

République Algérienne Démocratique et Populaire

Université Abdelhamid Ibn
Badis-Mostaganem
Faculté des sciences de la
Nature et de la vie



تعماجس يداڤ نڤ ديمحلا دبع
مناغتسم
تيلكيطاو تيعيطلا مولعفا

DÉPARTEMENT D'AGRONOMIE

MÉMOIRE DE FIN D'ETUDES

Présenté par :

M^{elle} ADJOUT Asma

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER EN AGRONOMIE

Spécialité : Contrôle de la Qualité des Aliments

THÈME

Impact de l'extrait aqueux de *Rosmarinus officinalis* L sur la qualité microbiologique d'une viande ovine de race Ouled Djellal issue des pâturages steppiques au cours de la conservation au froid.

Devant le Jury :

Président	M. BEKKADA. A	Professeur	C.U. Tissemsilt
Encadreur	M. AIT SAADA. D	M.C.A	U. Mostaganem
Examinatrice	M ^{me} AIT CHABANE .O	M.C.B	U. Mostaganem
Invité	M ^{elle} BABADJI. KH	Doctorante	U. Mostaganem

Année universitaire : 2019 – 2020.

Remerciements

Avant tout, Je remercie ALLAH, le tout puissant pour m'avoir donné la patience, la santé et la volonté pour réaliser ce modeste travail.

J'exprime tous mes sincères remerciements et mon grand respect à mon encadreur, Monsieur **AIT SAADA.D**; d'avoir accepté de m'encadrer. Son soutien scientifique, ses remarques, ses précieux conseils et critiques, ainsi que sa confiance qu'il m'a accordée ont fait progresser énormément ce travail. Je le remercie profondément pour sa compréhension, sa patience et sa politesse incomparable.

J'exprime ma sincère gratitude à **M. BEKADA A.M.A**, enseignant à l'université de Tissemsilt de l'honneur qu'il ma fait en acceptant de présider le jury de soutenance.

Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance à **Mme. AIT CHABANE Ouiza** enseignante à l'université de Mostaganem d'avoir accepté de juger a titre d'examineur ce mémoire.

Je tiens, également, à remercier la doctorante **BABADJI Khadidja** pour ses multiples encouragements ; merci pour ta précieuse aide à surmonter les difficultés, pour sa patience et ses précieux conseils qu'elle m'a donnés afin d'aboutir ce modeste mémoire.

Mes remerciements sont orientés également à tous les enseignants qui ont veillé à notre bonne formation et qui ont enrichi nos connaissances théoriques et pratiques dans le domaine d'études en.

Mes remerciements vont aussi droit a tous mes amis et étudiantes de la promotion en master de Contrôle de la Qualité des Aliments.

Enfin, je remercie tout ceux et celles, qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à celui qui m'a doté de tout ce qu'il possède jusqu'à ce que je réalise ses espoirs pour lui, qui me poussait à atteindre le but, à ma première école de la vie, à celui qui a récolté les épines de mon chemin pour ouvrir la voie de la connaissance, à celui qui a attendu beaucoup pour voir ce jour, mais malheureusement, Il n'était pas avec nous, **à mon cher père**, que Dieu lui fasse miséricorde.

À celui qui m'a nourri le droit aux soins et mon soutien était dans l'adversité, et son appel a été un succès pour moi, à celui qui m'a suivi pas à pas dans mon travail, à qui je me suis reposé chaque fois que je me souvenais de son sourire à **ma chère mère**.

A mes chers frères : Amin, Ibrahim, Abdel-Wahab et Khalil qui ont partagé le fardeau de la vie avec moi, Je leur dédie ce travail afin d'apporter quelque chose de bonheur dans leurs cœurs.

A mes chers belles-sœurs : Fatima et ses enfants "Mahdi et Ayoub", Aya et Nihad.

A toute **ma grande famille** et à tout ce qui me connais-je-vous aime.

A mes amis et à tous ceux qui m'aiment et ceux qui m'ont aidé pour arriver ici.

Résumé :

Ce travail consiste à suivre l'effet antimicrobien de l'extrait aqueux d'une plante médicinale le *Rosmarinus officinalis* L. (Romarin) cultivée dans la région de Naama (Algérie) vis-à-vis des germes responsables d'altération de la viande ovine de race Ouled Djellel issue des pâturages steppiques à Bogtob wilaya d'El Bayadh au cours de neuf (09) jours de conservation au froid à 4°C. L'extraction des principaux composés actifs de la plante a été effectuée par macération du végétal dans l'eau. L'extrait de romarin obtenu après évaporation du solvant a été dilué à 0, 20, 40, 60, 80, et 100%, respectivement. Dix-huit (18) échantillons de 300 g de viande chacun, ont été prélevés aseptiquement des carcasses d'animaux après ressuyage de 18 heures. Des lots de 3 morceaux de viande ont été ensuite constitués et entreposés individuellement dans des barquettes en polystyrène. Chaque lot a été traité au premier jour avec l'une des concentrations d'extrait préparées comme préalablement à raison de 6 ml. Les analyses microbiologiques effectuées sur les échantillons de viande expérimentaux ont concerné : *flore totale aérobie mésophile*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas*, *flore psychrotrophe* et *coliformes thermotolérants*.

Le niveau de contamination aux germes d'altération (*flore totale aérobie mésophile*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas*, *flore psychrotrophe* et *coliformes thermotolérants*) semble remarquablement diminuer ($p < 0.01$) durant les 09 jours de stockage au froid dans la viande de gigot d'agneaux traitée notamment à l'extrait aqueux pur et dilué à 80% par comparaison à celle du témoin, n'ayant subi l'ajout d'aucun additif comme conservateur.

L'extrait aqueux de l'espèce végétale étudiée *Rosmarinus officinalis* L., peut sans aucun doute se substituer efficacement aux additifs chimiques comme les nitrates et les nitrites néfastes pour la santé souvent utilisés en charcuterie et les viandes transformées. Etant riche en composés phénoliques, cet extrait a montré un réel pouvoir antimicrobien vis-à-vis de quelques germes responsables de toxi-infections alimentaires capables par voie de conséquence de prolonger sensiblement la durée de conservation des viandes à 4°C.

Mots clés : *Rosmarinus officinalis* L. (Romarin), extrait, aqueux, viande, ovine, conservation, qualité, microbiologie.

Abstract:

This work consists in following the antimicrobial effect of the aqueous extract of a medicinal plant *Rosmarinus officinalis L* (Rosemary) cultivated in the region of Naama (Algeria) vis-à-vis the germs responsible for spoilage of sheep meat. Ouled Djellel breed from steppe pastures in Bogtob wilaya of El Bayadh during nine (09) days of cold storage at 4 ° C. The extraction of the main active compounds of the plant was carried out by macerating the plant in water. The rosemary extract obtained after evaporating the solvent was diluted to 0, 20, 40, 60, 80, and 100%, respectively. Eighteen (18) samples of 300 g of meat each were taken aseptically from animal carcasses after 18 hours of soaking. Batches of 3 pieces of meat were then made up and stored individually in polystyrene trays. Each batch was treated on the first day with one of the extract concentrations prepared as before at a rate of 6 ml. The microbiological analyzes carried out on the experimental meat samples concerned: *total aerobic mesophilic flora*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas*, *psychrotrophic flora* and *thermotolerant coliforms*.

The level of contamination by spoilage germs (*total aerobic mesophilic flora*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas*, *psychrotrophic flora* and *thermotolerant coliforms*) seems to decrease remarkably ($p < 0.01$) during the 09 days of cold storage in the meat of leg of lambs. treated in particular with pure aqueous extract and diluted to 80% compared to that of the control, not having undergone the addition of any additive as a preservative.

The aqueous extract of the studied plant species *Rosmarinus officinalis L*. can undoubtedly be an effective substitute for chemical additives such as nitrates and nitrites harmful to health often used in cold cuts and processed meats. Being rich in phenolic compounds, this extract has shown a real antimicrobial power vis-à-vis some germs responsible for food poisoning capable as a consequence of appreciably extending the shelf life of meats at 4 ° C.

Key words: *Rosmarinus officinalis L*. (Rosemary), extract, aqueous, meat, sheep, preservation, quality, microbiology.

ملخص :

يتكون هذا العمل من متابعة التأثير المضاد للميكروبات للمستخلص المائي للنبات الطبي إكليل الجبل

(*Rosmarinus officinalis L. (Rosemary)*) المزروع في منطقة النعام (الجزائر) مقابل الجراثيم المسؤولة عن تلف لحم الضأن. سلالة أولاد جلال من مراعي السهوب في بوقتب ولاية البيض خلال تسعة (09) أيام من التخزين البارد عند 4 درجات مئوية. تم استخلاص المكونات النشطة الرئيسية للنبات عن طريق نقع النبات في الماء. تم تخفيف مستخلص إكليل الجبل الذي تم الحصول عليه بعد تبخير المذيب إلى 0 , 20 , 40 , 60 , 80 و 100٪ على التوالي. تم أخذ ثمانية عشر (18) عينة من 300 غرام من اللحم بطريقة معقمة من جثث الحيوانات بعد 18 ساعة من النقع. تم بعد ذلك تحضير دفعات من 3 قطع من اللحم وتخزينها بشكل فردي في صينية البوليسترين. تمت معالجة كل دفعة في اليوم الأول بإحدى تراكيز المستخلص المحضر كما كان من قبل بمعدل 6 مل. التحاليل الميكروبيولوجية التي تم إجراؤها على عينات اللحوم التجريبية المعنية: القولونيات المقاومة للحرارة، *flore totale aérobie mésophile*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas*, *flore psychrotrophe* ,

يبدو أن مستوى التلوث عن طريق جراثيم التلف: القولونيات المقاومة للحرارة، *flore totale aérobie mésophile*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas*, *flore psychrotrophe* انخفض بشكل ملحوظ ($p > 0.01$) خلال 09 يوماً من التخزين البارد في لحوم أرجل الحملان. تمت معالجته على وجه الخصوص بمستخلص مائي نقي ومخفف إلى 80٪ بالمقارنة مع عنصر التحكم، دون الخضوع لإضافة أي مادة مضافة كمادة حافظة.

لا شك في أن المستخلص المائي للأنواع النباتية المدروسة *Rosmarinus officinalis L.* يمكن أن يحل محل الإضافات الكيميائية الفعالة مثل النترات والنترتات الضارة بالصحة التي تستخدم غالباً في اللحوم الباردة واللحوم المصنعة. نظراً لكونه غنياً بالمركبات الفينولية، فقد أظهر هذا المستخلص قوة حقيقية مضادة للميكروبات مقابل بعض الجراثيم المسؤولة عن التسمم الغذائي القادرة نتيجة لإطالة العمر الافتراضي للحوم عند 4 درجات مئوية.

الكلمات المفتاحية: (*Rosmarinus officinalis L. (Rosemary)*) ، مستخلص ، مائي ، لحم ، غنم ، حفظ ، جودة ، علم الأحياء الدقيقة.

Liste des abréviations

- °C : Degré Celsius.
- **ATP** : Adénosine Triphosphate
- **Aw** : Activité de l'eau.
- **FAO**: Food and Agriculture Organization.
- **FTAM** : Flore Totale Aérobie Mésophile
- **HE** : Huile Essentiel.
- **ISO** : International Standard Organisation
- **JORA** : Journal Officiel de la République Algérienne.
- **OMS** : Organisation Mondiale de la santé.
- **P**: Seuil de probabilité.
- **PCA** : Plate Count Agar.
- **pH** : Potentiel hydrogène.
- **TAI** : Toxi-infections alimentaires.
- **UFC** : Unité Formant Colonie.
- **UV** : Ultraviolets.
- **VRBL** : Milieu Lactosée Biliée Au Cristal Violet et Au Rouge Neutre.

Liste des Tableaux

Tableau 1. Production mondiale de la viande ovine	04
Tableau 2. Evolution de l'effectif du cheptel ovin de 2003 à 2010 ($\times 10^3$ têtes).	05
Tableau 3. Composition biochimique du muscle.....	07
Tableau 4. Composés phénoliques et flavonoïdes de l'extrait aqueux et de la matière végétale de <i>Rosmarinus officinalis</i> L.....	39
Tableau 5. Effet de l'extrait aqueux de <i>Rosmarinus officinalis</i> L. sur la qualité de la viande ovine issue des pâturages steppiques durant 9 jours de conservation au froid.	41

Liste des figures

Figure 1. Production mondiale des viandes	03
Figure 2. Aspect morphologique du romarin	24
Figure 3. Procédé d'extraction des composés phénoliques.....	32
Figure 4. Courbe d'étalonnage de l'acide gallique.	38
Figure 5. Courbe d'étalonnage de la quercétine.	39

Table des matières

Résumé

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction..... 01

Chapitre I : Généralités sur la viande ovine

1. Définition de la viande..... 03

2. Importance de la viande dans l'alimentation 03

3. Production de viande dans le monde..... 03

4. Situation de la viande ovine dans le monde et en Algérie 04

5. Aperçu de l'élevage ovin en Algérie 04

6. Effectif et localisation de l'élevage ovin en Algérie..... 05

7. Importance de l'élevage ovin en Algérie..... 05

8. Évolution de la viande après l'abattage 06

9. Caractéristiques biochimiques du muscle 07

9. 1. Protéines 07

9. 2. Lipides 07

9.3. Glucides 07

9.4. Vitamines 08

9. 5. Minéraux 08

10. Caractéristiques physico-chimiques..... 08

10. 1. Teneur en eau 08

10.2. pH 08

11. Critères de la qualité de la viande	08
11. 1. Qualités de la viande	09
11. 2. Qualité nutritionnelle	09
11. 3. Qualité hygiénique	09
11. 4. Qualité de service ou d'usage	9
11.5. Qualité Organoleptique	10
11.6. Qualité technologique	11
12. Facteurs influençant la transformation du muscle en viande	12
13. Origine de la contamination de la viande	12
13. 1. Origine exogène	12
13. 2. Origine endogène	13
14. Conditions de multiplication des microorganismes	14
14. 1. Activité de l'eau	14
14. 2. Potentiel d'hydrogène	14
14. 3. Température	15
14. 4. Potentiel d'oxydoréduction	15
15.1. Méthodes traditionnelles	15
15.1.1. Salage	15
15.1.2. Fumage.....	16
15.1.3. Séchage	16
15.2. Procédés technologiques	16
15.2.1. Conservation par le froid	16
15.2.2. Conservation par la chaleur	17
15.2.3. Conservation par les agents chimiques	18
16. Durée de conservation et détérioration de la viande	19
17. Les signes d'altération de la viande	19
18. Types d'altérations de la viande	19
19. Conséquences de la contamination.....	20
20. Intoxications alimentaires	20

21. Prévention	20
-----------------------------	-----------

Chapitre II: Le Romarin (*Rosmarinus Officinalis*L.)

1. Plantes aromatiques	22
2. Plantes médicinales	22
3. Classification des plantes médicinales et aromatiques	22
4. Romarin (<i>Rosmarinus officinalis</i> L.)	22
4.1. Origine du nom	22
4.2. Historique	22
4.3. Étymologie	23
4.4. Noms vernaculaires	23
4.5. Description de romarin.....	23
4.6. Variétés de <i>Rosmarinus officinalis</i>	23
4.7. Classification botanique	24
4.8. Aire géographique	24
4.9. Saveur, arôme et valeur nutritive	25
4.10. Composition chimique du romarin	25
4.10. 1. Huiles essentielles	25
4.10.2. Compositions phénoliques	25
4.11. Usages du romarin	26
4.11.1. Phytothérapie	26
4.11.2. Parfumerie et cosmétique	26
4.11.3. Industrie agro-alimentaire.....	26
4.11.4. Applications du romarin dans le domaine alimentaire	26
4.12. Propriétés du <i>Rosmarinus</i>.....	28
4.12.1. Activité antibactérienne	28
4.12.2. Activité antifongique	28
4.12.3. Activité ovicide.....	28
4.12.4. Activité anti-oxydante.....	28
4.12.5. Effet anti-cancérogène	28
4.12.6. Effet anti-acétylcholinestérase	28

4.12.7. Effet hypoglycémiant.....	28
4.12.8. Effet anti-hépatotoxique	29

Partie 2: Methodologie

1. Objectifs.....	30
2. Matériel végétal	30
3. Méthodes.....	30
3.1. Région de prélèvement du matériel végétale.....	30
3.2. Préparation de la poudre végétale	30
3.3. Préparation de l'extrait aqueux	31
3.4. Traitement de la viande.....	33
3.5. Analyses microbiologiques	33
3.6. Préparation de la solution mère	33
3.7. Préparation des milieux de culture	34
3.8. Dénombrement des germes totaux à 30°C.....	34
3.9. Dénombrement des Coliformes thermotolérants	35
3.10. Dénombrement des <i>Staphylococcus aureus</i>	35
3.11. Dénombrement de <i>Pseudomonas</i>	36
3.12. Dénombrement de la Flore psychrotrophe.....	36
4. Traitement statistique.....	37

Partie 03 : Résultat et discussion

1. Résultats:	38
1.1. Polyphénols totaux et flavonoïdes de <i>Rosmarinus officinalis</i> L.	38
1.2. Effet de l'extrait de romarinsur la conservation de la viande	40
2. Discussion	42
Conclusion générale.....	45

Références bibliographiques

Annexes

Introduction

Introduction

L'élevage ovin occupe une place importante en Algérie. Outre sa contribution de plus de 50 % dans la production nationale de viandes rouges, il participe de 10 à 15% dans le produit intérieur brut agricole. Il se pratique dans les différentes zones climatiques d'Algérie. Cette diversité pédoclimatique offre à l'Algérie une extraordinaire diversité de races ovines. Pour cela la viande rouge occupe une place de choix dans notre alimentation en raison de son niveau de consommation élevé dans le pays et, sa composition permettant de couvrir une proportion importante des apports nutritionnels conseillés en certains nutriments : vitamines B 3, B 6 et B 12, fer, zinc (**Bauchart et Gandemer, 2010**), protéines de haute qualité, et en matières grasses tel que les oméga-3 (**Williams, 2007**).

Cependant, sa richesse en eau et en protéines fait d'elle un aliment hautement périssable et un milieu favorable à la prolifération microbienne. Sa contamination a lieu juste après l'abattage, dès les premières étapes de dépeçage et d'éviscération. En effet, les micro-organismes présents sur le cuir et dans le tractus digestif constituent la source principale de contamination de la surface des muscles, les étapes ultérieures de découpe et de transformation révéleront autant d'étapes de contamination possibles par les microorganismes présents dans l'environnement des ateliers : l'air, les surfaces, les équipements et les manipulateurs (**Benrezak, 2017**).

La préservation de la qualité des viandes contre la contamination microbienne est une opération nécessaire. Parmi les diverses solutions technologiques possibles pouvant améliorer la qualité de la viande, il convient de citer l'addition d'agents antimicrobiennes naturels des plantes (**Cheftelet al., 1980**).

Parmi ces additifs naturels le *Rosmarinus Officinalis*L. et ses composés bioactifs sont largement utilisés dans les denrées alimentaires des populations des régions méditerranéennes ; ils préservent les qualités nutritionnelles des produits alimentaires et leur durée de conservation en retardant la dégradation oxydative surtout des lipides (**Bensebia et al ., 2009**).

Le romarin est décrit comme étant une source potentielle d'antioxydant car il contient une variété de composés actifs incluant les terpènes, les polyphénols, les fibres, les protéines, les sucres, les cations, les pigments et les huiles essentielles.

L'objectif de ce travail est d'étudier l'effet de l'extrait aqueux de romarin (*Rosmarinus officinalis*) sur quelques germes responsables de toxi-infection alimentaire et impact sur la qualité microbiologique d'une viande ovine de race Ouled Djellal issue des pâturages steppiques au cours de la conservation au froid de 4°C.

Le manuscrit comporte trois parties :

- ❖ La première partie a été consacrée à une synthèse bibliographique qui renferme deux chapitres. Le premier chapitre donne un aperçu succinct sur la viande ovine ; le second chapitre retrace l'essentiel des informations sur la plante objet de l'étude à savoir *Rosmarinus officinalis L.*
- ❖ La deuxième partie expérimentale rapporte la méthodologie d'étude et présente le matériel, ainsi que les méthodes appliquées à l'étude expérimentale.
- ❖ La troisième partie comporte la discussion des résultats, une conclusion et les perspectives de recherche développement à entreprendre dans un avenir proche.

Partie 01 :
Etude bibliographique

Chapitre I :

Généralités sur la viande ovine

Chapitre I : Généralités sur la viande ovine

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 ». Elles sont principalement constituées de muscles striés squelettiques qui comportent aussi d'autres tissus en quantité très variable selon les espèces, les races, les âges, les régimes alimentaires et la région anatomique concernée. Ce sont surtout les tissus conjonctifs, adipeux parfois les os et la peau (Staron, 1982).

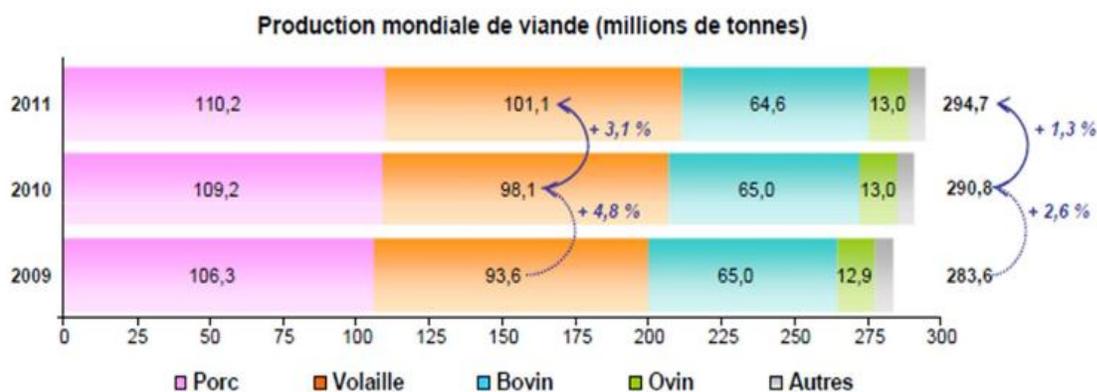
2. Importance de la viande dans l'alimentation

La viande nous apporte beaucoup de nutriments essentiels pour une alimentation équilibrée, tels que les sels minéraux (zinc, le fer, le sélénium), les vitamines (B12, B6, B3), les protéines de haute qualité, et une gamme de lipides, surtout l'oméga-3 et les acides gras polyinsaturés (Williams, 2007).

3. Production de viande dans le monde

La production mondiale de viande augmente toujours **294 700 000 000** kilos /an.

La production totale de viande dans le monde est donnée par la **FAO (2005)** ou on note environs 258,935 millions de tonnes (Mokhdar, 2017).



Source : FranceAgriMer d'après FAO

293 millions de tonnes de viande avaient été produites en 2010.

Figure 1. Production mondiale de viandes.

4. Situation de la viande ovine dans le monde et en Algérie

La viande constitue une denrée de première nécessité dans le monde, suivant qu'elle est une source importante de nutriments, elle est l'aliment par excellence dont la consommation est freinée seulement par les prix (Ameni, 2007). Les ovins représentent la tradition en matière d'élevage en Algérie et ils ont toujours constitué l'unique revenu du tiers de la population algérienne (Chellig, 1986). Selon FAO (2012), l'Algérie est classée au 9ème rang mondial avec plus de 18 millions de têtes en matière de production de la viande ovine (Tableau 01). Après la Chine, l'Australie et la Nouvelle-Zélande qui sont les pays leaders dans la production de la viande rouge.

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

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

5. Aperçu de l'élevage ovin en Algérie

En Algérie, l'élevage ovin constitue une véritable richesse nationale pouvant être appréciée à travers son effectif élevé par rapport aux autres spéculations animales et particulièrement par la multitude de races présentes, ce qui constitue un avantage et une garantie sûre pour le pays (Dekhili, 2010). Les populations ovines locales sont constamment soumises à l'adversité du milieu (rigueur du climat, contraintes alimentaires) et se caractérisent par une rusticité remarquable mais elles présentent des résultats de production hétérogènes et des caractéristiques morphologiques diverses qui semblent avoir une origine génétique différente (Benyoucef et al.,

2000).

Selon (Chellig, 1992), le cheptel ovin en Algérie, est constitué de huit races, premier fournisseur en Algérie de viande rouge, Ces dernières sont classées, selon leurs effectifs et leur importance économiques, en deux groupes :

- ✓ Les races principales : Ouled-Djellal, Hamra, Rembi et Taadmit ;
- ✓ Les races secondaires : D'men, Sidaoun, Berbère et Barbarine.

6. Effectif et localisation de l'élevage ovin en Algérie

L'espèce ovine, la plus importante en effectif, représente la plus grande ressource animale du pays. Il est difficile de connaître avec précision l'effectif exact du cheptel ovin national, le système de son exploitation principalement nomade et traditionnel ne le permet pas. Selon les statistiques du Ministère de L'Agriculture l'effectif ovin a été estimé à environ 22,868 millions de têtes en 2010 (Khiati, 2013).

Tableau 2. Evolution de l'effectif du cheptel ovin de 2003 à 2010 ($\times 10^3$ têtes).

Années	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Ovins	17 502	18293	18 909	19 615	20 154	19 946	21 404	22 868

(Ministère de l'Agriculture : Statistiques agricoles (2003- 2010)).

7. Importance de l'élevage ovin en Algérie

En Algérie les ovins sont essentiellement composés de races locales qui sont exploitées pour la viande et secondairement pour le lait et la laine dans des conditions arides et semi-arides, auxquelles elles s'adaptent de façon remarquable (Benyoucef et al., 2000). Donc l'élevage ovin est une activité économique qui continue à jouer un rôle vital dans l'agriculture et l'économie de notre pays (Kanoun et al., 2007).

Selon Bencherif (2011) l'élevage ovin constitue la principale ressource de territoire steppique et apporte sa contribution à l'économie nationale par ses produits diversifiés (viande, laine, peau),

les emplois et les revenus monétaires qu'il génère. De part son importance, il joue un rôle prépondérant dans l'économie et participe activement à la production des viandes rouges.

L'élevage ovin occupe ainsi une place importante sur le plan économique et social, sa contribution à l'économie nationale est importante dans la mesure où il représente une capitale de plus d'un milliard de dinars, c'est une source de revenu pour de nombreuses familles à l'échelle de plus de la moitié du pays (**Benderradji, 2014**).

8. Évolution de la viande après l'abattage

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

- **Etat pantelant** : La phase de pantelance suit directement l'abattage. Malgré l'interruption de la circulation sanguine on observe une succession de contractions et relaxations musculaires. Le muscle continue de vivre. Il y a donc épuisement des réserves énergétiques (glycogène), puis une mise en place de la glycolyse anaérobie. L'accumulation d'acide lactique qui s'en suit provoque ainsi une baisse du pH qui passe de 7 à 5.5 (**Ouali, 1991 ; Coibion, 2008**).
- **Etat rigide (Rigidité cadavérique ou bien Rigormortis)** : qui se manifeste entre les 10 et 48 heures qui suivent l'abattage. Le muscle devient progressivement raide et inextensible. La rigidité cadavérique est le résultat de la liaison irréversible entre la myosine et l'actine, avec diminution de la teneur en ATP car la vitesse de sa production devient inférieure à celle de l'hydrolyse due au manque d'oxygène au niveau du muscle provoqué par l'arrêt de la circulation sanguine (**Coibion, 2008**).
- **Etat de maturation (Rassis)** : La phase maturation est la phase d'évolution "post mortem" survenant après l'installation de la rigidité cadavérique (**Shackelford et al., 1991 ; Coibion, 2008**).

La maturation est le résultat de l'action des protéases musculaires. Elle se déclenche dès l'abattage, mais ses effets sont masqués par la rigor mortis. Le système protéolytique dégrade les protéines myofibrillaires et celles du cytosquelette (**Guillemin et al., 2009**).

9. Caractéristiques biochimiques du muscle :

La composition du muscle est variable entre les animaux et chez un même animal d'un muscle à l'autre. Mais il y a une composition moyenne qui est retenue indiquée dans le tableau 3. (Coibion, 2008 ; Ludovic, 2008).

Tableau 3. Composition biochimique de muscle (Coibion, 2008 ; Ludovic, 2008).

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

9. 1. Protéines :

Les viandes sont par excellence, la première source de protéines grâce à leur richesse en acides aminés indispensables qui les classe parmi les protéines nobles (Truchot, 1979 ; Starton, 1982; Youling et al., 2001). Les protéines se répartissent en: Protéines intracellulaires représentées par les protéines sarcoplasmique (albumine, globuline, hémoglobine et myoglobine), les protéines myofibrillaires (actine, myosine, tropomyosine et actinine) et en protéines extracellulaires (Collagène, réticuline et élastine)(Lawrie, 1998^b). La teneur en protéines varie entre 16 et 22% du poids totale de la viande (Coibion, 2008).

9. 2. Lipides :

Les lipides de la viande sont présents sous forme de triglycérides et de phospholipides (lipides membranaires insaturés) et sont constitués d'acides gras saturés dont 45 à 55% d'acides gras sont indispensables. Ils sont localisés dans la fibre musculaire ou dans le tissu conjonctif entre les faisceaux musculaires. La qualité lipidique est fonction de l'espèce, de l'alimentation et l'animal. La fraction lipidique représente 3 à 5 % de la composition totale de muscle (Aouachria et al.,2017).

9.3. Glucides :

Le glycogène du muscle se transforme en acide lactique lors de la maturation de la viande, la teneur en glucides des viandes est stable (Monin et Ouali, 1991).

9.4. Vitamines :

Les viandes contiennent les vitamines hydrosolubles surtout le groupe B. Elles sont riches en Thiamine B1, Riboflavine B2 et pauvre en vitamine C ; celles qui ont une teneur élevée en gras sont riches en vitamines liposolubles (**Mansour, 1996**).

9. 5. Minéraux :

Les viandes constituent une source principale en zinc. Elles apportent du potassium et du phosphore, par contre elles sont très pauvres en calcium. Les viandes sont la meilleure source de fer hémique (3 à 6 mg), qui est beaucoup mieux assimilé par l'organisme humain que le fer non hémique. Les viandes sont les aliments les plus riches en sélénium. Leur teneur moyenne est d'environ 9µg/100g de viande. C'est un antioxydant qui protège l'organisme contre les peroxydations lipidiques donc contre le vieillissement et les maladies cardiovasculaires (**Aouachria et al.,2017**).

10. Caractéristiques physico-chimiques

10. 1. Teneur en eau :

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

10.2. pH :

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

11. Critères de la qualité de la viande

En ce qui concerne la viande cette qualité regroupe plusieurs critères qui sont :

- Qualité nutritionnelle ;
- Qualité hygiénique ;

- Qualité de service ou d'usage ;
- Qualité organoleptique ;
- Qualité technologique.

11. 1. Qualités de la viande :

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

11. 2. Qualité nutritionnelle :

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

11. 3. Qualité hygiénique :

La viande doit garantir une totale innocuité et préserver la santé du consommateur. Elle ne doit contenir aucun résidu agrochimique, de métaux lourds, de micro-organismes pathogènes, et de tout autres substances dangereuses pour la santé (**Coibion, 2008**).

La contamination est due au fait que l'essentiel des germes est apporté au cours de l'abattage et au cours de la préparation des carcasses. Certains germes pathogènes, saprophytes du tube digestif peuvent contaminer les muscles, d'où la nécessité de l'éviscération précoce et des mesures limitant le stress d'abattage qui favorise ce passage. Une contamination initiale aussi faible que possible, un respect rigoureux des règles d'hygiène et une application continue du froid assure une bonne consommation du point de vue sanitaire (**Vierling, 2003**).

11. 4. Qualité de service ou d'usage :

Elle répond à la praticité en rapport avec un produit. Ainsi la facilité de préparation des aliments ou la durée de conservation représentent des critères essentiels aux yeux du consommateur

(Touraille, 1994).

11.5. Qualité Organoleptique :

Les caractéristiques organoleptiques des viandes regroupent les propriétés sensorielles à l'origine des sensations de plaisir associées à leur consommation. La qualité sensorielle de la viande est déterminée par sa couleur, sa flaveur, sa jutosité et sa tendreté. Chez les viandes, ces caractéristiques varient selon le type génétique, l'âge, le sexe des animaux, la conduite de la production (niveau énergétique et protéique de la ration, vitesse de croissance, utilisation du pâturage, apports en vitamine E)(Hocquette et al., 2005). Par ailleurs, les phénomènes biochimiques et structuraux qui se produisent au cours des 24 premières heures post mortem ont une très grande influence sur la qualité organoleptique ultérieure de la viande, en particulier sur la couleur et la tendreté (Savell et al., 2005).

➤ **Tendreté :**

La tendreté peut être définie comme la facilité avec laquelle une viande se laisse trancher et mastiquer, au contraire d'une viande dure, difficile à mastiquer (Touraille, 1994).

La tendreté est le critère de qualité le plus important pour le consommateur lorsqu'il consomme une viande. Elle mesure la facilité avec laquelle la structure de la viande peut être désorganisée au cours de la mastication (Ouali et al., 2006).

La tendreté est un facteur important de la qualité. C'est la qualité sensorielle la plus déterminante pour le consommateur de viande (Deansfield et Zamora, 1997).

C'est aussi l'un des critères de qualité d'origine multifactorielle le plus variable, et donc le plus difficile à maîtriser ou à prédire (Geayet al., 2001).

➤ **Couleur :**

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

La couleur est aussi affectée par l'évolution du pH. Un pH bas provoque une décoloration de la

viande par contre, un pH élevé donne aux viandes une couleur sombre (**Frayse and Darre, 1989**).

➤ **Flaveur :**

La flaveur de la viande correspond à « l'ensemble des impressions olfactives et gustatives » que l'on éprouve au moment de la dégustation.

Les différents composés chimiques responsables de la flaveur de la viande sont libérés principalement au moment de la cuisson (**Lameloise et al., 1984**).

➤ **Jutosité :**

La jutosité, appelée aussi succulence caractérise la faculté d'exsudation de la viande au moment de la dégustation. Le facteur essentiel qui va jouer sur la jutosité est le pouvoir de rétention d'eau du muscle.

Le pouvoir de rétention d'eau du muscle de la viande est la faculté de la viande à conserver, dans des conditions bien définies, son eau propre ou de l'eau ajoutée. Il traduit la force de liaison de l'eau aux protéines de la fibre musculaire.

Le pouvoir de rétention d'eau dépend de l'eau retenue au niveau des myofibrilles, celle-ci dépendant de la structure spatiale des protéines des fibres musculaires. Lorsque la distance entre les chaînes protéiques s'agrandit, le pouvoir de rétention d'eau augmente (**Lameloise et al., 1984**).

11.6. Qualité technologique :

La qualité technologique de la viande correspond à ses aptitudes à subir une transformation. La qualité de la matière première doit être définie par rapport à l'utilisation envisagée.

Le pouvoir de rétention en eau de la viande fraîche est la capacité des 20 % de protéines musculaires à retenir les 75 % d'eau présents ; c'est une caractéristique essentielle pour la fabrication de viande cuite. Il est fortement influencé par la vitesse de chute du pH post mortem ; une chute trop rapide du pH combinée à une température élevée provoque la dénaturation des protéines, conduisant à une réduction du pouvoir de rétention. Cela, entraîne une diminution du rendement de fabrication de viande cuite (**Chougui, 2015**).

12. Facteurs influençant la transformation du muscle en viande :

- ✓ **Facteurs intrinsèques :** Ce sont des facteurs liés essentiellement à l'animal. L'espèce, la race et l'âge sont les facteurs les plus marquants. Les propriétés musculaires définies par la teneur en collagène et sa solubilité, l'activité métabolique et contractile des fibres, la teneur et l'activité des enzymes protéolytiques (**Bonneau et al., 1996**).
- ✓ **Facteurs extrinsèques :** Ce sont des facteurs liés aux traitements de l'animal avant et après abattage. L'alimentation des animaux, le stress associé au transport et à la manipulation avant abattage affectent les propriétés musculaires (**Smili, 2014**).

13. Origine de la contamination de la viande

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

13. 1. Origine exogène :

Les hygiénistes de la filière savent que les contaminations s'opèrent par contact entre ce qui est contaminé et ce qui ne l'est pas encore.

Tout contact des carcasses ou des viandes avec les murs et les sols des environnements de fabrication est catastrophique par rapport au plan de la charge microbienne apportée aux produits à l'abattage, puis lors de la découpe la contamination par les microorganismes peuplant le cuir des animaux et ceux présents dans l'air ou sur l'outillage sont difficilement évitables. La flore bactérienne présente sur la surface de la carcasse, se situe en moyenne entre 10^3 - 10^4 /cm² (**Leyral, 2001**).

a- Flore du sol :

Le sol est pourvu en microorganisme de façon abondante, le sol contient des bactéries, des champignons, algues microscopiques ; un gramme de terre prélevé à la surface d'un champ peut

contenir environ deux milliards de bactéries (**Leyral, 2001**).

b- Flore de l'eau :

L'eau est une source de contamination importante. L'eau naturelle traitée ou non, n'est jamais stérile, quand elle provient de nappes profondes, bien protégées, aussi contient des bactéries (**Leclerc et al., 1977**).

c- Flore de l'air :

L'air représente un transit pour les bactéries, mais ces derniers ne peuvent ni s'y multiplier ni s'y installer, donc la composition de l'air en microorganismes dépend de la salle et de l'activité qui s'y est exercée (**Leyral, 2001**).

d- Locaux :

Différents auteurs s'accordent à dire que les carcasses à l'abattoir subissent toutes à des degrés divers, une contamination superficielle plus ou moins importante en fonction des conditions d'hygiène des locaux (**Morris, 1996**).

e- Matériels de travail :

Les surfaces poreuses en particulier, outils, machines, sol, murs ; le matériel utilisé pour l'abattage peuvent entraîner en profondeur les germes de la peau.

Les couteaux, les mains, et les habits des travailleurs, le lavage de la carcasse sont également des sources importantes de contamination ; les planches et les murs sont aussi des sources d'inoculum.

Le matériel qui entre en contact avec la viande est une source potentielle de contamination, il doit être régulièrement nettoyé et désinfecté (**Aissani, 2014**).

f- Manipulateurs :

L'homme représente une source de contamination des carcasses non négligeable, il peut souiller les aliments par sa peau, ses cheveux, ses vêtements, etc... (**Leclerc et al., 1977**).

13. 2. Origine endogène :**a- Flore du tube digestif de l'animal :**

Le contenu du tube digestif de l'animal peut être à l'origine d'une contamination bactérienne,

cette flore qui est estimée à 10^{10} UFC /gramme du contenu (**Leyral, 2001**).

Ces germes contaminent le muscle lors de l'éviscération et de la découpe de la carcasse. Le passage de bactéries de l'intestin vers le sang en période post prandiale est relativement fréquent chez les animaux de boucherie (**Leyral and Vierling, 1997 ; Cuq, 2007b**). Le tube digestif des animaux est un réservoir de moisissures et de levures (**Aboukheir and Kilbertus, 1974**). Les germes qui contaminent la viande sont apportés essentiellement au cours de l'abattage. C'est une contamination négligeable au début mais elle devient importante après quelques heures en raison de la fragilisation des parois intestinales provoquée par le stress d'abattage (**Bourgeois, Mescle and Zucca, 1996**).

b- Flore de la peau :

La contamination des carcasses est importante pendant le dépouillement et au cours des opérations d'abattage, et est généralement plus grande lorsque les animaux sont sales plutôt que ceux nettoyés au moment de l'abattage. Le degré de contamination de la peau a une incidence sur le degré de contamination ultérieure de la carcasse ; ce qui peut affecter la qualité microbiologique de la carcasse (**Quilichini et al., 1987**).

14. Conditions de multiplication des microorganismes

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

14. 1. Activité de l'eau :

Elle varie de 0 à 1, mesurant la disponibilité de l'eau dans un produit. Elle est favorable à la multiplication de toutes les espèces. Par contre de nombreuses moisissures et levures sont très sensibles à une diminution de l'activité de l'eau. En général, plus l'*aw* est élevé, plus la croissance de la microflore est intense (**Fournier, 2003**).

14. 2. Potentiel d'hydrogène :

Le pH est un paramètre très important dans la conservation de la viande. La diminution du pH ralentit la multiplication d'une grande partie de la flore bactérienne contaminant la viande (**Beaubois, 2001**). Le pH neutre est favorable à la prolifération de la majorité des bactéries. La

viande à un pH élevé est propice à la multiplication rapide des bactéries, réduisant ainsi la durée de sa conservation (**Sheridan, 1990**).

Après l'abattage, le pH atteint une valeur de 5,5 à 5,7. Le développement des microorganismes est ralenti par l'abaissement de ce paramètre (**Beaubois, 2001**). Le pH optimum du développement des bactéries se situe entre 5,6 et 7,5 (**Bourgeois et al., 1996**).

14. 3. Température :

L'évolution des microorganismes sur les surfaces des viandes dépend d'un certain nombre de paramètres dont le plus important est la température. En règle générale, les germes se multiplient d'autant plus lentement que la température est basse (**Rosset, 1988**). Après la mort de l'animal, la température du muscle n'est plus régulée et décroît de 38°C jusqu'à 4°C, température de stockage de la carcasse. Cette cinétique de refroidissement est différente pour chaque muscle selon son emplacement sur la carcasse. De même, la cinétique de refroidissement sera d'autant plus rapide que la carcasse sera plus maigre (**Harkati, 2007**).

14. 4. Potentiel d'oxydoréduction :

Le potentiel d'oxydoréduction du muscle normal est de 250 mV. Après l'abattage le potentiel d'oxydoréduction est élevé (+250mv) et la réserve en oxygène du muscle est favorable au développement des germes. Selon le mode de métabolisme ; on rencontre différents microorganismes dont les microorganismes aérobies stricts provenant de la contamination superficielle exogène des viandes (**Craplet, 1966**) ou les microaérophiles exigeant un potentiel d'oxydoréduction moyen, ou encore les anaérobies stricts, se développant en absence d'oxygène (**Cuq, 2007b**).

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

15. Conservation de la viande

15.1. Méthodes traditionnelles

15.1.1. Salage :

- **Le sel :** Le Chlorure de sodium est le premier agent conservateur employé dans l'histoire de

l'humanité, qui est encore utilisé mais surtout pour son action sur les propriétés de la viande (effets technologiques) et sur les micro-organismes (effet bactériostatique) (Martin, 2003).

Une concentration de 20% du sel est suffisante pour inhiber le développement de plusieurs levures. Diverses bactéries sont inhibées par une concentration de 2% (Dave et Ghaly, 2011). C'est le traitement de la viande par les sels, en vue de sa conservation. Il implique l'application de mélanges de sel, d'épices et de nitrite de sodium aux coupes de viande (Shahidi et Pegg, 2018).

Les techniques de salage

- **Salage à sec** : consiste à frotter la viande avec du sel sec, qui pénètre rapidement vers les parties centrales, utilisé principalement dans la préparation des viandes séchées (Astruc et al., 2010).
- **Immersion en saumure** : la viande est plongée dans un bain d'eau plus ou moins fortement salée (Toldra, 2002).
- **Les nitrites** : Les nitrites utilisés pour la conservation de la viande sont toujours sous forme de sels (nitrites de sodium, nitrites de potassium). Ils stabilisent la couleur de la viande, retardent la rancidité et l'odeur (Jay, 2005), et contrôlent quelques bactéries anaérobies pouvant se développer (Sindlar et Houser, 2009).

15.1.2. Fumage : Le fumage de la viande augmente sa durée de conservation et modifie ses propriétés sensorielles. Le fumage traditionnel est incontrôlé et consiste à brûler le bois sous la viande (Ellis, 2001).

15.1.3. Séchage : C'est le séchage à des températures naturelles, l'humidité et la circulation de l'air, y compris l'influence directe des rayons du soleil provoquant ainsi une évaporation de l'eau, et donc, une déshydratation progressive des morceaux de la viande, d'où l'augmentation de la durée de vie du produit par la diminution de l'eau disponible pour le développement des microorganismes. (FAO, 1990 ; Grau et al., 2015).

15.2. Procédés technologiques

15.2.1. Conservation par le froid :

Le froid n'est pas un moyen de stérilisation ou de désinfection mais simplement un agent inhibiteur des processus biologiques notamment du développement des microorganismes et de l'activité des enzymes (Craplet, 1966).

Les méthodes de conservation à basses températures, sont utilisées à 3 niveaux : Réfrigération, congélation et surgélation (**Dave et Ghaly, 2011**).

15.2.1.1. Réfrigération : Les carcasses sont réfrigérées après l'abattage et pendant le transport. Il est nécessaire de refroidir les carcasses immédiatement après éviscération à 4°C (**Dave et Ghaly, 2011**) car ça permet de prolonger la durée de conservation, et de maintenir la qualité hygiénique et nutritionnelle de la viande. Le refroidissement à l'air provoque une réduction rapide de la température de la viande, ce qui accélère le séchage de la viande, prévient la dénaturation des protéines et donc minimise l'altération microbienne, de même que la qualité du produit est meilleure (**Zhou et al., 2010**).

15.2.1.2. Congélation : Une grande quantité d'eau contenue dans la viande fraîche est transformée en glace par le processus rapide de congélation (**Dave et Ghaly, 2010**).

La vitesse de congélation (lente et rapide) affecte la qualité de la viande de manière significative. Pendant la congélation lente, la formation de gros cristaux de glace endommage les cellules et entraîne une dénaturation des protéines, c'est pourquoi la qualité de la viande congelée rapidement est meilleure (**Rahman, 1999**).

Les caractéristiques de la viande fraîche sont conservées par cette méthode (**Dave et Ghaly, 2011**), la durée de conservation est prolongée, la croissance microbienne et les phénomènes chimiques sont inhibés (**Lawrie et Ledward, 2006**). En effet, le développement microbien s'arrête à - 12°C, et l'inhibition totale du métabolisme cellulaire a lieu en dessous de -18°C (**Perez-Chabela et Mateo-Oyague, 2004**).

15.2.1.3. La surgélation : « La surgélation » et « la congélation partielle » désignent un processus pendant lequel une petite quantité d'eau est gelée.

À une température abaissée rapidement à - 35°C. Alors, au lieu d'ajouter de la glace au produit, l'eau gelée fonctionne comme réfrigérateur et assure sa conservation lors du transport (**Bahuaud et al., 2008**).

15.2.2. Conservation par la chaleur

15.2.2.1. Pasteurisation : Cette méthode a pour but d'arrêter la croissance des microbes pathogènes avec un minimum de dommages pour le produit. La viande crue est cuite soit dans un four à température et humidité contrôlées, soit dans l'eau chaude à 70- 80 °C pendant plusieurs

heures, ou à la vapeur pour une courte période. Actuellement, la pasteurisation est rarement appliquée à la viande fraîche en vue de sa conservation, généralement l'ajout de certains ingrédients aide, pour une partie, à l'inhibition de la croissance microbienne (Xiong, 2017).

15.2.2.2. L'irradiation : La stérilisation des viandes par les radiations a été largement expérimentée. Les rayons ultra violets, les rayons infra rouges, les rayons électroniques, haute énergie, les micro-ondes ont été principalement essayés. Aux doses stérilisantes pourtant appliquées aux basses températures (-5°C à -40°C), les modifications chimiques sont détectables par l'apparition de saveurs, la variation de couleur, la diminution de la capacité de fixation de l'eau et la réduction des vitamines. Par ailleurs les viandes irradiées doivent être conservées au froid ou chauffées à 65- 70°C, sinon, entreposées aux hautes températures positives.

15.2.3. Conservation par les agents chimiques

15.2.3.1. Acides organiques

- ✓ **Acide lactique :** Il existe plusieurs microorganismes qui peuvent produire des acides organiques et des alcools par fermentation anaérobie des substrats, tout en inhibant les autres germes déjà présents pouvant altérer la viande. L'acide lactique est couramment utilisé comme une excellente conservation de la viande, par son action antibactérienne contre plusieurs germes pathogènes (ex : *Clostridium botulinum*), en réduisant le pH du milieu (Doores, 2005 ; Zhou et al., 2010).
- ✓ **Acide ascorbique :** Communément appelé « Vitamine C », est utilisé comme conservateur de la viande, pour son activité antioxydant, et lorsqu'il est ajouté avec les nitrites, renforce leur activité antibactérienne (Dave et Ghaly, 2011).
- ✓ **L'acide sorbique:** L'acide sorbique et ses sels sont utilisés pour inhiber le développement des bactéries et des levures via la dépression du pH interne (Dave et Ghaly, 2011).

15.2.3.2. Les antioxydants : Une compréhension approfondie de l'oxydation des lipides est nécessaire pour prévenir le développement de la rancidité, de l'arôme et de la décoloration dans la viande. Les antioxydants et les agents chélateurs peuvent inhiber l'oxydation des lipides par l'élimination des catalyseurs de radicaux libres. Les antioxydants les plus utilisés pour la conservation de la viande sont les antioxydants phénoliques (antioxydants primaires) et les phosphates (antioxydants secondaires) (Dave et Ghaly, 2011).

En plus de leur action antioxydant, ces molécules ont montré leur activité antimicrobienne (contre les bactéries principalement gram négatif, les champignons, les virus et les protozoaires)

(Branen et al., 1980).

16. Durée de conservation et détérioration de la viande :

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

17. Signes d'altération de la viande :

- Un mauvais goût et une odeur désagréable (d'acide, de pourri, de moisi, etc.). Ces odeurs anormales résultent de la production de composés volatils par des bactéries aéro-anaérobies ou anaérobies strictes ;
- Un changement de couleur et une odeur de pourriture ;
- un gonflement des sacs avec la production de gaz (CO et H₂S) par des bactéries présentes sur les viandes conditionnées.

Les viandes présentant de tels défauts doivent être écartées de la consommation humaine en raison du danger potentiel qu'elles représentent pour la santé du consommateur (Tubakila, 2011).

18. Types d'altérations de la viande

a- Altération superficielle

Elle se traduit par l'apparition d'une couche visqueuse, accompagnée d'une odeur nauséabonde, les agents de cette putréfaction appartiennent aux genres *Pseudomonas* et *achromobacter*, sont des psychrotrophes et la contamination peut se développer même au froid. Il y a également des altérations superficielles causées par d'autres bactéries telles que : *Micrococcus*, *Lactobacillus*, des levures ou des moisissures (Bourgeois, 1980).

b- Altérations profondes

La putréfaction profonde s'installe dans les masses musculaires internes des carcasses des viandes, ce type d'altération est traduit par l'apparition d'une couleur anormale (grise ou verdâtres) avec un dégagement d'une odeur très désagréable due au développement des bactéries protéolytiques strictement anaérobies telles que les *Clostridium* (Bourgeois, 1980).

19. Conséquences de la contamination

Si l'hygiène est insuffisamment ou n'est pas du tout appliquée, il y a un risque de contamination de la viande. En effet, les microbes et d'autres agents non microbiens présents dans les denrées alimentaires peuvent être à l'origine de maladies telles que : les toxi-infections et intoxications alimentaires et les maladies infectieuses d'origine alimentaire.

Toutes ces manifestations sont regroupées sous le terme générique officiel de toxi-infection alimentaire collective (TIAC) (**Habi A, 2015**). La contamination microbienne de la viande, ne se manifeste pas obligatoirement par une altération. Puisque la majorité des bactéries rencontrées sur cet aliment, sont incapables de croître à des températures de réfrigération. Ces bactéries sont principalement utilisées comme indicateurs du respect des bonnes pratiques d'hygiène dans la filière viande, comme : la Flore Aérobie Mésophile, Pseudomonas, Enterobacteriaceae et E. coli (**Ghafir, 2007**)

20. Intoxications alimentaires

L'intoxication alimentaire est une maladie courante généralement bénigne mais qui, parfois, peut être mortelle. Elle se produit lorsqu'une personne absorbe un aliment ou une boisson contaminé par une bactérie ou une toxine. Il peut arriver, très rarement, que les toxines provenant de produits chimiques ou de pesticides causent une intoxication alimentaire. Il peut être difficile de savoir si un aliment ou une boisson est contaminé, car son aspect, son goût et son odeur peuvent être inchangés. L'intoxication alimentaire peut affecter une personne, ou bien un groupe de personnes si elles ont toutes mangé le même aliment contaminé. La plupart des intoxications alimentaires sont dues à des toxines produites par les bactéries ou par la quantité de bactéries elles-mêmes. Certaines bactéries peuvent se développer d'une à plusieurs millions dans les bonnes conditions d'humidité, de terrain alimentaire, de chaleur et de temps. Plus il y a de bactéries présentes, plus il y a de risques de contracter une infection ou une maladie.

21. Prévention :

La prévention des TIA à déférente germes est fondée sur des mesures d'hygiène visant à éviter ou à limiter la contamination des aliments par les germes. Ces mesures doivent intégrer le contrôle des animaux, les bonnes pratiques de manipulation, le nettoyage et la désinfection du matériel et des locaux, depuis le producteur jusqu'au consommateur. Ces dispositions ne suffisant

pas à obtenir un taux de contamination nul, il est nécessaire de détruire les germes par un traitement adapté, thermique ou autre, avant qu'ils ne se soient multipliés, ou bien d'empêcher leur multiplication en maintenant les aliments en dessous de 6°C. Le respect de la chaîne du froid est capital en ce qui concerne certains germes tels que les *staphylocoques*. Toute technologie alimentaire pratiquée dans une zone de température dangereuse doit être de courte durée ou doit s'appuyer sur d'autres paramètres que la température pour stopper la croissance de la bactérie (**De Buyer et Sutra, 2005 ; Delbes et al., 2006**).

Chapitre II :

Le Romarin (*Rosmarinus Officinalis*)

Chapitre II: Le Romarin (*Rosmarinus Officinalis*L.)

1. Plantes aromatiques :

Les plantes aromatiques sont constituées par des organes apportant une odeur et une saveur destinées à améliorer un bien-être lors de la dégustation. Il peut s'agir soit d'une plante entière ou d'un organe particulier (feuilles, fleurs, fruits, bourgeons, grains, rhizomes ou bulbes (**Mostafa, 2011**)).

2. Plantes médicinales :

Les plantes médicinales sont toutes les plantes qui possèdent une activité pharmacologique pouvant conduire à des utilisations thérapeutiques, grâce à la présence d'un certain nombre de substances actives dont la plupart agissent sur l'organisme humain (**Babulka, 2007**).

3. Classification des plantes médicinales et aromatiques :

La classification des plantes peut se faire en fonction de nombreux intérêts (**Kateb, 1989**) :

- ✓ Classification botanique (systématique).
- ✓ Classification thérapeutique (action physiologique).
- ✓ Classification chimique (nature du principe actif).
- ✓ Classification commerciale (intérêt commercial).

4. Romarin (*Rosmarinus officinalis* L.)

4.1. Origine du nom :

Le romarin est un arbrisseau qui tire son nom du latin « *rosmarinus* » qui signifie rosée de mer. Il est appelé également « herbe-aux-couronnes ». En effet, d'après la légende, le Romarin est une plante que l'on retrouve seulement dans les régions où s'étend la rosée venant de la mer, au petit jour. Dans d'autres régions, on le surnomme "la Rose de mer" en latin *Rosa marina* (**Escuder, 2007**).

4.2. Historique :

Le romarin, chargé de symboles chez les Anciens qui en faisait des couronnes, a servi à l'élaboration d'un remède longtemps réputé, « l'Eau de la reine de Hongrie » qui en fait est un alcoolat : à l'aide de ce remède, la souveraine, âgée de 72 ans, guérit des rhumatismes et de la

podagre (**Botineau, 2010**).

Les médecins arabes utilisaient beaucoup le romarin et ce sont eux qui réussirent les premiers à en extraire l'huile essentielle (**Fuinel, 2003**).

4.3. Étymologie :

Le nom latin *Rosmarinus* est habituellement interprété, comme dérivé "ros" de la rosée et "marinus" d'appartenir à la mer, bien qu'elle se développe habituellement loin de la mer (**Athamena, 2009**).

4.4. Noms vernaculaires :

Iklil Al Jabal, Klil, Hatssa louban, Hassalban, Lazir, Azlîr, Ouzbir, Aklel, Touzala (**Makhloufi, 2010**).

4.5. Description de romarin

Rosmarinus officinalis (romarin), est un arbuste aromatique qui appartient à la famille des lamiacées qui est connus depuis l'oligocène. C'est l'une des familles les plus répandues dans le bassin méditerranéen et spécialement en Algérie. Elle comprend plus de 3300 espèces et environ 200 genres (**Soufit et al., 2013**).

C'est un arbrisseau, toujours vert de 1m à 2m de hauteur, touffu, très rameux couvert d'une écorce écailleuse portant des tiges ligneuses feuillées généralement érigées. Les feuilles sont opposées, persistantes, aromatiques, sessiles, étroites et linéaires. Elles sont réfléchies sur les bords, luisants et verdâtres sur la face supérieure. Les fleurs, insérées en grappes axillaires à corolle de type labiée sont de couleur bleu pale à bleu violet clair. Le romarin tire son nom du latin *Rosmarinus*, qui signifie " rosée de mer ", reconnu pour sa saveur piquante et parfumée assez prononcée (**Soufit et al., 2013**). Il attire les insectes pour assurer la pollinisation (**Eloutassi, 2004**).

4.6. Variétés de *Rosmarinus officinalis* :

Il y a 150 variétés dans le monde et 25 variétés en Algérie. Elles se différencient par leur taille maximale (d'une dizaine de centimètres à 2 mètres), leur tenue (vertical ou rampant), la couleur de leurs fleurs (violette, bleues, blanches, roses) et de leur feuilles (**Mostefai, 2012**).

4.7. Classification botanique :

La systématique botanique est pour un chercheur la carte d'identification de la plante et sans cette dernière, il est très difficile d'entamer un travail de recherche. On peut résumer la systématique botanique de la plante comme suit :

- ✓ Règne : Végétal ;
- ✓ Embranchement : Spermaphytes ;
- ✓ Sous embranchement : Angiospermes ;
- ✓ Classe : Dicotylédones ;
- ✓ Sous classe : Astéridées ;
- ✓ Ordre : Lamiales ;
- ✓ Famille : Lamiacées, labiées ;
- ✓ Genre : *Rosmarinus* ;
- ✓ Espèce : *Rosmarinus officinalis* L (Quézel et Santa, 1963).



Figure 02 : Aspect morphologique du romarin (Quézel et Santa, 1963).

4.8. Aire géographique :

Le romarin spontané qui pousse sur les côtes méditerranéennes, et le sud-ouest de l'Asie, est souvent cultivé dans les jardins comme clôture. On le trouve essentiellement dans les garrigues maquis non loin de la mer. En Algérie, le romarin est l'une des sept espèces végétales excédant 50.000 hectares sur le territoire national (Zoubeidi, 2004). C'est une plante pérenne de type

arbrisseau qui peut vivre plus de 20 ans (**Mathonnet, 2012**). Mais en culture, il faut compter une douzaine d'années de vie. L'aire géographique du romarin est spécifiquement méditerranéenne, il est répandu dans les pays européens, en France, en Espagne, au Portugal. De l'autre côté de Gibraltar on le retrouve au Maroc, en Tunisie et en Libye ; mais qu'il est abondant, il devient rare et ne se manifeste que dans quelques stations isolées en Egypte, en Palestine, au Liban, il réapparaît en Turquie, en Grèce et en Italie (**Helal, 2010**).

4.9. Saveur, arôme et valeur nutritive :

Le romarin possède une odeur légèrement camphrée et une saveur piquante et parfumé assez prononcée (**Québec, 2008**).

4.10. Composition chimique du romarin :

4.10. 1. Huiles essentielles :

L'huile essentielle est constituée de plusieurs molécules chimiques de synthèse naturelle. Ces molécules sont différentes selon la nature de la plante et le sol dans lequel la plante va croître, le temps de récolte, la partie de la plante, la préparation de l'échantillon, ainsi que la méthode d'extraction. Les molécules sont formées à partir de divers atomes puisés par la plante via le sol et via sa synthèse organique. L'ensemble constitue des réactions chimiques donnant naissance aux molécules aromatiques, constituant l'huile essentielle (**Bousbia, 2011**).

La composition chimique des extraits dépend largement de l'influence des conditions du mode d'extraction sur l'essence contenue dans la plante (**Berkane A , 2015**).

4.10.2. Compositions phénoliques

- **Les acides phénoliques :** les acides phénoliques présents dans le romarin et à des teneurs importantes sont l'acide rosmarinique, l'acide caféique et l'acide vanéllique (**Zoubeidi, 2004**) ;
- **Flavonoïdes :** Le nom flavonoïde proviendrait du terme flavedo, désignant la couche externe des écorces d'orange, cependant d'autres auteurs supposaient que le terme flavonoïde a été plutôt prêté du flavus (flavus=jaune) (**Zeghad, 2009**) ;
- **Diterpènes :** Actuellement, plus de douze diterpènes, sont isolés et identifiés dans le romarin, ils sont responsables à l'activité antioxydant de la plante (**Zoubeidi, 2004**).

4.11. Usages du romarin

4.11.1. Phytothérapie :

- **Usage interne :** Il est utilisé sous forme d'infusion, extrait fluide ou autre préparation galénique contre les douleurs d'estomac. Il est associé fréquemment à d'autres cholagogues et cholérétiques pour favoriser les fonctions d'élimination rénale et digestive et dans le traitement symptomatique de troubles digestifs (**Bruneton, 1993**). Le romarin était déjà cité en médecine arabe classique (**Leclerc, 1877**) pour ces propriétés hépatotrope et emménagogue qui sont dues à la présence des flavonoïdes (**Piozzi, 1996**). Comme il lutte contre la diarrhée, la fermentation intestinale, les spasmes et les troubles hépatiques. Il stimule les grandes fonctions nutritives et hormonales, améliore la circulation sanguine et lutte contre l'asthme, épilepsies, dyspepsies atonique ainsi que contre les céphalées et les migraines d'origine nerveuse, les vertiges et les troubles de mémoire (**Bennacer et al., 2013**). En Turquie, la décoction de feuilles du romarin a été traditionnellement employée pour traiter les diabétiques (**Bakirel et al., 2008**).
- **Usage externe** Le romarin est un cicatrisant des plaies et des brûlures. C'est un antiseptique, et un excitant du cuir chevelu (arrête la chute des cheveux) (**piozzi, 1996**). Il constitue un excellent parasiticide, un antirhumatismal, et il est également utilisé comme antigoutteux.

4.11.2. Parfumerie et cosmétique :

Le romarin entre dans la composition de parfums surtout masculins, hespéridés aromatiques (eaux de Cologne), boisés et fougères aromatiques, ainsi que dans la formulation des pommades dermiques (**Bousbia, 2011**). Grâce à la capacité de stimulation des terminaisons nerveuses cutanées, le romarin est employé comme tonique dans des bains moussants, et comme liniment pour muscles fatigués à une dose de 1 à 2%. Il a des propriétés dermo-purifiantes qui lui permette l'utilisation dans la préparation de déodorants (**Martini, 2011**).

4.11.3. Industrie agro-alimentaire :

Les extraits végétaux de romarin présentent un pouvoir antioxydant important et peuvent être appliqués à la conservation des aliments et des huiles lipidiques, ces propriétés sont dues aux acides poly phénoliques (rosmarinique, caféique) (**Zoubeidi, 2004**).

4.11.4. Applications du romarin dans le domaine alimentaire :

Le traitement de la viande par le romarin et les conservateurs (nitrate, nitrite, sucre et sel) était

connu depuis le milieu des années 1920 (**Tompkins, 1986**). Actuellement, il est considéré comme un agent aromatique, et classé par le conseil de l'Europe comme une source naturelle d'arômes alimentaires, catégorie N 2, ce qui indique qu'il peut être ajouté aux aliments à des petites quantités limitées en principe actif, encore indéterminé dans le produit final (**Barnes et al., 2007**).

L'épice et l'huile de romarin sont largement utilisées en alimentation. L'épice est utilisée dans les aliments cuits, viande, condiment assaisonnement, les aliments industriels, casse-croûtes, sauces et autres, avec le niveau maximum utilisé d'environ 0.41% dans les aliments cuits. L'huile est utilisée dans les desserts glacés, confiseries, aliments cuits, gélamines et pouding, viande, condiments et assaisonnement, entre autres, avec le niveau maximum utilisé d'environ 0,003%, en alimentation diététique et tisanes (**Berkane A,2015**).

D'ailleurs, au Brésil, l'utilisation de ces derniers est formellement interdite par la législation de la nutrition, le romarin étant ajouté aux produits à base de viande comme simple épice (**Nassu et al., 2003**). En fait, il est la seule plante commercialement disponible, utilisée comme un alternatif naturel aux antioxydants synthétiques en Europe et aux États-Unis (**Bozin et al., 2007**).

Ces additifs sont facilement tolérés par les consommateurs ; ils sont considérés comme naturels et inoffensifs, mais présentent l'inconvénient d'être souvent chers à l'état pur ; modifient la couleur et donne souvent un arrière goût aux produits (**Brookman, 1991**).

Plusieurs chercheurs ont étudié l'effet antioxydant de l'extrait de romarin dans les produits à base de viandes : dans les saucisses de dinde, dans la viande de bœuf (**Yahiaoui, 2009**).

Les feuilles de romarin sont utilisées aussi en pâtisserie, en confiserie, et pour la préparation de certaines boissons non alcoolisées. De nos jours, l'extrait de romarin purifié se vend sous forme liquide ou en poudre (**Yahiaoui, 2009**).

Aujourd'hui, les extraits de romarin sont non seulement reconnus comme sûrs et efficaces mais ils bénéficient également d'un étiquetage rassurant pour les consommateurs, dans la mesure où ils peuvent être déclarés indifféremment « antioxydant : extrait de romarin » ou « antioxydant : E392 ». Enfin, la directive 2010/69/EU établit des règles de dosages des extraits de romarin dans les applications alimentaires qui ne sont pas fondées sur l'apport total en extrait de romarin mais sur l'apport en acide carnosique et carnosol, qui sont les deux principaux composés responsables de l'activité antioxydant du romarin(**Agro Media, 2010**) .

4.12. Propriétés du Romarin

4.12.1. Activité antibactérienne : Les effets des extraits aqueux et méthanoliques du *Romarin*, sur la croissance du *streptococcus sobrinus* et sur l'activité extracellulaire de l'enzyme glucosyl transférase ont suggéré que les extraits du *Romarin* peuvent empêcher la lésion de la carie en inhibant la croissance de *streptococcus sobrinus* et peuvent aussi éliminer les plaques dentaires par suppression de l'activité de la glucosyl transférase. Afin de chercher de nouveaux antibiotiques et des agents antimicrobiens, une autre étude a été élaborée pour examiner les effets antimicrobiens des extraits des composés isolés de certaines plantes, sur l'ensemble de 29 bactéries et levures avec pertinence dermatologiques (**Benikhlef, 2014**).

4.12.2. Activité antifongique : La biosynthèse de l'aflatoxine a été inhibée totalement par l'huile essentielle du *Romarin* à une concentration de 450. Selon les résultats indiqués, le potentiel de cette huile essentiel en tant que préservatif naturel contre *l'Aspergillus parasiticus* (**Benikhlef, 2014**).

4.12.3. Activité ovicide: L'huile essentielle du *Romarin* s'est avérée un agent ovicide contre certaines espèces de moustique (**Benikhlef, 2014**).

4.12.4. Activité anti-oxydante : L'activité antioxydant du *Romarin* est connu depuis environ 30 années. En raison de ses propriétés anti-oxydantes, le *Romarin* est largement accepté en tant qu'épices dont l'activité anti-oxydante la plus élevée (**Wang et al .,2008**). Plusieurs auteurs ont étudié l'utilisation des extraits du Romarin comme un antioxydant pour conserver les produits à base de viande (**Benikhlef. A, 2014**).

4.12.5. Effet anti-cancérogène : Grace à certains composants (Carnosol, Rosmaridiphénol, Rosmanol et l'acide rosmarinique), le *Romarin* est considéré comme une thérapie contre le cancer (**Benikhlef, 2014**).

4.12.6. Effet anti-acétylcholinestérase : L'extrait méthanolique du *Romarin* a montré une inhibition modérée (17%) de l'enzyme à une concentration de 0.1%. (**Adersen et al.2006**).

4.12.7. Effet hypoglycémiant : Des expériences montrés que l'extrait éthanolique exerce une activité hypoglycémiant remarquable à une dose de 200 mg /kg (**Benikhlef, 2014**).

4.12.8. Effet anti-hépatotoxique : De nombreuses études ont été réalisées pour étudier l'effet anti hépatotoxique du *Romarin*, le travail a été concentré pour l'évaluation de l'efficacité de l'extrait méthanolique du *Romarin* pour normaliser certains paramètres histologiques et biochimiques du foie (Marieet al., 2004).

Partie 2 :

Méthodologie

Partie 2 : Méthodologie

1. Objectifs

L'étude a porté sur l'évaluation des propriétés antimicrobiennes de l'extrait aqueux de *Rosmarinus officinalis* L. vis-à-vis de la flore microbienne responsable d'altération de la viande ovine issue des pâturages steppique au cours de 9 jours de stockage à 4°C.

2. Matériel végétal :

Le matériel végétal utilisé dans cette étude est représenté par les parties aériennes (rameaux, feuilles et fleurs) d'une espèce de plante médicinale largement répandue en Algérie, en l'occurrence, *Rosmarinus officinalis* L. Cette espèce végétale a été choisie, surtout, à cause de sa disponibilité dans le pays et ses utilisations courantes, dans les différents domaines d'intérêts tels qu'en médecine traditionnelle pour lutter contre certaines maladies ainsi que dans les préparations culinaires pour rehausser surtout le goût de la viande et dans le domaine agroalimentaire à titre d'additif naturel en vue de conserver la qualité microbiologique et sanitaire des denrées alimentaires transformées.

3. Méthodes

3.1. Région de prélèvement du matériel végétale

Les parties aériennes de la plante *Rosmarinus officinalis* L. (Romarin) ont été prélevées au stade de floraison dans la région de Naama (Ain safra) à la fin du mois de mars 2020 à (-0.9056) de longitude et à (33.435) de latitude.

3.2. Préparation de la poudre végétale :

Au laboratoire, les échantillons frais une fois prélevés ont été étalés et laissés sécher à l'air libre, à l'abri de la lumière et à la température ambiante.

Après séchage, le matériel végétal constitué surtout de (feuilles) a été broyé séparément en poudre fine à l'aide d'un broyeur à lames électriques. Ce broyage a permis de rompre les membranes cellulaires et la matrice extracellulaires ; plus la matière est divisée finement et plus la surface d'échanges (ou interface) et grande est plus le parcours moyen du soluté est élevée **(Gaucher et Lusson, 2001)**.

La poudre ainsi préparée a été emballée et conservée dans des bocaux à l'abri de l'humidité et de

la lumière afin d'éviter toute réaction chimique pouvant entraîner des modifications au niveau des principes actifs présents dans la poudre de la plante étudiée.

3.3. Préparation de l'extrait aqueux :

Pour l'extraction des principaux composés bioactifs tels les composés phénoliques contenus dans la plante testée on a opté pour l'utilisation d'une méthode décrite par **(Sultana et al., 2009)**. Cette méthode d'extraction n'est qu'un procédé d'extraction discontinu solide-liquide par macération et qui consiste à laisser tremper le solide dans l'eau à température ambiante durant quelques temps et à extraire les constituants solubles par évaporation sous vide.

L'extraction des composés bioactifs a été réalisée par usage de l'eau comme solution d'extraction. Elle a été effectuée sur des prises d'échantillons de 10 g en triples répétitions de matière végétale broyée. Chaque échantillon de broyat de matière végétale a été mélangé avec 100 ml de d'eau. L'extraction par macération à froid de chaque mélange a été laissée ensuite se poursuivre pendant 6 heures à température ambiante sous agitation. La durée de l'extraction favorisera ainsi la dépolymérisation des principaux composés constitutifs de la plante tels que la lignine ainsi que les substances pectiques et permet une meilleure solubilisation des principaux composés bioactifs.

Les extraits aqueux, obtenus ont été filtrés en utilisant un papier filtre Whatman n°3 ayant une porosité de 0,3 μ m et le filtrat a été ensuite concentrés par évaporation sous vide à 45 °C. L'extrait pur riche en composés bioactifs récupéré (à raison de 20 ml) a été enfin dilué à l'eau distillée stérile à des taux variables de 0, 20, 40, 60, 80 et 100%, respectivement **(Figure 3)**.

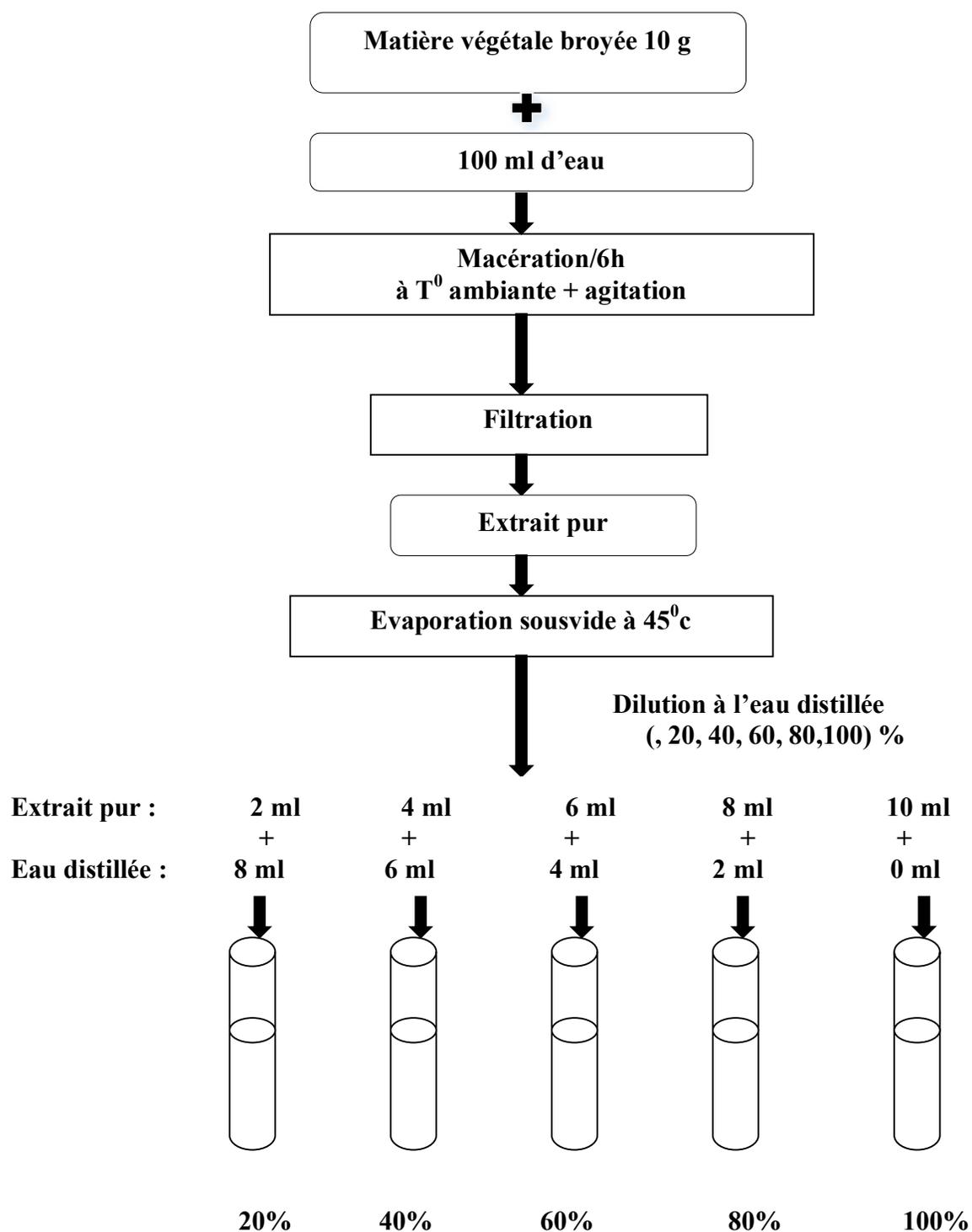


Figure 3. Procédé d'extraction des composés phénoliques

3.4. Traitement de la viande

Dix-huit (18) échantillons de 200 g de viande ovine de gigot, ont été tout d'abord récupérée aseptiquement après abattage, refroidissement rapide et ressuyage durant 18 heures au froid à 4 °C des carcasses d'agneau de race Ouled Djellal issue des pâturages steppiques à Bogtob wilaya d'El Bayadh- Algérie.

Des lots de 3 morceaux de viande ont été ensuite constitués et entreposés individuellement dans une barquette en polystyrène. La viande de chaque lot a été traitée au 1^{er} jour avec l'une des concentrations d'extrait aqueux de romarin (20,40 ,60,80 et100%) à raison de 6 ml.Enfin, les échantillons de viande traités à l'extrait aqueux de romarin ont été couverts par un film alimentaire stérile, et conservés à 4C° au réfrigérateur. Il est important de signaler qu'une série de 3 morceaux de 200 g de gigot d'agneau n'ayant subi aucun traitement à été constitué dans les mêmes conditions et représente le lot témoin.

Les contrôles microbiologiques ont été effectués périodiquement au 1^{er} ,3^{ème} ,5^{ème} , 7^{ème} et 9^{ème} jour de stockage des échantillons expérimentaux au froid positif de 4°C.

3.5. Analyses microbiologiques

L'objectif de l'analyse microbiologique est de rechercher et de quantifier le nombre de colonies de certains microorganismes responsables de l'altération de la viande au froid et qui doivent se trouver en quantité inférieure aux normes définies selon le journal officiel de la république Algérienne.

L'analyse microbiologique s'est basée sur le dénombrement de l'essentiel des germes responsables de l'altération de la viande après traitement à différentes doses d'extraits aqueux de Romarin riches en composés phénoliques, dont: *germes aérobies à 30°C*, *Pseudomonas*, *Flore psychrotrophe*, *coliformes thermotolérants*, et *Staphylococcus aureus*.

3.6. Préparation de la solution mère

Avant d'entamer les analyses microbiologiques, il a été procédé tout d'abord à la préparation de l'eau physiologique constituée de l'eau distillée stérile à 9 % de Na Cl.

Le diluant ainsi obtenu est réparti dans des tubes et des flacons, et stérilisé à l'autoclave à 121 °C pendant 20 minutes.

Une prise d'échantillon de 25 g de viande de chaque barquette a été mise dans un sachet stomacher mélangée avec 225 ml d'eau physiologique, puis broyée et homogénéisée pendant quelques minutes dans le sachet. Des dilutions décimales allant de 10^{-2} à 10^{-3} et à 10^{-4} ont été préparées à partir de la solution mère dans de l'eau physiologique.

3.7. Préparation des milieux de culture

La préparation de milieu de culture PCA spécifique pour le dénombrement des germes totaux et la flore psychrotrophe, consiste à faire dissoudre 20,5 g de poudre PCA dans 1 litre d'eau distillée.

Concernant le milieu de culture Chapman spécifique pour le dénombrement des *Staphylococcus aureus*, il a été préparé avec 111 g de milieu déshydraté dans 1 litre d'eau distillée.

Pour le milieu de culture VRBL destiné au dénombrement des *Coliformes thermotolérants* 38,5 g de milieu déshydraté VRBL ont été dissoute dans 1 litre d'eau distillée.

Enfin le milieu King A utilisé pour le dénombrement des *Pseudomonas* a été préparé en mélangeant 38 g de poudre déshydraté King dans 1 litre d'eau distillée.

Lors de la préparation, les milieux sont chauffés lentement avec agitation jusqu'à dissolution complète, puis portés à ébullition, ensuite répartis dans des flacons de 250 ml et stérilisés à l'autoclave à 121°C pendant 20 minutes.

3.8. Dénombrement des germes totaux à 30°C

Considéré comme étant des microorganismes responsables de l'altération rapide du produit, les germes totaux peuvent se multiplier à une température optimale de croissance comprise entre 25 et 40°C. Le dénombrement de ces germes a été réalisé par la méthode d'ensemencement en profondeur sur la gélose (PCA), suivie d'une incubation à 30°C pendant 24 à 72 heures.

La technique consiste à :

- Mettre aseptiquement devant un bec Bunsen 1 ml de chaque dilution décimale (10^{-2} , 10^{-3} et 10^{-4}) dans une boîte de Pétri respectivement ;
- Compléter ensuite les boîtes avec environ 15 ml de gélose PCA fondue et refroidie à 47° C ;
- Mélanger les boîtes couvercle fermées en effectuant un mouvement en forme de 8 ;

- Laisser solidifier les boîtes sur pailleasse ;
- Etuver les boites à 30°C.

3.9. Dénombrement des Coliformes thermotolérants :

Leurs présences dans un aliment sont des preuves indiscutable d'une contamination fécale, indiquant par conséquent un risque de présence de germes pathogènes dont : *Escherichia coli*, *bactéries anaérobies sulfito-réductrices*, *Streptocoques fécaux*, *Coliformes* et *Entérobactéries*. Ces germes présentent l'aptitude à se multiplier à 44°C.

Le dénombrement des coliformes fécaux a été réalisé par la méthode d'ensemencement d'une prise de dilution d'échantillon de viande à analyser en profondeur sur une gélose (VRBL) en double couche.

L'incubation de la culture microbienne a été effectuée à une température de 44°C pendant 24 heures.

La technique de dénombrement consiste à :

- Déposer 1 ml de chaque dilution décimale (10^{-2} , 10^{-3} et 10^{-4}) dans des boites de Pétri ;
- Mettre ensuite au-dessus environ 15 ml de gélose PCA fondue puis refroidie à 47°C,
- Mélanger les boites couvercle fermées en faisant des mouvements en forme de 8 ;
- Laisser solidifier le milieu de culture puis ajouté une deuxième couche de gélose VRBL ;
- Laisser solidifier le milieu une seconde et procéder à l'étuvage des boites à 44°C pendant 24 heures.

3.10. Dénombrement des *Staphylococcus aureus*

Le dénombrement des *Staphylococcus aureus* a été établi par la méthode d'ensemencement d'une prise de dilution microbienne en surface sur une gélose (Chapman), suivie d'une incubation à une température de 37°C pendant 24 heures.

La technique de dénombrement répond aux étapes suivantes :

- Verser environ 15 ml de gélose dans une boite de Pétri et laisser solidifier ;
- Ensemencer par étalement uniforme de 0.1 ml d'une prise de dilution décimale d'échantillon de viande sur la totalité de la surface de la gélose à l'aide d'une pipette pasteur en forme de râteau ;

-Étuver à 37°C pendant 24 heures.

▪ **Test de confirmation**

La confirmation de la présence des *Staphylococcus aureus* après culture sur milieu spécifique de Chapman a été réalisé par les tests de catalase et de coagulase. En effet, *Staphylococcus aureus* est à catalase et coagulase positives.

Le test de catalase consiste à déposer une goutte d' H₂O₂ sur une lame de verre propre, puis à prendre une colonie isolée présumée de *S.aureus* et la mettre en contact avec l'eau oxygénée. La bactérie est à catalase positive s'il y a effervescence et formation de bulles sur la lame ; l'observation est immédiate.

Le test de coagulase est effectué par repiquage d'une colonie suspecte dans un tube de 5 ml de bouillon nutritif, suivi d'une homogénéisation et d'une incubation à 37°C. 24 heures après activation, prendre 0.5 ml de la culture et ajouté 0.5 ml de plasma humain dans un tube à hémolyse. Le mélange est incubé à 37°C. Le plasma s'il coagule au moins de 24 h ; la présence de *staphylococcus aureus* est confirmée.

3.11. Dénombrement de *Pseudomonas*

Le dénombrement des *Pseudomonas* a été effectué suite à un ensemencement d'une prise de dilution d'échantillon microbien en profondeur sur une gélose (King A), accompagné d'une incubation à une température de 37°C pendant 24 heures.

Le dénombrement s'opère comme suit :

- Prélever 0,1ml de chaque dilution avec une micropipette et la mettre dans une boîte de Pétri ;
- Verser environ 15 ml de gélose refroidie à 45°C et laisser solidifier ;
- Incuber à 37°C le mélange de boîtes pendant 24 heures.

3.12. Dénombrement de la Flore psychrotrophe

La flore psychrotrophe est responsable des toxi-infections alimentaires et d'altération de la qualité marchande des denrées. Elle se caractérise par sa tolérance de croissance aux températures de 3°C et 5°C. Son dénombrement est effectué après culture sur un milieu PCA et une incubation à 4°C pendant 10 jours.

▪ **Lecture**

Une première lecture est effectuée après 24 h. Si la croissance n'est pas importante, les boîtes sont remises pour incubation jusqu'au terme des 48 h; à ce moment le dénombrement est alors réalisé.

Le comptage du nombre des colonies sur les boites est déterminé selon la formule suivante :

$$\text{Nombre de colonies} = \frac{\sum (\text{nombre de colonie} \times \text{l'inverse de la dilution})}{\text{Nombre de dilutions}}$$

4. Traitement statistique

Les résultats exprimés en moyennes accompagnés des écarts types respectifs ont été traités statistiquement par un logiciel disponible au sein du laboratoire de Technologie Alimentaire et Nutrition à savoir le **Stat Box 6.4**. Les données de chaque variable mesurée ont été traitées statistiquement par une analyse de variance mono factorielle en randomisation totale, suivie d'une comparaison des moyennes deux à deux selon le test de Newman et Keuls. Les groupes homogènes de comparaison des moyennes ont été relevés aux deux seuils de probabilité de $p < 0.05$ et $p < 0.01$.

Partie 03 :

Résultats et Discussion

1. Résultats :

1.1. Polyphénols totaux et flavonoïdes de *Rosmarinus officinalis* L.

La teneur en polyphénols totaux a été estimée par la méthode colorimétrique de Folin- Ciocalteu. C'est l'une des méthodes les plus anciennes conçue pour déterminer la teneur en polyphénols, des plantes médicinales telle que le *Rosmarinus officinalis* L.

L'acide gallique est le standard le plus souvent employé dans cette méthode. L'absorbance a été mesurée à 765 nm et les teneurs en polyphénols sont exprimées en $\mu\text{g}/\text{ml}$ d'extrait.

Les résultats obtenus sont représentés par la figure d'étalonnage figurant dans la (figure 4) :

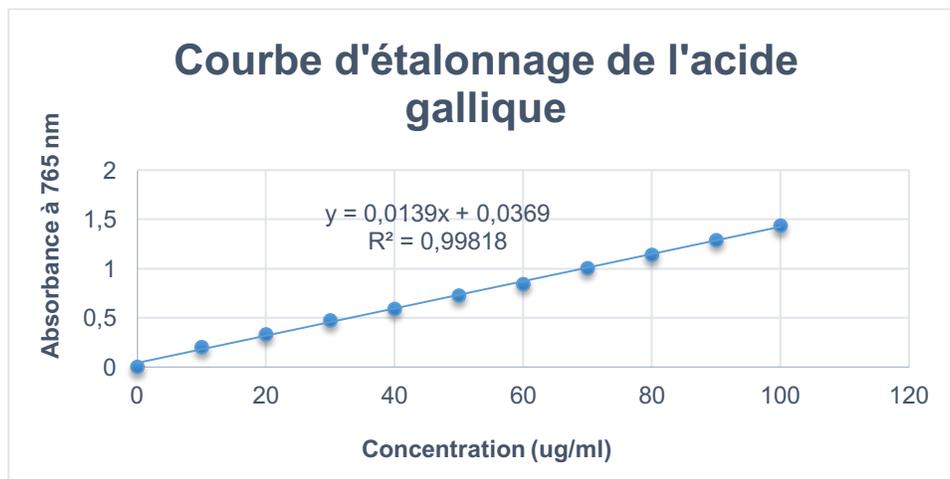


Figure 2. Courbe d'étalonnage de l'acide gallique.

Le graphique présente une courbe d'étalonnage linéaire ayant l'équation suivante : $Y = 0,0139x + 0,0369$ avec $R^2 = 0,99818$.

Il est observé une relation proportionnelle entre la densité optique et la concentration en acide gallique des solutions. Ainsi, lorsque la concentration en polyphénols totaux d'augmente la densité optique augmente dans le même sens.

Quant aux flavonoïdes, les teneurs dans l'extrait aqueux, ainsi que dans la matière végétale du romarin ont été évaluées par une méthode spectrophotométrique. La Quercétine a été utilisée comme étalon pour tracer une courbe d'étalon linéaire comme droite de régression $Y = 0,015x + 0,0144$ avec $R^2 = 0,099735$ (figure 5). L'absorbance de chaque solution de dosage a été déterminée à 510 nm et exprimé par extrapolation sur la courbe d'étalonnage en μg équivalent de Quercétine/mg d'extrait.

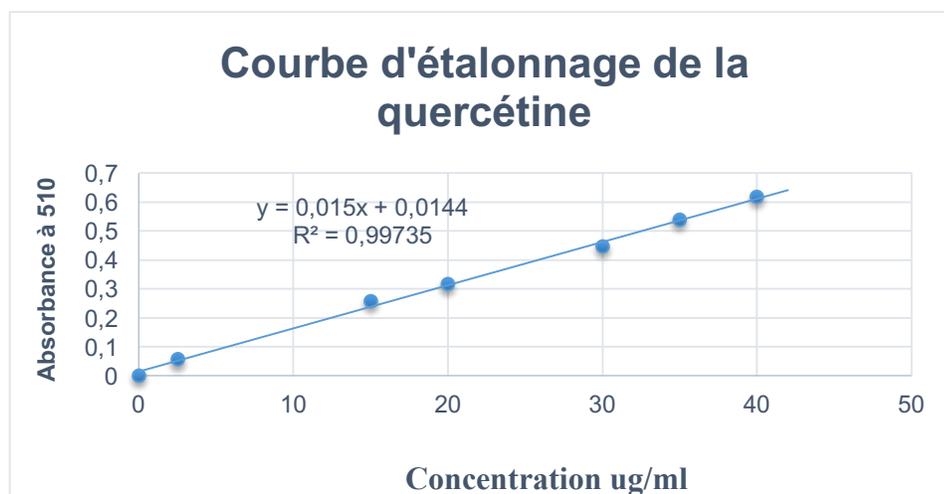


Figure 3. Courbe d'étalonnage de la quercétine.

Les teneurs en composés phénoliques et flavonoïdes de l'extrait aqueux, ainsi que de la matière végétale de *Rosmarinus officinalis-L* prélevé dans la région de Naama sont illustrées dans le **(Tableau 4)**.

Les teneurs en composés phénoliques dans l'extrait aqueux ont été évaluées à 32.31 mg EAG/ml d'extrait, en moyenne ; alors que les concentrations en flavonoïdes ont été remarquablement plus faibles (0.2781 ± 0.101 mgEQ/ml).

En quantité de matière sèche, les teneurs ont été estimées à 323.14 mgEAG/g en composés phénoliques et à environ seulement 2.78 mgEQ/g pour les flavonoïdes.

Tableau 4. Composés phénoliques et flavonoïdes de l'extrait aqueux, ainsi que de la matière végétale de *Rosmarinus officinalisL*.

Polyphénols		Flavonoïdes	
mgEAG/ml	mgEAG/g MS	mgEQ/ml	mgEQ/g MS
32.314±0.955	323.14	0.2781±0.101	2.781

Les résultats sont exprimés en valeurs moyennes plus ou moins écarts types correspondants, avec un nombre de répétitions n égal à 03 ; mg EAG : milligramme équivalent acide gallique ; EQ : équivalent quercétine ; MS : Matière sèche.

1.2. Effet de l'extrait de romarin sur la conservation de la viande :

L'effet des concentrations en extrait aqueux de *Rosmarinus officinalis* riche en composés phénoliques sur les variations du nombre de germes totaux, *Coliformes thermo tolérants*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas* et la *Flore psychrotrophe* des viandes traitées au cours de la conservation au froid positif de 4°C pendant une période de stockage de 9 jours est illustré dans le (Tableau 5).

La viande témoin, non traité à l'extrait de romarin s'est démarquée par un très fort nombre ($p < 0.01$) de germes totaux durant les 9 jours de conservation (412.10^4 UFC/g) par rapport aux échantillons de viande de gigot traités à 20, 40, 60, 80 et 100% d'extrait aqueux de *Rosmarinus officinalis* L dont le nombre de la flore totale mésophile s'est avéré diminuer à 242.10^4 , à 211.10^4 UFC/g, à 328.10^4 , à 247.10^4 et à 195.10^4 UFC/g, respectivement.

Concernant les Coliformes thermo-tolérants, la viande témoin a enregistré une plus forte prolifération microbienne ($p < 0.01$) ; avec un nombre de 145.10^4 UFC/g. Par contre, les autres échantillons expérimentaux traités à des concentrations croissantes de 20, 40, 60, 80 et 100% d'extrait aqueux de romarin ont accusé des diminutions inversement proportionnelles et significatives ($p < 0.01$) du nombre de ces germes ; soit des baisses respectives de 74.10^4 , à 54.10^4 , à 43.10^4 à 11.10^4 , et à 6.10^4 UFC/g), en moyenne.

Par ailleurs, la viande standard sans additif a présenté une charge microbienne très élevée ($p < 0.01$) en *Staphylococcus aureus* (107.10^4 UFC/g). Au cours de la période de stockage le nombre de ces germes recensé dans les échantillons de viande traités a de faibles doses d'extrait de *Rosmarinus officinalis* variables de 20 à 60% a diminué sensiblement ($p < 0.01$) de 87.10^4 à 31.10^4 UFC/g, en moyenne. Aussi, la viande traitée à l'extrait pur de romarin, concentré à 100%, a noté de meilleures aptitudes à lutter contre la contamination aux *Staphylococcus aureus* (75.10^4 UFC/g) durant 9 jours de conservation au froid positif de 4°C. Néanmoins, la viande traitée à 80% a accusé un nombre de ces germes nettement plus élevé que le témoin (142.10^4 UFC/g).

Une grande charge de *Pseudomonas* a été décelées dans la viande témoin sans extrait phénolique de romarin de (288.10^3 UFC/g) ; alors qu'au contraire ceux traités à des doses de 20, 40, et 60% d'extrait de la plante ont accusé des baisses significatifs ($p < 0.01$) de 39.10^3 , à 19.10^3 et à 21.10^3 UFC/g, respectivement. En outre, aucun nombre de ces germes n'a été enregistrée au niveau des échantillons de viande traités a 80% et 100% d'extrait aqueux *Rosmarinus officinalis* L.

Enfin, durant la conservation, une forte altération aux germes psychrotrophes a été observée dans la viande témoin sans conservateur par comparaison aux échantillons expérimentaux traités dont la qualité microbiologique semble être améliorée avec l'augmentation de 20, à 40, à 60, à 80 et à 100% de la concentration d'extrait aqueux d'ajouté comme additif à la viande ; 246.10^3 vs 178.10^3 vs 140.10^3 vs 97.10^3 vs 67.10^3 UFC/g, en moyenne.

Tableau 5. Effet de l'extrait aqueux de *Rosmarinus officinalis* L. sur la qualité de la viande ovine issue des pâturages steppiques durant 9 jours de conservation au froid.

Germes	Concentrations en extrait aqueux de <i>Rosmarinus officinalis</i> L.						Norme JORA 2017	
	0 (0mgEAG/ml)	20% (0.72 mgEAG/ml)	40% (1.44 mgEAG/ml)	60% (2.15 mgEAG/ml)	80% (2.87 mgEAG/ml)	100% (5.39 mgEAG/ml)	m (UFC/g)	M (UFC/
<i>FTAM</i>	412.10 ^{4a}	242.10 ^{4c}	211.10 ^{4d}	328.10 ^{4b}	247.10 ^{4c}	195.10 ^{4d}	5.10 ⁵	5.10 ⁶
<i>Coliformes thermotolérants</i>	145.10 ^{4a}	74.10 ^{4b}	54.10 ^{4c}	43.10 ^{4d}	11.10 ^{4d}	6.10 ^{4d}	10 ³	10 ⁴
<i>Staphylococcus aureus</i>	107.10 ^{4a}	87.10 ^{4c}	78.10 ^{4c}	31.10 ^{4d}	142.10 ^{4b}	75.10 ^{4c}	10 ²	10 ³
<i>Pseudomonas</i>	288.10 ^{3a}	39.10 ^{3b}	19.10 ^{3c}	21.10 ^{3c}	0 ^d	0 ^d	10 ⁴	10 ⁵
<i>Flore psychrotrophe</i>	265.10 ^{3a}	246.10 ^{3b}	178.10 ^{3c}	140.10 ^{3c}	97.10 ^{3d}	67.10 ^{3d}		

Les résultats sont exprimés en valeurs moyennes, avec un nombre de répétitions n égal à 03 ; mg EAG : milligramme équivalent acide gallique ; FTAM : Flore totale aérobie mésophile ; UFC : Unité formant colonie ; m : nombre minimal de germes tolérés dans la viande ; M : nombre maximal de germes tolérés dans la viande ; JORA : Journal Officiel de la République ; a,b,c,d,e : Groupes homogènes de comparaison des moyennes deux à deux selon le test de Newman et Keu

2. Discussion :

Les plantes médicinales contiennent un grand nombre de molécules qui ont des intérêts multiples mis à profit dans l'industrie alimentaire, en cosmétologie et en pharmacie. Parmi ces composés on retrouve, les coumarines, les alcaloïdes, les acides phénoliques, les tannins, les terpènes et les flavonoïdes (**Bahorun et al., 1996**).

Les composés phénoliques sont des métabolites secondaires, d'un poids moléculaire élevé. Ils sont largement répandus chez les plantes et sont très importants dans la contribution à la couleur et au goût des fruits et végétaux (**Riou et al., 2002 ; Manolaraki 2011**).

Les teneurs élevées en composés phénoliques totaux par comparaison aux flavonoïdes semblent logiques étant donné que les flavonoïdes représentent les composés minoritaires des polyphénols totaux (**Boussahel, 2011**). Ils peuvent, toute fois, être présents dans toutes les parties des plantes : racines, tiges, bois, écorce, feuilles, graines, fleurs et fruits (**Rice-Evans et al., 1997**), ou ils sont responsables de la couleur de ces derniers (**Ferreres et al., 1993**).

D'après **Kelen et Teb (2008)**, ce rendement peut changer selon le choix de la période de récolte car elle est primordiale en terme de rendement et de la qualité des composés bioactifs des plantes aromatiques. Le climat, la zone géographique, la génétique de la plante, l'organe de la plante utilisée, le degré de fraîcheur, la période de séchage et la méthode d'extraction employée, etc., sont des facteurs entre autres, qui peuvent avoir un impact direct sur le rendement en composés secondaires des plantes médicinales.

Les polyphénols notamment les flavonoïdes et les tanins sont connus par leur toxicité vis-à-vis des microorganismes (**Basli et al., 2012**). L'extrait aqueux de *Rosmarinus officinalis* riche en principaux composés phénoliques a montré, aussi des effets antimicrobiens avérés contre les germes étudiés à l'origine de la contamination microbienne de la viande au cours de sa conservation au froid positif de 4°C. Les résultats indiquent bien que l'extrait aqueux de *Rosmarinus officinalis* possède une bonne activité antimicrobienne contre les germes de toxiféction alimentaire *Staphylococcus aureus*, *Flore aérobie mésophile total*, *Coliformes thermotolérantes*, *Flore psychrotrophes* et *Pseudomonas*.

Les niveaux de croissance obtenus par l'application de l'extrait de la plante à la viande ovine ont montré que le nombre de germes diminuent efficacement avec l'augmentation de la concentration

d'extrait appliquée ; ce qui s'est traduit par de meilleures durées de conservation de la viande. L'ajout comme additif de l'extrait aqueux concentré à 40, 60, 80 et 100% a maintenu la qualité microbiologique de la viande plus ou moins stable pendant le de stockage au froid à 4°C.

L'analyse des résultats a montré que l'application de l'extraits aqueux sur la viande ovine aux concentrations indiquées semble améliorer la stabilité microbienne de la viande comparativement au témoin. Le nombre des germes semble diminuer significativement ($p < 0.01$) avec l'augmentation de la concentration (de 20 à 100%) d'extrait de *Rosmarinus officinalis* pour les *FTAM*, *Coliformes thermotolérants* et la *Flore psychrotrophe*. Aussi, la viande traitée à l'extrait pur, a noté de meilleures aptitudes à lutter contre la contamination aux *Staphylococcus aureus*. Par ailleurs, à des concentrations variables de 80 à 100% la croissance des *Pseudomonas* a été complètement inhibée.

De nombreux études antérieures sur les extraits bruts aqueux de *Rosmarinus officinalis* ont révélé aussi des activités antimicrobiennes contre plusieurs microorganismes dont (*Staphylococcus aureus*, *Flore aerobie mésophile totale*, *Coliformes fécaux*, *Pseudomonas* et *Flore psychrotrophes...etc*) et indiquent une similitude d'action antimicrobienne avec les résultats obtenus dans le présent travail (**Moreira et al.,2005 ; Santoyo et al.,2005 ; Billerbeck,2007 ; Ouibrahim et al.,2013 ; Lograda et al .,2014 et Belkhiri, 2015**).

L'activité antibiotique du romarin contre les bactéries testées pourrait être attribuée à la présence de flavonoïdes, acides phénoliques (acide caféique, acide chorogénique, et acide rosmarinique) et aux résidus d'huiles essentielles (camphre et cineole) et de diterpènes (carnosol)(**Faixova et al.,2008 ; Rozman et al.,2009**).

La susceptibilité des bactéries est en effet indépendante du gram (**Dorman et Deans, 2000**), ou dépendante de la nature des composés bioactifs utilisés (**Deans et Ritchie, 1987**). La sensibilité des micro- organismes peut varier selon le germe testé car composés bioactif peut être bactéricide *vis-à-vis* de certaines souches, bactériostatique *vis-à-vis* d'autres ou n'avoir aucun effet (**Hermal, 1993**).

Le mécanisme d'action des composés bioactifs dont les composés phénoliques est lié essentiellement à la structure de la paroi et à la perméabilité membranaire des bactéries. Ils exercent leur pouvoir antimicrobien par leur interférence avec la bicouche lipidique de la bactérie grâce à leur propriété hydrophobe, ce qui entraîne : l'augmentation de la perméabilité puis la perte

des constituants cellulaire en induisant ; une acidification de l'intérieure de la bactérie, bloquant la production de l'énergie cellulaire et la synthèse des composants de structure ; et une destruction du matériel génétique, conduisant à la mort de la bactérie (**Caillet et Lacroix, 2007**). En revanche, les polys phénoliques sont plus efficaces contre les bactéries Gram-positives que les bactéries Gram-négatives (**Davidson 1997**).

L'extrait de *Rosmarinus officinalis L (romarin)* comme l'a signalé plusieurs auteurs (**Fernández et al., 2005 ; Miladi et al.,2013**), peut aussi être préconisé comme agent naturel de conservation des denrées alimentaires.

La structure des composés phénoliques est l'élément déterminant de leur activité. Pour les acides phénoliques, l'activité antioxydant augmente proportionnellement avec le degré d'hydroxylation et la présence de groupement C=CH-COOH (**Balasundram et al., 2006**). Pour les flavonoïdes, la relation structure activité antioxydant est généralement plus compliquée que les acides phénoliques à cause de la complexité de la molécule de flavonoïdes (**Bors et al., 1997**).

Enfin, la directive 2010/69/EU établit des règles de dosages des extraits de romarin dans les applications alimentaires qui ne sont pas fondées sur l'apport total en extrait de romarin mais sur l'apport en acide carnosique et carnosol, qui sont les deux principaux composés responsables de l'activité antioxydant du romarin (**Agro média,2010**).

Au terme de cette étude il apparaît bien que l'extrait aqueux de *Rosmarinus officinalis L.* est d'une grande valeur en tant qu'antimicrobien naturel sur la croissance des bactéries responsables de la contamination de la viande et peuvent être utilisé en toute sécurité comme conservateurs.

Conclusion générale :

Au terme de cette étude et à travers les résultats obtenus, il apparait que l'extrait aqueux de romarin (*Rosmarinus officinalis* L.) est très riche en composé phénolique (32.31 mgEAG/ml) et présente un fort pouvoir antimicrobien contre les germes d'altération de la viande au cours de sa conservation au froid à 4°C.

La flore totale aérobie mésophile recensée dans les échantillons de gigot d'agneaux de race Ouled Djellal traités à l'extrait de *Rosmarinus officinalis* L. préparé à différentes concentrations (20%, 40%, 60%, 80% et 100%) est restée durant 9 jour d'entroposage au frois de 4° C inférieure à la norme admise dans le Journal Officiel de la République (JORA) et meilleure que celle du témoin sans additif.

Concernant le germe *Staphylococcus aureus*, au cours de la conservation le nombre de ces germes à diminué significativement ($p < 0.01$) jusqu'à 27% dans les échantillons de viande traités aux concentrations d'extrait de Romarin par comparaison au témoin.

Apparemment, l'extrait utilisé à l'état pur et dilué à 80% a manifesté un grand pouvoir antimicrobien contre les *pseudomonas* ou aucune prolifération microbienne n'a été constatée dans les viandes traitées avec ces additifs naturels.

Par ailleurs, le nombre de *Coliformes thermotolérants* s'avère diminuer sensiblement ($p < 0.01$) dans les viandes traitées à 80 et 100% d'extrait aqueux de la plante comparativement au témoin qui a enregistré une charge élevée en ces germes durant l'entreposage au froid ; $11 \cdot 10^6$ vs $6 \cdot 10^6$ vs $145 \cdot 10^6$ UFC/g, en moyenne.

Enfin, la charge microbienne en flore psychrotrophe s'avèrent inversement proportionnels avec l'augmentation de la concentration d'extraits aqueux de *Rosmarinus* ajouté à la viande.

Ainsi, l'extrait aqueux de *Rosmarinus officinalis* L riche en composés phénoliques à fort pouvoir antimicrobien semble jouer un rôle certain très important dans la prolongation de la durée de la conservation de la viande en inhibant la prolifération microbienne des principaux germes d'altérations.

En perspectives, les études peuvent être orientées afin de :

- Découvrir de nouvelles molécules chimiques bioactives de la plante objet de l'étude ou d'autres plantes aromatiques et médicinales autochtones pouvant répondre aux différents problèmes agro-industriel et de santé humaine.

- Faire des études approfondies et complémentaires de l'activité antibactérienne et antioxydant des principaux composés poly phénoliques des nombreuses plantes médicinales poussant en Algérie vis-à-vis des multiples microorganismes pathogènes et non pathogènes afin d'optimiser les meilleures utilisations du patrimoine végétale autochtone dans les différents domaines d'intérêt : agroalimentaire, santé, diététique, cosmétique, pharmacie...etc.

Références bibliographiques

- **Aboukheir S., Kilbertus G. (1974).** Fréquence des levures dans les denrées alimentaires à base de viande. *Annales de Nutrition et de l'Alimentation*, 28, 539-547.
- **Adersen. (2006).** Screening of plants used in Danish folk medicine to treat memory dysfunction for acetylcholinesterase inhibitory activity. *J Ethnopharmacol.* 104 :418-422.
- **Agro Media / Veille réglementaire /** Les extraits de romarin obtiennent l'approbation finale de l'Union Européenne pour leur emploi en tant qu'antioxydant dans les aliments.
- **Aissani F. (2014).** Analyse sensorielle de la viande bovine additionnée aux huiles essentielles *Thymus ciliatus* (Zaitra) et *Ammonia verticillata* (Nunkha) ; p 37.
- **Ameni H. (2007).** Etude des paramètres biologiques intervenant dans l'attendrissage naturel de la viande ovine et leur relation au facteur type de muscle. Thèse de Magister en Nutrition et Alimentation, Université de Constantine.
- **Aouachria N. et Maamri H. (2017).** Isolement et caractérisation des bactéries lactiques isolées à partir de différents types de viandes rouges, Université de Larbi Tébessi - Tébessa page 20.
- **Astruc, T., Portanguen, S., Oillic, S. et Kondjoyan, A. (2010).** Effet des traitements technologiques sur les qualités des viandes. In : Bauchart, D. et Picard, B. *Viande et muscle de bovins*. Versailles Cedex, Éditions Quæ. pp. 211-222.
- **Athamena S. (2009).** Etude quantitative des flavonoïdes des graines de *Cuminum cyminum* et les feuilles de *Rosmarinus officinalis* et l'évaluation de l'activité biologique ; mémoire de magistère ; université d'El hadj Lakhdar de Batna.
- **Babulka.P ;** « Plantes médicinales du traitement des pathologies rhumatismales ; La médecine traditionnelle à la Phytothérapie ; Phytothérapie ». 5 ; 2007 ; pp 137-145.
- **Bahorun T., Gressier B., Trotin F., Brunet C., Dine T., Luyckx M., Vasseur J., Cazin M., cazin J. C., Pinkas M.(1996).** Oxygen species scavenging activity of phenolic extracts from hawthorn fresh plant organs and pharmaceutical preparations. *Arznei. Forschung.* Vol. (46): 1086-1089.
- **Bahuaud, D., Morkore, T., Langsrud, O., Sinnes, K., Veiseth, E., Ofstad, R. et Thomassen, M. S. (2008).** Effects of -1.5°C Superchilling on quality of Atlantic salmon (*Salmo salar*) pre-rigor fillets: Cathepsin activity, muscle histology. *Texture Liquid Leakage. Food Chem.*, 111, 329-339.

- **Bakirel, T., Bakirel, U., Ustuner Keles, O., Gunes Ulgen, S., Yardibi, H. (2008);** *In vivo* assessment of antidiabetic and antioxidant activities of rosemary (*Rosmarinus officinalis*) in alloxan-diabetic rabbits. *J Ethnopharmacol.* **116** : 64-73.
- **Balasundram, N., Sundram, K., and Samman, S. (2006).** "Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses." *Food Chemistry*, 99(1), 191-203.
- **Barnes, J., Linda, A., Anderson, J., David, P. (2007).** *Herbal Medicines*, 3^{ème} édition.
- **Basli, A., Chibane, M., Madani, K., and Oukil, N. (2012).** "Activité antibactérienne des polyphénols extraits d'une plante médicinale de la flore d'Algérie : *Origanum glandulosum* Desf." *Phytothérapie*, 10(1), 2-9.
- **Beaubois P. (2001).** Approche de la maîtrise du risque microbiologique dans l'univers des viandes crues et des viandes cuites 14^{ème} Congrès A3P. Service Qualité Socopa Entreprise.
- **Belkhiri F.-Z., 2015-** Etude de l'activités antibactérienne des huiles essentielles de *Rosmarinus officinalis* L. Master II Génie des Procédés, Université Mohamed Khider-Biskra. 51 p.
- **Bencherif S. (2011).** L'élevage pastoral et la céréaliculture dans la steppe algérienne Evolution et possibilités de développement. Thèse pour obtenir le grade de Docteur. p 269.
- **Benderradji F. (2014).** Etude comparative du statut minéral (macro- éléments) des brebis dans la région de Seriana : effet altitude et saison. Magister en sciences vétérinaires université el-hadj lakhdar- Batna - institut des sciences vétérinaires.
- **Benikhlef A. (2014).** Comparaison entre les huiles essentielles et leurs effets antibactériens sur *Rosmarinus officinalis* de la région de Bechar et Ouargla » ; Mémoire du Projet de Fin d'Etudes Pour l'obtention de diplôme Master.
- **Bennacer K, Soufit S. (2013).** Evaluation de l'activité antioxydant de l'extrait méthanolique et l'activité Antimicrobienne des huiles essentielles de *Rosmarinus officinalis*. Mémoire du Projet de Fin d'Etudes Pour l'obtention de diplôme Master ; p : 4.
- **Benrezak S. (2017).** « Influence de certaines méthodes traditionnelles de conservation sur la structure des viandes rouges ; thèse de magistère ; université BATNA.

- **Bensebia, O., Barth, D., Bensebia, B., Dahmania, A. (2009).** Supercritical CO₂ extraction of rosemary: Effect of extraction parameters and modelling. *J. of Supercritical Fluids*, 49, 161–166.
- **Benyoucef M.T., Madani T., Abbas K. (2000).** Systèmes d'élevage et objectifs de sélection chez les ovins en situation semi-aride algérienne. *Options Méditerranéennes. Série A. Séminaires Méditerranéens.*, 43, 101-109.
- **Berkane A. (2015).** La détermination des propriétés thermodynamiques d'huile essentielle de *Rosmarinus Officinalis L.* Mémoire du Projet de Fin d'Etudes Pour l'obtention de diplôme Master ; Université Djilali Bounaama - Khemis Miliana.
- **Billerbeck V.G. (2007).** Huiles essentielles et bactéries résistantes aux antibiotiques. *Phytothérapie*, p 249-253.
- **Bonneau M., Touraille C., Pardon P., Lebas F., Fauconneau B. et Remignon H. (1996).** Amélioration de la qualité des carcasses et des viandes. *INRA Prod. Anim.*, 9, pp. 95- 110.
- **Bors, W., Michel, C., and Stettmaier, K. (1997).** "Antioxidant effects of flavonoids." *Biofactors*, 6(4), 399-402.
- **Botineau M. (2010).** Botanique systématique et appliquée des plantes à fleurs ; Edition Lavoisier.
- **Bourgeois CM., Mescle JF., Zucca J. (1996).** Microbiologie alimentaire : Aspects Microbiologiques de la sécurité et de la qualité des aliments. Tome I. Editions Lavoisier, pp. 241- 251.
- **Bourgeois, C. M. and J.Y. Leveau. (1980).** Techniques d'analyse et de contrôle dans les industries agro-alimentaires, Volume 3 : Le contrôle microbiologique. Lavoisier : Tech. et Doc., pp : 331.
- **Bousbia N. (2011).** « Extraction des huiles essentielles riches en antioxydants à partir de produits naturels et de co-produits agroalimentaires » ; thèse de doctorat ; université d'Avignon et des Pays de Vaucluse & Ecole Nationale Supérieure Agronomique.
- **Boussahel S. (2011).** Étude biochimique et histologique de l'effet de quelques extraits des plantes toxiques dans la région de Sétif. Thèse de Magister en Biologie et Physiologie végétale. Université Ferhat Abbas, Sétif. Algérie. P.86.

- **Bozin B., Mimica-Dukic N., Samojlik I., Jovin E. (2007).** Antimicrobial and antioxidant properties of rosemary and sage (*Rosmarinus officinalis* L. and *Salvia officinalis* L., Lamiaceae) essential oils. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 55, 7879-7885.
- **Branen A.L., Davidson P.M. et Katz B. (1980).** Antimicrobial properties of phenolic antioxidants and lipids. *Food. Technol.*, 34, pp. 42-53.
- **Brookman P. (1991).** Antioxidants and consumer acceptance. *Food Technology in New Zealand*, 26, 24–28.
- **Brunel V., Jehl N., Drouet L., Portheau M-C. (2006).** Viande de volailles : Sa valeur nutritionnelle présente bien des atouts. *Viandes Prod. Carnés*, 25 (1), 18-22.
- **Bruneton J. (1993).** Pharmacognosie phytochimie ; plantes médicinales ; édit : Lavoisier TEC et DOC Paris 1^{ème} édition.
- **Caillet S. et Lacroix M. (2007).** Les huiles essentielles : leurs propriétés antimicrobiennes et leurs applications potentielles en alimentaire. INRS-Institut Armand-Frappier, RESALA, 1-8.
- **Cartier P. (2004).** Points de repères en matière de qualité microbiologique viandes bovines, Institut de l'élevage (I. Moëvi), pp. 175.
- **Cheftel J.C., Cheftel H. (1980).** Introduction à la biochimie des aliments. Edition Tec et Doc, Lavoisier, Paris. pp. 303.
- **Chellig R. (1986).** Les races ovines élevées en Algérie. C. N. P. A, Alger, pp. 50.
- **Chellig R. (1992).** Les Races Ovines Algérienne. Office des Publications Universitaires. Alger. P 80.
- **Chougui N. (2015).** Technologie et qualité des viandes. Université Abderrahmane Mira de BEJAIA.
- **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. compounds. In: Doyle, M.P., Beuchat, L.R., Montville, T.J. (Eds.), *Food Microbiology Fundamentals and Frontiers*. American Society for Microbiology, Washington, pp. 520–556.
- **Craplet C. (1966).** La viande de bovins. Tome I. Edition Vignot frère, Paris. pp. 486.

- **Cuq JL. (2007).** Microbiologie Alimentaire : Les relations microorganismes / aliments / consommateurs, Département Sciences et Technologies des Industries Alimentaires. Université Montpellier (II) Sciences et Techniques du Languedoc. pp. 17.
- **Dave D. et Ghaly A. E. (2011).** Meat Spoilage Mechanisms and Preservation Techniques: A Critical Review. *Am. J. Agric. Biol. Sci.*, 6 (4), p. 486-510.
- **Davidson, P.M. (1997).** Chemical preservatives and natural anti-microbial
- **De buyser M.L. et Sutra L. (2005).** Staphylococcus aureus. In: Federighi M. Bactériologie alimentaire - Compendium d'hygiène des aliments, 2^{ème} édition, economica, Paris, 25-51.
- **Deans S.G et Ritchie G. (1987).** Antibacterial properties of plant essential oils. *International Journal of Food Microbiology*, 5 (2) : 165-180.
- **Dekhili M. (2010).** Fertilité des élevages ovins type « HODNA » menés en extensif dans la région de Sétif. Département d'Agronomie. Faculté des Sciences. Université Ferhat Abbas. Sétif-19000. Désertiques méridionales. Tome II. C.N.R.S. (Ed). Paris, p 565.
- **Delbes C., Almar J., Chougui N., Martin J.F., Montel MC.(2006).** Staphylococcus aureus growth and enterotoxin production during the manufacture of uncooked, semi-hard cheese from cow's raw milk. *J Food Prot* ,69 :2161-2167.
- **Doores S. (2005).** Organic acids. In: Davidson, P.M., Sofos, J.N. et Branen, A.L. (Eds). *Antimicrobials in Food*, 3ème ed. FL, CRC Press.pp. 91-142.
- **Dorman H.J. & Deans S.G., 2000-** Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. *Journal of Applied Microbiology*, 88 (2): 308-16.
- **Dransfield E. Zamora F., Debiton E., Lepetit J., Lebert A., and Ouali A.(1997b).** Predicting variability of ageing and toughness in beef m longissimus lumborum et thoracis. *Meat Science* 43 (3-4) : 321-333.
- **Ellis D.F. (2001).** Meat Smoking Technology. In: Hui, H.Y., Nip, W.K., Rogers, W.R. et Young, O.A. (Eds) *Meat science and applications*. New York : Marcel Dekker. pp. 514-524.
- **Eloutassi N. (2004).** « Elaboration de procédés Biotechnologiques pour la valorisation Du romarin (rosmarinus officinalis) marocain » ; thèse de doctorat, université de Sidi Mohamed Ben Abdellah.

- **Elramouz R. (2005).** Etude des changements biochimiques post mortem dans le muscle des volailles. Contribution au déterminisme de l'amplitude de la diminution du pH. Mémoire d'Ingénieur en Agronomie. Centre Universitaire de Djelfa.
- **Escuder O. (2007).** Plantes médicinales mode d'emploi. Paris : Ulmer, 255p.
- **Faixova Z, Faix S. (2008).** Biological effects of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) essential oil; (3-4): 135-9.
- **FAO. (1990).** Manual on simple methods of meat preservation. FAO publication. Roma, Italy.
- **Fernández-López J., Zhi N., Aleson-Carbonell L., Pérez-Alvarez J.A. et Kuri V. (2005).** Antioxidant and antibacterial activities of natural extracts: application in beef meatballs. *Meat Science*, 69: 371-380.
- **Fournaud J., Gaffino G., Rosset R., et Jacquet R. (1978).** Contamination microbienne des carcasses a l'abattoir. *Ind. Aliment. Agric.*, 95(4), 273- 282.
- **Fournier V. (2003).** La conservation des aliments. Cours de microbiologie générale, Université de Laval, pp. 12.
- **Frayssé JL., Darre A. (1989).** Production des viandes. Volume I. Edition Technique et documentation, Lavoisier. Paris, pp. 374.
- **Fuinel G. (2003).** « Plantes de vie. Du corps et de l'esprit ; Edition Fernand Lanore ».
- **Gaucher et Lusson. (2001).** Effect of *Nigella sativa* oil on gastric secretion and ethanol induced ulcer in rats. *Journal of Ethnopharmacology*. 72 :299-304.
- **Geay Y., Bauchar T D., Hocquette J., Culioli J. (2001).** Effect of nutritional factors on biochemical, structural and metabolic characteristics of muscle in ruminants, consequences on dietetic value and sensorial qualities of meat. *Reprod. Nutr. Dev*, 41, 1-26. Erratum, 341-377.
- **Ghafir Y., et Daube G. (2007).** Le point sur les méthodes de surveillance de la contamination microbienne des denrées alimentaires d'origine animale. *Ann. Méd. Vét.*, 151 : 79-100.
- **Grau R., Andres A., et Barat J.M. (2015).** Principles of drying. In : Toldra, F., Hui, Y. H., Astiasarán, I., Sebranek, J.G. et Talon, R. (Eds.) *Handbook of fermented meat and poultry*, 2^{ème} ed. West Sussex, Wiley Blackwell USA. pp. 31-38.

- **Guillemin L. (2009).** La maîtrise de la tendreté de la viande bovine : identification de marqueurs biologiques. Thèse de doctorat en Sciences agricoles. Université Blaise Pascal - Clermont-Ferrand II. Pp. 334.
- **Habi A. (2015).** « Contribution à l'étude des Analyses physicochimiques et microbiologique Du pâté » ; Diplôme de MASTER En Sciences Des Aliments ; Université de Tlemcen.
- **Harkati A. (2007).** Etude des paramètres biologiques intervenant dans l'attendrissage naturel de la viande ovine et leurs relations au facteur type de muscle. Mémoire de magister en sciences alimentaires. Université Mentouri de Constantine.
- **Helal Y. (2010).** « Etude et biomasse du Romarin (*Rosmarinus officinalis* L.) dans le massif des Beni-Imloul-Aures-Algerie » ; université de la foresterie ; Sofia ; p7.
- **Hermal C. (1993).** Activité bactériostatique de sept émulsions d'huiles essentielles et de deux associations d'émulsions d'huiles essentielles. Thèse, Faculté de pharmacie, Université Montpellier I. 87 p.
- **Hocquette JF., Richardson RI., Prache S., Medale F., Duffy G., Scollan ND. (2005).** The future trends for research on quality and safety of animal products. *Ital J. Anim. Sci.*, 4, 49-72. In : thèse présentée et publiquement soutenue devant la faculté de pharmacie de marseille le 27 juin 2017 par mlle leplat marion.
- **Jay J.M., Loessner M.J. and Golden D.A. (2005).** *Modern Food Microbiology*, 7^{ème} ed.
- **Kanoun A. ; Kanoun M. ; Yakhlef H. ; Cherfaoui M.A. (2007).** Pastoralisme en Algérie : Systèmes d'élevage et stratégies d'adaptation des éleveurs ovins. *Renc. Rech. Ruminants.*, 14, 181-184.
- **Kateb J. (1989).** « Le travail sur la culture des plantes médicinales » ; Edition Masson ; Paris ; pp14.
- **Kellen M., Tepe B. (2008).** Chemical composition antioxidant and antimicrobial properties of the essential oils of three saliva species from turkish Flora. *Biotesource technology*. 99. p 4096-4104.
- **Khiati B. (2013).** Etude des performances reproductives de la brebis de race Rembi. Thèse pour l'obtention du diplôme de Doctorat en Biologie. P 182.
- **Lamiloise P., Roussel-Ciquard N., Rosset R. (1984).** Evolution des qualités

organoleptiques. Les viandes, informations Techniques des Services Vétérinaires. De gros bovins. Institut de l'Élevage : Paris, p 72.

- **Laurent C. (1974).** Conservation des produits d'origine animale en Pays chauds. 2^{ème} Ed presses universitaire de France p 53- 54.
- **Lawrie R.A.(1998b).** Chemical and Biochemical Constitution of Muscle, Pages 58-94.
- **Leclerc H., Buittaux R., Guillaume J. et Wattre P. (1977) ;** Microbiologie appliquée. Ed. Doin, Paris, p, 228.
- **Leyral G. (2001).** Microbiologie et toxicologie des aliments (Hygiène et sécurité alimentaire).3^{ème} édition. Doin centre régional de doc pédagogique d'aquitaine, Paris, p 85- 86,120-145.
- **Leyral G., Vierling E. (1997).** Microbiologie et toxicologie des aliments. Editions Doin, pp. 82.
- **Lograda T., Ramdani M., Chalard P. & Figueredo G. (2014).** Antibacterial activity of essential oils of *Rosmarinus officinalis* from Eastern Algeria. Global J Res. Med. Plants et Indigen. Med., 3 (6) : 232-242.
- **Ludovic C. (2008).** Mémoire d'acquisition des qualités organoleptiques de la viande bovine : adaptation a la demande du consommateur, pp. 51.
- **Maas Van Brekel B., Van Den Boogaard B., et Heijnen C. (2005).** La conservation du poisson et de la viande. Fondation Agromisa, Wageningen. pp. 10.
- **Makhloufi A. (2010).** « Etude des activités antimicrobienne et antioxydants de deux plantes médicinales poussant à l'état spontané dans la région de Bechar (*Matricaria pubescens* et *Rosmarinus officinalis* L) et leur impact sur la conservation des dattes et du beurre cru » ; thèse de doctorat ; université d'Aboubaker belkaid.
- **Manolaraki, F. (2011).** Propriétés anthelminthiques du sainfoin (*Onobrychis viciifoliae*): Analyse des facteurs de variations et du rôle des composés phénoliques impliqués, Institut National Polytechnique de Toulouse.
- **Mansour N.K. (1996).** La valeur nutritionnelle des viandes dans la santé, 1^{ère} édition. Université OMARELMOKHTAR Libye. pp357.p1832.
- **Marie E.L, Farid C., and Jacqueline S .(2004).** Flavour And Fragrance Journal Flavour Fragr. J. ; 19 : 134-138.

- **Martin J.L. (2003).** Sel et technologie en charcuterie-salaison. Bulletin de liaison du ctscv, 13 (6), pp. 13-16.
- **Martini M,C. (2011).** Introduction a la dermopharmacie et a la cosmétologie ;Edition Lavoisier , p 358.
- **Mathonnet P.Y. (2012).** « Romarin bio Produire du romarin en AB » ; référent technique régional en PPAM bio Chambre d'Agriculture de la Drôme.
- **Miladi H., Ben Slama R., Mili D., Zouari S., Bakhrouf A. et Ammar E. (2013).** Essential oil of *Thymus vulgaris* L. and *Rosmarinus officinalis* L.: Gas chromatography-mass spectrometry analysis, cytotoxicity and antioxidant properties and antibacterial activities against foodborne pathogens. *Natural Science*, 5(6): 729- 739
- **Mokhdar M. (2017).** Contrôle de la qualité physico- chimique et microbiologique de la viande de poulet. Diplôme de Master En physiologie humaine et épidémiologie université Abou bakr belkaid Tlemcen ; P 17.
- **Monin G., et Ouali A. (1991).** Muscle differentiations and meat quality. *Meat science* 5, 89-157.
- **Moreira M.R., Ponce A.G., de Valle C.E. et Roura S.I. (2005).** Inhibitory parameters of essential oils to reduce a food borne pathogen. *Technologie-LWT*, 38 : 565- 570.
- **Morris G.J.Jr. (1996).** Current trends in human diseases associated with foods of animal Origin. *JAVMA* 12 :2045-2047.
- **Mostafa S. F.(2011).** « Extraction et caractérisation de l'huile essentielle et de quelques métabolites secondaires actifs d'une plante à caractères thérapeutiques, *Thymus vulgarise* L., et étude de quelques activités pharmacologiques » ; thèse de magistère ; Blida.
- **Mostefai A. (2012).** Contribution a une étude morpho métrique de *Rosmarinus officinalis. L* (lamiacées). Mémoire de master, Université Tlemcen ,106p.
- **Nassu R.T., Alves, L.A.G.G., da Silva, M.A.A.P., Pereira, M. A. A., Beserrac, F. J. (2003).** Oxidative stability of fermented goat meat sausage with different levels of natural antioxidant, *Meat Science*, 63, 43–49.
- **Ouali A. (1991).** Conséquences des traitements technologiques sur la qualité de la viande. INRA, production Animale, 196-197.
- **Ouali A., Herera-Mandez C.H., Coulis G., Becila S., Boudjillel A.G., Alubry L. et**

- Sentradreu M .A. (2006).** Revising the conversion of muscle into meat and the underlying mechanisms. Meat Sci, manuscript accepted, MESC 3881.
- **Ouibrahim A., Tlili-Ait-Kaki Y., Bennadja S., Amrouni S., Djahoudi A.G. et Djebar M.R. (2013).** Evaluation of antibacterial activity of *Laurus nobilis* L., *Rosmarinus officinalis* L. and *Ocimum basilicum* L. from Northeast of Algeria. African Journal of Microbiology Research, 7 (42): 4968-4973.
 - **Perez-Chabela M.L. et Mateo-Oyague J. (2004).** Frozen Meat: Quality and Shelf Life. In : Hui, Y. H., Cornillon, P., Guerrero-Legarretta, I., Lim, M.H., Murrell, K.D. et Wai-Kit, N. (Eds) (2004). Handbook of frozen foods. NY, Marcel Dekker. pp. 204-217.
 - **Piozzi J. (1996).** vol :6 , p146.
 - **QA International Collectif ; « La mini-encyclopédie des aliments »;** Québec Amérique 2008 ; 616 p.
 - **Quezel, P., Santa, S. (1963).** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions.
 - **Quilichini Y., Fautrat V. et Cartier P. (1987).** Optimisation hygiénique du premier Traitement des abats en abattoir. Rapport In/ef bey Iteb : 1-57.
 - **Rahman, S.F. (1999).** Food preservation by freezing. In: Rahman. S.F. (Ed). Handbook of food preservation. NY, Marcel Dekker.pp. 262- 268.
 - **Renner R. (1997).** La couleur acteur de qualité. Mesure de la couleur de la viande. Renc Rech. Ruminants, 10-89.
 - **Rice-Evans, C., Miller, N., and Paganga, G. (1997).** "Antioxidant properties of phenolic compounds." Trends in plant science, 2(4), 152-159.
 - **Riou, V., Vernhet, A., Doco, T., and Moutounet, M. (2002).** "Aggregation of grape seed tannins in model wine—effect of wine polysaccharides." Food Hydrocolloids, 16(1), 17-23.
 - **Rosset R et Liger P. (1982).** Nature des porteurs de germes. In : Hygiène et technologique de la viande fraîche, Edition du CNRS, pp. 105-106.
 - **Rosset R. (1988).** Autres viandes et produits camés. Microbiologie alimentaire. Aspect microbiologique de la sécurité et de la : qualité alimentaire. Tec. & Doc, Apria, Volume (L), 237-250.

- **Rozman T, Jersek B.** Antimicrobial activity of rosemary extracts (*Rosmarinus officinalis*. L) against different species of Listeria. Acta Agriculturae Slovenica 2009 93(1): 51-8.
- **Santoyo S., Cavero S., Jaime L., Ibañez E., Señoráns F.J. & Reglero G. (2005).** Chemical composition and antimicrobial activity of *Rosmarinus officinalis* L. essential oil obtained via supercritical fluid extraction. *J. Food Prot.*, 68 (4): 790-795.
- **Savell J.W., Mueller S.L., Baird B.E. (2005).** The chilling of carcasses. *Meat Sci.*, 70, 449-459.
- **Shackelfor SD., Koohmaraie M., Miller MF., Crouse JD., Reagan JO. (1991).** An evaluation of tenderness of the longissimus muscle of the longissimus muscle of Angus by hereford versus Brahman crossbred heifers. *J. Anim. Sci.* 69, 171-177.
- **Shackelfor SD., Koohmaraie M., Miller MF., Crouse JD., Reagan JO. (1991).** An evaluation of tenderness of the longissimus muscle of the longissimus muscle of Angus by hereford versus Brahman crossbred heifers. *J. Anim. Sci.* 69, 171-177.
- **Shahidi F et Pegg R. B. (2018).** Processing of Nitrite-Free Cured Meats. In : Toldra, F. et Nollet, L.M.L. (Eds.) Advanced technologies for meat processing, 2ème ed. NW, CRC Press USA.pp.513-533.
- **Sheridan JJ. (1990).** The ultra rapide shelling of lambs carcasses meat science.28,31-50.
- **Sindelar J.J. et Houser T.A. (2009).** Alternative curing systems. In : Tarte, R. (Ed.) Ingredients in meat products: Properties, functionality and applications. NY, Springer Science and Business Media.pp. 379-405.
- **Smili H. (2014).** Etude des paramètres physico-chimiques et biochimiques en cinétique au cours de la maturation de la viande de dromadaire. Mémoire de magister. Sciences alimentaires. Institut de la Nutrition, de l'Alimentation et des Technologies Agro-Alimentaires I.N.A.T.A.A. Constantine, Algérie.
- **Soufit S., Bennacer K. (2013).** Evaluation de l'activité antioxydant de l'extrait méthanolique et l'activité antimicrobienne des huiles essentielles de romarin. Université de Bejaia ; P 3.
- **Starton T. (1982).** Viande et alimentation humaine. Ed. Apria, Paris. P110.

- **Sultana B., F. Anwar and M. Ashraf. (2009).** Effect of extraction solvent/technique on the antioxidant activity of selected medicinal plant extracts. *Molecules*. 14: 2167-2180.
- **Toldra, F. (2002).** Dry-cured meat products. Food and nutrition press.
- **Tompkins, R.B. (1986).** Microbiology of Ready to eat meat and poultry products. In : Bacus JN, *Advances in meat research*, 2, 89- 121.
- **Touraille C. (1994).** Incidence des caractéristiques musculaires sur les qualités organoleptiques des viandes. *Renc. Rech. Ruminants*, 1, 169-176.
- **Truchot E. (1979).** Principales sources de protéines alimentaires et procédés d'obtention n°23. Ed APRIA. Paris. P194.
- **Tubakila E.S.M. (2011).** Toxicité aminée dans la viande en putréfaction. Mémoire de fin d'études. Sciences agronomiques. Université de Kinsasha.
- **Virling E. (2003).** Les viandes dans l'aliment et boissons. CRDP, France. pp. 170.
- **Wang .(2008).** Antioxidative activity of *Rosmarinus officinalis* l'essentiel oil compared to its main components. *Food chem*. 108 : 1019-1022.
- **Williams, P.G. (2007).** Nutritional composition of red meat. *Nutr Diet.*, 64 (4),p.113-119.
- **Xiong, Y.L. (2017).** The Storage and Preservation of Meat: Thermal Technologies.
- **Yahiaoui H. (2009).** Caractéristiques Biochimiques des Antioxydants du Romarin (*Rosmarinus officinalis*) de l'Ouest Algérien et leurs effets sur la Conservation des Viandes.
- **Zeghad N. (2009).** « Etude du contenu polyphénolique de deux plantes médicinales d'intérêt économique (*Thymus vulgaris*, *Rosmarinus officinalis*) et évaluation de leur activité antibactérienne » ; thèse de magistère, université de Mentouri ; Constantine.
- **Zhou G.H., Xu X.L. et Liu Y. (2010).** Préservation technologies for fresh meat– A review. *Meat Sci.*, 86 (1), pp. 119–128.
- **Zoubeidi C. (2004).** « Etude des antioxydants dans le *Rosmarinus officinalis*. Labiatea »; thèse de magistère ; université de Ouargla.

Annexes

Annexes :

Différents milieux de cultures

1. Gélose PCA

Ingrédients en grammes par litre d'eau distillée

- Tryptone.....5.0
- Extrait autolytique de levure2.5
- Glucose.....1.0
- Agar agar.....15.0
- pH final à 25°C : 7,00.

2. Gélose King A

Ingrédients en grammes par litre d'eau distillée

- Peptone..... 20,0
- Sulfate de potassium10,0
- Chlorure de magnésium.....1,4
- Agar15,0
- pH final à 25°C : 7,2.

3. Gélose VRBL

- Ingrédients en grammes par litre d'eau distillée
- Extrait de levure..... 3,0
- Peptone 7,0
- Chlorure de sodium 5,0
- Sels biliaires n°3 1,5
- Lactose..... 10,0
- Rouge neutre..... 0,03
- Cristal violet 0,002

- Agar..... 12,0
- pH final à 25°C : 7,4.

4. Gélose Chapman

Composition pour la préparation d'un litre de milieu.

- Peptone :10,0 g
- Extrait de viande de bœuf :1,0 g
- Chlorure de sodium :75,0 g
- Mannitol :10,0 g
- Rouge de phénol :0,025 g
- Agar-Agar :15,0 g
- Eau distillée : 1 Litre
- PH = 7,4
- Répartir en flacons et autoclaver à 121°C pendant 15 minutes.

5. Préparation de l'eau physiologique

- Chlorure de sodium.....8,5g/l
- Peptone.....0,5g/l
- Eau distillé.....1l
- PH=7
- Autoclavage 120°C,20min.