.Y., Bouix M.(1993).** Microbiologie industrielle : les microorganismes d'intérêt industriel. *Edition, Tec & Doc, Lavoisier. Paris.*
- **Leyral G., Et Vierling E. (1997).** Microbiologie et toxicologie des aliments. *Edition, Doin. France.*
- **Li M.Y., Zhou G.H., Xu X.L., Li C.B., Zhu W.Y. (2006).** Changes of bacterial diversity and main flora in chilled pork during storage using PCR-DGGE. *Food Microbiology. 23:* 607-61.

M-N

- **Maas B., Van Den Boogaard B., Heijnen C. (2005).** Conservation de viande et poisson. *Edition, Agrodok 12, Fondation Agromisa, Wageningen. Pays-bas.*
- **Maiga A. M. (1976).** Principes de technologie des viandes. Office Malien du bétail et de la viande. *J.R. 21 :205-208 .*
- **Matteini M., Lalic C ., Tosini I. (1991).** Examination of soluble components of patinas by meats of ion chromatography and atomic absorption. *J. Plant Physiol.143:*505-545.
- **Mansour N. K. (1996).** La valeur nutritionnelle des viandes dans la santé, *1^{ère} édition.* Université OMARELMOKHTAR . Libye.
- **Mayana S. (1990).** hygiène et inspection des denrées alimentaires d'origine animale .IPDR, Kollo. p32.
- **McClements D. J. (1999).** Food emulsions: Principles, Practices and Techniques. CRC Press, Boca Raton, FL. p235-266.
- **Metlef S., Dilmi Bouras A. (2009).** Effet antagoniste de *Lactococcus lactis*, souches extrêmophiles locales. Sur des espèces de la flore intestinale résidente. *Rev. Nat. Tec. 1 :* 33-44.
- **Monin G., Ouali A.(1991).** Muscle differentiations and meat quality. *Meat science. 5 :* 89-157.
- **Monin G. (1991).** Facteurs biologiques des qualités de la viande bovine. INRA, *Prod. Anim. 4:* 151-160.
- **Morisetti M. (1971).** Hygiène et technologique de la viande fraîche. Public health aspect of food processing. *Edition ,CNRS. France.*
- **Morton W., Joseph J., Territo M.D. (1997).**Olive leaf extraction. Foreword. *Edition, Tec et doc, Lavoisier. Paris.*
- **Moure A., Sineiro J., Domínguez., Parajó J. C. (2006).** Functionality of oilseed protein products: A review. *Food Research International. 39:* 945-963.
- **Multon J L. (1984).** Additifs et auxiliaires de fabrication dans les industries agro-alimentaires.3em *Edition, Tec et doc.France .*

- **Ndiaye.,(1991).** Etude des corps gras utilisés au Sénégal: les huiles végétales. Rev. Bibliographique, ENDA Tiers Monde Dakar, SYSPRO. p37.
- **Nester E.W., Anderson D.G., Roberts C.E., Pearsall N.N., Nester M.T. (2007).** Microbiology: A human Perspective. McGraw-Hill Science/Engineering/Mathematics.
- **Nigishi H., Yanamoto E., Kuwata T. (1996).** The origine of the 30kDa appearing during *post mortem* ageing of bovine muscle .*Meat Sci.* **42**:289-303.
- **Ntzimani A.G., Paleologos E.K., Savvaidis I.N., Kontominas M.G. (2008).** Formation of biogènic amines and relation to microbial flora and sensory changes in smoked turkey breast fillets stored under various packaging conditions at 4 °C. *Food Microbiology.* **25**: 509-517.
- **Nychas G.J.E., Skandamis P.N., Tassou C.C., Koutsoumanis K.P. (2008)** Meat spoilage during distribution. Meat Science. Symposium on Meat safety, From Abattoir to Consumer., *vol. 78*: 77-89.

O-P

- **Ockerman H.W. (1985).** Quality control of post-mortem muscle tissue. Department of Animal Science. These de doctorat, Ohio State university and Ohio agricultural research and development centre, Columbus and Wooster, Ohio, U.S.A. **70**: 1-80.
- **Oladejo D. A., Adebayo-Tayo B. C. (2011).** Moulds, Proximate, mineral composition and mycotoxin contamination of Banda ("Kundi/Tinco") sold in Ibadan,Oyo State, Nigeria. *AUJ.T.* **15**: 32-40.
- **Olofsson T.C., Ahrne S., Molin G. (2007).** Composition of the bacterial population of refrigerated beef, identified with direct 16S RNA gene analysis and pure culture technique. *International Journal of Food Microbiology.* *vol. 1182*: 33-240.
- **Olson D. E.,Parrish F. (1977).** Relationship of myofrillar fragmentation index to mesures of meat tenderness. *J. Food sci.* *vol. 24*: 109-125.
- **Onda T., Yanagida F., Tsuji M., Shinohara T., Yokotsuka K. (2003).** Production And Purification Of A Bacteriocin Peptide Produced By Lactococcus Sp. Strain GM005, Isolated From Miso-Paste. *Int. J. Food Microbiol.* **87**:153-159.
- **Ouali A., Obled A., Cottin P., Merdacin., Ducastain A. Ualin C.(1983).** Comparative effects of *post mortem* storage and Lou calam requiring neutral proteinase of bovin and rablit my ofbrillar proteins, *J sci food agric.* **34** :466-476.
- **Ouali A. (1991).** Conséquences des traitements technologiques sur la qualité de la viande .INRA *prod. Anim* .p 196-197.
- **Ouali A., 1990 (a).**La maturation des viandes facteurs biologiques et technologiques de variation. Viande et produits carmés. **11** :281-290-65.
- **Ould El Hadj M. D., Bouzrag B., Bouras A. Et Moussaoui S. (2002).** Etude comparative de quelques caractristiques chimiques et physico-chimiques de la viande du dromadaire chez des individus du type " sahraoui ". *Revue semestrielle.***10** :101-103
- **Opondo F.B.O. (2011).** Influence of drying methods and fruit position on the mother plant on seed quality of spider plant. *Cleome gynandra L.* Morphotypes from western Kenya. *Advances in Applied Science Research.* **2**: 74-83
- **Padmashree T. S., Vijayalakshmi L., Puttaraj S. (1987).** Effect of traditional processing on the functional properties of cowpea flour. Association of Food Scientists and Technologists. *Mysore, INDE.* **24**: 221-225.

- **Pantaleon J. (1970)**. Hygiène des denrées animales et d'origine animal .Laboratoire Central de recherches vétérinaires. *Edition, Tec et doc*. France.
- **Paul Durand. (2006)**. Technologies des produits de charcuterie et des salaisons .*Edition . lavoisier*, France.
- **Perrier R., Auffret T., Van Des Kemp N., Zonszain F. (1997)**. Experiences faciles et moins faciles en sciences microbiologique collection : Biosciences et techniques. *Edition, Doin*. France.
- **Pestir G.M., Bakalli R.I., Qiao M. Sterling K.G. A. (2002)**. Poultry Science. Ltd. ISSN 0007-1668. **81**: 382-390.
- **Pierre J. (1998)**. Microbiologie alimentaire. *Edition, Dumod*. France.
- **Pilet C. (1987)**. Bactériologie médicale et vétérinaire . *Edition, Doin* .France .

R-S

- **Raynaud S., Perrin R., Cocaign M. Loubière P.(2006)**. Metabolic and transcriptomic adaptation of *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar *diacetylactis* in response to autoacidification and temperature downshift in skim milk. *App. Env. Microbiol.* **71**: 8016-8023.
- **Riaz M. N. (2006)**. Soy Applications in Foods. London: CRC Taylor and Francis .**15**: 39-226.
- **Robert N., Joseph D., Hounhouigan., Tiny Van Boekel., Backhuys Publishers.(2003)**. Les aliments : Transformation, conservation et qualité. CTA. Programme de Radio Rurale : **90**-5782-124.
- **Rosset R. (1978)**. Problèmes microbiologiques concernant le traitement des viandes par réfrigération et congélation. *Revue Générale du Froid.* **65** : 1075 - 1082.
- **Rosset R., (1982)**. Les méthodes de décontamination des viandes : traitement divers. Hygiène et technologie de la viande fraîche. **75** : 193-202.
- **Roux., Jean. L. (1994)**. Conserver les aliments, Comparaison des méthodes et des technologies, Technique et Documentation .*Edition, Lavoisier*. France.
- **Rozis J.F. (1995)**. Sécher les produits alimentaires. Encyclopédie de la charcuterie. *Edition, Tec et doc*. France.
- **Ryan T. (2003)**. L'activité de l'eau une autre façon de voir l'humidité. Solutions. *Mesure.* **751**: 38-41.
- **Saffle R.L., Galbreath J.W. (1964)**. Quantitative determination of salt soluble proteins in various type of meat. *Food Technol.* **18** : 119-120.
- **Sakho B. (1992)**. Communication de la Guinée. Atelier sur les technologies simples et peu coûteuses de conservation de la viande du 12 au 17 octobre .Dakar, Sénégal. p53.
- **Sasson A. (1986)**. Nourrir Demain les Hommes. Sextan. *La Recherche Scientifique et l'Agriculture de Demain*, Impact: Sciences et Société, UNESCO, Paris.
- **Serg N. (2005)** .Hystologie. PCEM 1.Facult2 Lyon Nord. **84** :503-508
- **Sledot E. (2005)**. Connaissance des aliments. Edition, *Tech et doc*. *La voisier*.
- **Sissoko B. (2009)**. Technologie des produits d'origine. Production de viande de l'IPR/IFRA annexe de Bamako. p 35.

T-U-V

- **Tadesse G., Ephraim E., Ashenafi M., (2004)**. Assesment of the antimicrobial activity of lactic acide bacteria isolated from Borde and Shamita ,traditional Ethiopian fermented

beverages , on some food borne pathogene and effect of growth medium on the inhibitory activity .*Int. J. Food safty*. **5**: 13-20.

- **Titiek F.D., Endang S.R., Djoko W., Slamet S. (1996).** Antimicrobial substance produced by *lactobacillus* sp. TGR-2 isoleted from *Growol. Indonesian. Food Nutr. Prog.* **3**(2): 29-34.
- **Touraille C. (1994).** Incidences des caractéristiques musculaires sur les qualités organoleptiques des viandes. *Renc Rech.* p 169-176.
- **Troy D.J. (1999).** Biochemical and physical indicators of beef quality . The national food center. :research report . *Edition, Tec et doc* .France.
- **Valin C., Touraille C., Ouali A. Lacourt A. (1975).** Etude de la qualité des viandes bovines, étude de la maturation de la viande de taurillon. *Anim.Techno.Agric.* **24** :47-64.
- **Vojdam F. , Whitake J.R.(1994).** Chemical and enzymatic modification of proteins for improved functionally in food systems. *Edition*, New York.
- **Virling E. (2003).** Les viandes dans l'aliment et boissons. CRDP .*Edition, lavoisier.* France .

W-Y-Z

- **Warriss P. D. (2000).** Meat Science. An introductory text. CABI Publishers, Bristol.
- **Wierbricki E., Kunkle L.E., Cabil V.R., Deatherage F.E .(1954) .**The relation of tenderness to proteins alterations during *post mortem* ageing. *Food Techn.* **8** : 506-511.
- **Wu H., Wang Q., Ma T., Ren J. (2009).** Comparative studies on the functional properties of various protein concentrate preparations of peanut protein. *Food Research Internation.* **42**:343-348.
- **Yacouba Issa. (2009).** Analyse des techniques traditionnelles de transformation de la viande en Kilichi dans la commune urbaine de Madaoua .*Edition, rep.* Niger.
- **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.
- **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 de Constantine. p 17- 20.

▪ **Règlementation:**

- **AFNOR. (1 993).** Corps gras, graines Oléagineuses, produits dérivés. Recueil des Normes Françaises. 5^{ème} Edition.
- **AOAC. (1995).** Official Methods of Analysis. 15th Ed of Association of Official Agricultural Chemists, Washington D.C, U.S.A.Companies .
- **AOAC. (2000).** Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis, 17th Edn., Washington, D.C.
- **Application Bulletin No. 130/2 f.** Titrages du chlorure à indication potentiométrique. D'intérêt pour: Laboratoires d'analyses générales A 1, 2, 4, 7, 10, 11, 12, 13 .p 5.
- **Arrêté du 5 mai. (1986).** Relatif a la méthode d'analyse des magrets de canard. Détermination de la composition centésimale en acides gras.

- **FAO. (1994).** production et santé animales : Abattage, découpe de la viande et traitement ultérieur . 92 : 202921-4.
- **FAO. (2001).** Global Livestock Production and Health Atlas. ISBN 978-92-5-107033-8.
- **FAO. (2005).** Total meat production, ovine meat production.
- **FAO. (2010).** perspectives de l'alimentation.

Présenté par: BOUFENCHOCHA Badria BOUCHEKRIT Samia	Encadreur : D ^r Idoui. T
Date de soutenance : 02 /07/2013	
Etude de la qualité physicochimique et microbiologique de la viande séchée-salée (El kadid) ovine	
Nature du diplôme : Ingénieur d'Etat en Biologie : Option Contrôle de Qualité et Analyses	
<p>Résumé</p> <p>Cette présente étude avait pour objectif l'évaluation de la qualité de la viande ovine séchée salée. Les résultats ont montré que ce produit conservé par la méthode traditionnelle est de bonne qualité et aptes à la consommation.</p> <p>Les résultats relatifs à la détermination de la qualité de produit donnent des indications sur le pH et l'acidité titrable, les teneurs en eau, en matière sèche, minérale, organique, grasse, en protéine, les indices et les propriétés techno-fonctionnelles exprimant ainsi leur qualité biochimique d'où leur intérêt nutritionnel.</p> <p>Au plan de la qualité microbiologique, on note une absence des coliformes totaux et thermotolérants, des anaérobies sulfitoréducteurs, des staphylocoques au niveau de produit analysé. Par contre, la charge de la flore aérobies mésophile totale et la flore lactique a été élevé dans ce produit.</p>	
Mots clés : Viande Ovine, <i>El kadid</i> , Qualité.	
<p>Abstract</p> <p>The present study was to evaluate the quality of dried salted meat sheep. The results showed that the product stored by the traditional method is the good quality and fit for consumption. The results for the determination of the quality of product give an indication of the pH and titratable acidity, the water content , dry matter, mineral, organic, fat, protein, indices and properties techno-functional expressing their biochemical quality and hence their nutritional value.</p> <p>In terms of microbiological quality, there is a lack of total and thermotolerant coliforms, sulphite-reducing anaerobes, staphylococci at product analyzed. For against, the burden of total aerobic mesophilic and lactic flora was high in this product.</p>	
Keywords: Sheep Meat, <i>El kadid</i> , Quality	
<p style="text-align: right;">ملخص</p> <p>تهدف هذه الدراسة إلى تقييم نوعية لحوم الغنم المجففة والمملحة. أظهرت النتائج أن المنتج المحفوظ بالطريقة التقليدية هي من نوعية جيدة وصالحة للاستهلاك.</p> <p>نتائج تحديد نوعية المنتج تعطي مؤشرا لدرجة الحموضة ومعايير الحموضة، ومحتوى الماء، المادة الجافة، والمعادن، والبروتين، والدهون ومؤشرات العضوية والخصائص الوظيفية وتعبر على الجودة البيوكيميائية وبالتالي قيمتها الغذائية من حيث الجودة الميكروبيولوجية، هناك نقص في مجموع القولونيات والقولونيات المقاومة للحرارة، اللاهوائيات المرجعة للسلفيت، و المكورات العنقودية على مستوى المنتج المراقب. على عكس مجموع الهوائيات التي تعيش في درجة الحرارة المعتدلة، و البكتيريا اللبنية كانت عالية في هذا المنتج.</p>	
<p style="text-align: right;">الكلمات المفتاحية : لحم الغنم، القديد، الجودة.</p>	

