



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Agronomiques

Spécialité : Agronomie

## THÈSE

PRESENTEE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE DOCTORAT EN  
SCIENCES

Par

M<sup>me</sup> SISBANE Ismahene

## THÈME

Étude comparative de qualité de la viande rouge et  
blanche additionnée des extraits potentiellement riches en  
antioxydants

Soutenu publiquement le : 06/02/2025

### Membres de Jury

M <sup>me</sup> . CHOUGRANI	Fadéla	Pr	Présidente	Université de Mostaganem
M. BELAHCEN	Miloud	Pr	Examineur	Université de Ain Témouchent
M. BEKADA	Ahmed Med Ali	Pr	Examineur	Université de Tissemsilet
M <sup>me</sup> . BELKACEMI	Louiza	Pr	Examineur	ESA de Mostaganem
M. BENABDELMOUMENE	Djillali	MCA	Examineur	Université de Mostaganem
M. BOUDEROUA	Kaddour	Pr	Directeur de thèse	Université de Mostaganem

Laboratoire de technologie alimentaire et nutrition

Année universitaire : 2024/2025



# *Dédicace*

Je dédie ce moment marquant de ma vie à la mémoire de mon cher père, *Mustefa Sisbane*, qui est parti trop tôt et n'a malheureusement pas pu être témoin de l'aboutissement de ce travail. Du monde qui est désormais le sien, j'espère qu'il ressentira cet humble hommage comme un témoignage de reconnaissance et d'amour de la part de sa fille, qui a toujours prié pour le salut de son âme.

Que Dieu, dans Sa grande miséricorde, l'accueille dans Son vaste paradis. Vous resterez à jamais gravé dans mon cœur.

***ASMA***

# Remerciements

Je remercie en premier lieu, Dieu de m'avoir donné le pouvoir d'achever ce travail.

J'exprime mes remerciements les plus sincères et ma profonde reconnaissance à mon directeur de thèse, le Professeur **BOUDEROUA. K**, pour son soutien indéfectible, ses précieux conseils, sa disponibilité, ses suggestions pertinentes, ses critiques constructives, et surtout pour sa patience tout au long de ce projet. Merci de m'avoir guidé avec autant de professionnalisme et d'avoir consacré tant de temps et d'attention à la correction de ce manuscrit. Je vous exprime, Monsieur, toute ma gratitude pour la qualité de votre encadrement, si rigoureux et constant.

Je tiens également à remercier chaleureusement les membres de ce respectable jury :

- Madame **CHOUGRANI. F**, Professeure à l'Université de Mostaganem, je suis profondément honoré que vous ayez accepté de présider ce jury, et vous adresse mes sincères remerciements et toute ma gratitude.
- Monsieur **BELAHCEN. M**, Professeur à l'université de Ain Témouchent, votre présence en tant qu'examineur m'honore. Je vous adresse mes remerciements les plus vifs et reconnaissants.
- Monsieur **BEKADA. A M A**, Professeur à l'université de Tissemsilet, pour avoir accepté de vous déplacer et de siéger dans ce jury, je vous exprime ma profonde reconnaissance et mes salutations respectueuses.
- Madame **BELKACEMI. L**, Professeure à l'École Supérieure d'Agronomie de Mostaganem, je vous exprime toute ma gratitude pour l'honneur que vous me faites en acceptant d'évaluer ce travail. Recevez mes sincères remerciements.
- Monsieur **BENABEDLMOUMENE. Dj**, Maître de Conférences à l'Université de Mostaganem, merci d'avoir accepté de juger mon travail. Je vous exprime mes remerciements sincères.

Je tiens à exprimer une reconnaissance particulière à mon époux, **M. ARABI. A**, Maître de Conférences à l'Université de Mostaganem, pour son aide précieuse tout au long de la réalisation de ce modeste travail, ses sacrifices et sa patience.

Malgré mes efforts et ma détermination, la réalisation de cette thèse n'aurait pas été possible sans l'apport et le soutien de nombreuses personnes, que je tiens à remercier sincèrement. Je rends hommage au **Dr. BENOTMANE. K**, de l'Université de Relizane et le remercie de tout cœur pour son soutien, son aide précieuse et ses innombrables services, ainsi que pour ses grandes qualités humaines. Que Dieu vous protège.

J'adresse également mes remerciements à Monsieur **DAHLOUM. H**, Maître de Conférences à l'Université de Mostaganem, pour son aide précieuse et ses remarques pertinentes.

Un merci du fond du cœur à ma très chère sœur de cœur, **Cherifa**, pour sa présence constante et ses encouragements.

Enfin, que toutes les personnes ayant contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail trouvent ici l'expression de ma plus profonde reconnaissance.

# Valorisation scientifique

## Publications scientifiques

- **Ismahene Sisbane**, Kaddour Boudroua, Abed Arabi, Kamel Benotmane, Lahouari Dahloum. Evaluation of the impact of *Artemisia herba-alba* extract on beef and sausage quality under refrigeration and freezing conditions. Afr.J.Bio.Sc. 6(14) (2024). [https://doi:10.48047/AFJBS.6.14.2024.6369-6387](https://doi.org/10.48047/AFJBS.6.14.2024.6369-6387).
- ARABI Abed, DJIBAOUI Rachid, MALIHAC Catherine, **SISBANE Ismahene**, LATTAB Aicha, BECHELAGHEM Nadia, DAHAH Hichem, REZIGA Charef, ETTALHI Mehdi, TALEB Farida, OUAR KORICHI Mounira, DAHLOUM Lahouari. Chemical composition and antibacterial activity of essential oil from leaves and twigs of *Pistacia lentiscus* growing in Mostaganem Province (Algeria), International Journal of Biosciences | IJB |, Vol. 10, No. 5, p. 146-158, 2017.
- abed ARABI, lahouari DAHLOUM, **ismahene SISBANE**, kamel BENOTMANE, sabria BENSLIMANE, djamel eddine BEKADA, Rachid DJIBAOUI, Chemical composition and antibacterial activity of the essential oils of artemisia herba-alba grown wild in el- bayadh region (northwestern Algeria), <https://doi.org/10.48047/afjbs.6.14.2024.7677-7692>.

## Communications Nationales

- **Sisbane Ismahene**, Effet de la cuisson sur la composition nutritionnelle et diététique des acides gras de la viande de poulets de chair nourris par des régimes à base de glands de chêne vert. Journée scientifique de la faculté des sciences de la nature et de la vie, Université de Mostaganem, 09 et 10 Avril 2013.

## Communications Internationale

- Abed ARABI, Kamel BENOTMANE, **Ismahene SISBANE**, Lahouari DAHLOUM, Antifungal activity of essential oils derived from *Laurus nobilis* L. against *Candida albicans*. URCOM25 conference held from May 29th to May 31st, 2024, in Le Havre, France.

## ملخص

اللحوم حساسة للغاية لأكسدة الدهون فيها، مما يؤدي إلى مشاكل تتعلق بالسلامة والجودة. أظهرت المستخلصات النباتية إمكانات واعدة كبيرة كمضادات الأكسدة الطبيعية والمواد الحافظة في منتجات اللحوم. الهدف الرئيسي من هذه الدراسة هو تقييم تأثير إضافة مستخلصات نبات *Artemisia herba alba* ومستخلص نبات *Rosmarinus officinalis* بشكل منفصل على الجودة الغذائية والمذاقية للحوم الدجاج واللحم البقري (المفروم والنقانق) المقتناة من السوق المحلي.

تم تخزين اللحوم مع أو بدون إضافات (مستخلص فيتامين ج) في درجتي حرارة مختلفتين، عند 4 درجات مئوية لمدة 7 أيام (التبريد)، وعند -18 درجة مئوية لمدة 21 يوماً (التجميد). وكشفت النتائج أن اللحوم (الدجاج ولحم البقر) المحفوظة مع نبات الشيح تتميز بخصائص غذائية عالية، ولا سيما محتوى الدهون الذي لوحظ فيه مستويات MDA أقل وضوحاً مقارنة بتلك المحفوظة بفيتامين ج أو بدون إضافات. قيم TBA المسجلة بعد فترة التجميد هي على التوالي 0.02 و 0.32 ملغ مكافئ MDA/كغ من لحم الدجاج ولحم البقر المضاف إليه مستخلص *Artemisia herba alba* ، على عكس عينات الشاهد (0.06 و 0.46 ملغ مكافئ MDA/كغ) والذين تم علاجهم بفيتامين C (0.04 و 0.36 ملغ مكافئ MDA/كغ).

أظهر مستخلص *Rosmarinus officinalis* أيضاً احتباساً عالياً للماء ومحتوى عالياً من الدهون. من وجهة النظر المذاقية، أظهرت اللحوم البقرية (النقانق) المعالجة بمستخلص الشيح نكهة ولمساً وعصارة محسنة ولوناً أكثر جاذبية مما ساهم في تحسين المذاق بشكل عام. و عليه فقد أظهرت المستخلصات النباتية لنبات *Artemisia herba alba* و *Rosmarinus officinalis* بأنها نوع من المواد الحافظة البديلة في حفظ منتجات اللحوم، خاصة كعوامل فعالة مضادة للأكسدة.

**الكلمات المفتاحية:** لحم الدجاج، لحم البقر، الشيح، إكليل الجبل، النقانق، الحفظ، الجودة الغذائية، الجودة المذاقية، فيتامين ج.

## Résumé

Les viandes sont très sensibles à l'oxydation de leurs lipides, ce qui entraîne des problèmes de salubrité et de qualité. Les extraits de plantes ont montré un grand potentiel prometteur en tant qu'antioxydants naturels et conservateurs dans les produits carnés. L'objectif principal de cette étude est d'évaluer l'effet de l'ajout séparé des extraits d'*Artemisia herba alba* et de *Rosmarinus officinalis* sur la qualité nutritionnelle, stabilité oxydative et sensorielle de la viande de poulet et de bœuf (hachées, saucisses) provenant du marché local. La viande avec ou sans additifs (extrait, Vitamine C), a été conservée dans deux températures différentes, à 4°C pendant 7 jours (réfrigération), et à -18°C pendant 21 jours (congélation). Les résultats ont révélé que les viandes (poulet et bovine) conservées avec de l'armoise blanche présentent des caractéristiques nutritionnelles performantes notamment la teneur en lipides dont on a observé des teneurs en MDA moins prononcées par rapport à celles conservées avec de la vitamine C ou sans additifs.

Les valeurs de TBA enregistrées après la période de congélation sont respectivement, 0,02 et de 0,32 mg équivalent de MDA/kg de viandes de poulet et de bœuf additionnées d'extrait d'*Artemisia herba alba* contrairement aux échantillons témoins (0,06 et 0,46 mg équivalent de MDA/kg) et ceux traités avec la vitamine C (0,04 et 0,36 mg équivalent de MDA/kg).

L'extrait de *Rosmarinus officinalis* a montré aussi une forte rétention en eau et une importante teneur en lipides.

D'un point de vue sensoriel, les saucisses de viandes bovines traitées avec l'extrait d'*Artemisia herba alba* ont montré une saveur, une texture et une jutosité améliorées, et une couleur plus attrayante ce qui a contribué à une meilleure appréciation gustative globale.

Les extraits de plantes d'*Artemisia herba alba* et de *Rosmarinus officinalis* se sont avérées d'un type de conservateurs alternatifs dans les produits à base de viande, en particulier comme agents antioxydants efficaces.

**Mots clés :** Viande de poulet, Viande bovine, Saucisse, *Artemisia herba alba*, *Rosmarinus officinalis*, Conservation, Qualité nutritionnelle, Qualité sensorielle, Vitamine C.

## **Abstract**

Meat products are highly susceptible to lipid oxidation, leading to safety and quality concerns. Plant extracts have demonstrated promising potential as natural antioxidants and preservatives in meat products. The primary objective of this study was to evaluate the effects of separately adding *Artemisia herba alba* and *Rosmarinus officinalis* extracts on the nutritional quality, oxidative stability, and sensory characteristics of chicken and beef (both minced and in sausage form) sourced from local markets. Meat samples, with or without additives (plant extract or Vitamin C), were stored under two different temperature conditions: at 4°C for 7 days (refrigeration) and at -18°C for 21 days (freezing).

Results revealed that meats (both chicken and beef) preserved with white wormwood (*Artemisia herba alba*) exhibited superior nutritional characteristics, particularly in terms of lipid content, with less pronounced MDA levels observed compared to those preserved with Vitamin C or without additives.

TBA values recorded after the freezing period were 0.02 and 0.32 mg MDA equivalent/kg for chicken and beef meats supplemented with *Artemisia herba alba* extract, respectively. These values contrasted favorably with control samples (0.06 and 0.46 mg MDA equivalent/kg) and those treated with Vitamin C (0.04 and 0.36 mg MDA equivalent/kg). *Rosmarinus officinalis* extract also demonstrated high water retention capacity and significant lipid content preservation.

From a sensory perspective, beef sausages treated with *Artemisia herba alba* extract exhibited improved flavor, texture, and juiciness, as well as a more appealing color, contributing to enhanced overall gustatory appreciation.

*Artemisia herba alba* and *Rosmarinus officinalis* plant extracts have proven to be effective alternative preservatives in meat products, particularly as potent antioxidant agents.

**Keywords:** Chicken meat, Beef, Sausage, *Artemisia herba alba*, *Rosmarinus officinalis*, Preservation, Nutritional quality, Sensory quality, Vitamin C.

## Liste des tableaux

N°	Titres	Pages
<b>Tab.01</b>	Composition biochimique moyenne de la viande	<b>07</b>
<b>Tab.02</b>	Composition en nutriments de la viande bovine	<b>08</b>
<b>Tab.03</b>	Composition biochimique de la viande de poulet de chair	<b>10</b>
<b>Tab.04</b>	Comparaison de la composition biochimique entre viandes rouges et blanches	<b>12</b>
<b>Tab.05</b>	Teneur en matière sèche de la viande de poulet de chair exprimée en pourcentage (%).	<b>71</b>
<b>Tab.06</b>	Teneur en matière minérale de la viande de poulet de chair exprimée en pourcentage (%).	<b>72</b>
<b>Tab.07</b>	Teneur en lipides totaux de la viande de poulet de chair exprimée en pourcentage (%).	<b>73</b>
<b>Tab.08</b>	Teneur en protéines de la viande de poulet de chair exprimée en pourcentage (%)	<b>74</b>
<b>Tab.09</b>	Variation de la teneur en MDA de la viande de poulet de chair exprimée en mg eq MDA/kg	<b>75</b>
<b>Tab.10</b>	Évolution des valeurs du pH de la viande hachée de bœuf selon la durée et le mode de conservation.	<b>78</b>
<b>Tab.11</b>	Évolution de la teneur en matière sèche et en minéraux de la viande hachée de bœuf durant toute la durée de conservation (g/100g).	<b>80</b>
<b>Tab.12</b>	Évolution de la teneur en lipides totaux de la viande hachée de bœuf pendant toute la durée de conservation (g/100g).	<b>83</b>
<b>Tab.13</b>	Évolution des teneurs en protéines de la viande hachée durant la conservation (g/100g).	<b>85</b>
<b>Tab.14</b>	Évolution de degré de peroxydation lipidique de la viande hachée de bœuf pendant toute la durée de conservation (mg eq MDA/kg).	<b>87</b>
<b>Tab.15</b>	Variation du pH des saucisses de bœuf selon la durée et le mode de conservation.	<b>91</b>
<b>Tab.16</b>	Évolution de la teneur en matière sèche et en minéraux des saucisses de bœuf selon la durée et le mode de conservation (g/100g).	<b>93</b>
<b>Tab.17</b>	Évolution de la teneur en lipides totaux des saucisses de bœuf pendant toute la durée de conservation (g/100g).	<b>95</b>
<b>Tab.18</b>	Variation des teneurs en protéines selon la durée et le mode de conservation des saucisses (g/100g).	<b>98</b>
<b>Tab.19</b>	Évolution du degré de peroxydation lipidique des saucisses de bœuf selon la durée et le mode de conservation (mg eq MDA/kg).	<b>100</b>
<b>Tab.20</b>	Résultats de dégustation des trois lots traités différemment et conservés pendant 21 jours	<b>110</b>

## Liste des cartes et des figures

N°	Titres	Pages
<b>Fig. 1</b>	Schéma des réactions d'oxydation des lipides	27
<b>Fig. 2</b>	Évolution schématique de l'auto-oxydation des acides gras insaturés au cours du temps	28
<b>Fig. 3</b>	Schéma simplifié montrant l'interdépendance des oxydations lipidiques et protéiques	31
<b>Fig. 4</b>	<i>Artemisia herba-alba</i> de la région d'El bayadh	39
<b>Carte 1</b>	Région El Abiodh (Wilaya d'El Bayadh)	50
<b>Carte 2</b>	Région Ksar Chellala (province de Tiaret)	50
<b>Carte 3</b>	Région Sidi Khettab (wilaya de Relizane).	51
<b>Fig. 5</b>	Schéma d'extraction des extraits d' <i>Artemisia herba alba herba-alba</i> selon	53
<b>Fig. 6</b>	Évolution de pH de la viande hachée de bœuf conservée avec l'extrait <i>Rosmarinus officinalis</i> .	103
<b>Fig. 7</b>	Évolution de la teneur en eau de la viande hachée de bœuf conservée par l'extrait de <i>Rosmarinus officinalis</i>	103
<b>Fig. 8</b>	Évolution de la matière minérale de la viande hachée de bœuf conservée par l'extrait de <i>Rosmarinus officinalis</i>	104
<b>Fig. 9</b>	Évolution de la teneur en lipides de la viande hachée de bœuf conservée par l'extrait de <i>Rosmarinus officinalis</i> .	105
<b>Fig. 10</b>	Évolution de la teneur en protéines de la viande hachée de bœuf par l'extrait de <i>Rosmarinus officinalis</i>	108
<b>Fig. 11</b>	Évaluation de la qualité sensorielle des saucisses.	108

## Liste des abréviations

<b>A</b>	: Absorbance
<b>AA</b>	: acide aminé,
<b>AAR</b>	: Activité anti-radicalaire
<b>ATP</b>	: Adénosine triphosphate
<b>aw</b>	: Activity water
<b>BHA</b>	: Butylhydroxyanisole
<b>BHT</b>	: Butylhydroxytoluène
<b>DPPH</b>	: 2.2'-diphényl-1-picryl-hydrazyl.
<b>EAG</b>	: Equivalant acide gualique
<b>EQ/g Ps</b>	: Equivalent de quercétine / g Poids sec
<b>GLM</b>	: General Linear Model
<b>HAP</b>	: Hydrocarbures aromatiques polycycliques
<b>HHE</b>	: 4-hydroxy-2-hexenal,
<b>HNE</b>	: 4-Hydroxy- 2-nonenal
<b>IC50</b>	: Concentration d'inhibition à 50% (Inhibitory Concentration of 50 %).
<b>L-DOPA</b>	: L-dihydrophénylalanine;
<b>L-TOPA</b>	: L-trihydrophénylalanine, Dityr: dityrosine, hydroxytrp: hydroxytryptophane,
<b>LDL</b>	: Low-density lipoproteins
<b>LT</b>	: Lipides totaux
<b>MAP</b>	: Modified Atmosphere Packaging
<b>MDA</b>	: malondialdéhyde,
<b>N</b>	: Normalité
<b>MG</b>	: Matière Grasse
<b>MM</b>	: Matière minérale
<b>MS</b>	: Matière sèche
<b>OMS</b>	: Organisation Mondiale de la Santé
<b>PE</b>	: Prise d'essai en gramme
<b>ppm</b>	: parti par million
<b>PS</b>	: Poids sec
<b>TBA</b>	: Acide thiobarbiturique
<b>TBARS</b>	: Substances actives de l'acide thiobarbiturique
<b>TBHQ</b>	: Tert-butylhydroquinone

# Table des matières

Dédicace Remerciements  
Résumé  
Liste des tableaux Liste  
des figures Liste des  
abréviations

Introduction ..... 1

## Revue Bibliographique

### **Chapitre 1 : Composition et qualité nutritionnelle des viandes rouges et blanches**

1. Composition et qualité nutritionnelle des viandes rouges et blanches .....	6
1.1. La viande : définition, importance et qualité nutritionnelle.....	6
1.1.1. Définition de la viande.....	6
1.1.2. Importance de la viande.....	6
1.1.3. Qualité nutritionnelle de la viande.....	6
1.2. Composition nutritionnelle .....	7
1.2.1. Composition nutritionnelle des viandes rouges .....	7
1.2.1.1. Protéines .....	8
1.2.1.2. Lipides (graisses saturées et insaturées) .....	8
1.2.1.3. Minéraux et vitamines .....	8
1.2.1.4. Composés bioactifs.....	9
1.2.2. Composition nutritionnelle des viandes blanches.....	9
1.2.2.1. Protéines .....	10
1.2.2.2. Lipides (graisses saturées et insaturées) .....	10
1.2.2.3. Minéraux et vitamines .....	11
1.2.2.4. Composés bioactifs.....	11
1.3. Comparaison entre viandes rouges et blanches .....	11
1.3.1. Similarités et différences nutritionnelles.....	11
1.3.2. Impact sur la santé (avantages et inconvénients) .....	12
1.4. Facteurs influençant la qualité nutritionnelle de la viande .....	13
1.4.1. Espèce animale et race .....	13
1.4.2. Alimentation et gestion de l'élevage.....	14
1.4.3. Méthodes d'abattage et de transformation.....	14

### **Chapitre 2 : Stratégies de conservation des viandes et maîtrise de la stabilité oxydative**

2. Stratégies de conservation des viandes et maîtrise de la stabilité oxydative .....	17
2.1. Importance de la conservation .....	17
2.2. Objectifs de la conservation.....	17
2.2.1. Durée de vie.....	17
2.2.2. Sécurité.....	17
2.2.3. Qualité .....	18

2.3. Techniques de conservation des viandes .....	18
2.3.1. Méthodes traditionnelles de conservation .....	18
2.3.1.1. Réfrigération et congélation .....	18
2.3.1.2. Salage et fumage.....	19
2.3.1.3. Séchage et déshydratation.....	21
2.3.2. Méthodes modernes de conservation.....	23
2.3.2.1. Utilisation des antioxydants naturels et synthétiques .....	23
2.3.2.2. Emballage sous atmosphère modifiée .....	25
2.3.2.3. Techniques de pasteurisation et stérilisation .....	25
2.4. Oxydation des viandes : Mécanismes et conséquences .....	27
2.4.1. Oxydation lipidique : processus et impact sur la qualité .....	27
2.4.1.1. Processus de l'oxydation lipidique .....	28
2.4.1.2. Impact sur la qualité des viandes.....	29
2.4.2. Oxydation des protéines : mécanismes et effets sur les nutriments .....	29
2.4.2.1. Mécanisme de l'oxydation des protéines.....	30
2.4.2.2. Effets sur les propriétés fonctionnelles .....	32
2.4.2.3. Effets sur la valeur nutritionnelle .....	32
2.5. Maîtrise de la stabilité oxydative .....	33
2.5.1. Facteurs influençant la stabilité oxydative (température, lumière, oxygène) .....	33
2.5.2. Stratégies pour prévenir l'oxydation .....	34

### Chapitre 3 : Antioxydants d'origine végétale : Focus sur *Artemisia herba alba* et *Rosmarinus officinalis*

3. Antioxydants d'origine végétale : Focus sur <i>Artemisia herba alba</i> et <i>Rosmarinus officinalis</i> .....	36
3.1. Antioxydants d'origine végétale.....	36
3.1.1. Définition et importance des antioxydants .....	36
3.1.1.1. Définition .....	36
3.1.1.2. Importance des antioxydants.....	36
3.1.2. Rôle des antioxydants dans la conservation des aliments .....	37
3.1.2.1. Prévention de l'oxydation lipidique .....	37
3.1.2.2. Protection des nutriments .....	38
3.1.2.3. Amélioration de la durée de conservation .....	38
3.1.2.4. Alternative aux conservateurs synthétiques.....	38
3.1.2.5. Effets synergiques.....	38
3.2. <i>Propriétés et composition de d'Artemisia herba alba</i> .....	39
3.2.1. <b>Description botanique et systématique d'Artemisia herba halba</b> .....	<b>39</b>
3.2.2. Habitat .....	40
3.2.3. Identification des composés bioactifs .....	40
3.2.4. Propriétés antioxydantes et antimicrobiennes.....	40
3.2.5. Applications traditionnelles et modernes.....	41
3.2.6. Toxicité de la plante .....	41
3.3. <i>Propriétés et composition de Rosmarinus officinalis</i> .....	41
3.3.1. Identification des composés bioactifs .....	42

3.3.2. Propriétés antioxydantes et antimicrobiennes.....	42
3.3.3. Applications traditionnelles et modernes.....	43
3.4. Applications dans la conservation des viandes .....	43
3.4.1. <i>Utilisation de d'Artemisia herba alba dans la conservation des viandes</i> .....	<b>43</b>
3.4.2. <i>Utilisation du Rosmarinus officinalis dans la conservation des viandes</i> .....	<b>44</b>
3.4.3. Synergie potentielle entre les deux extraits .....	45

## Partie Expérimentale

### Matériel et Méthodes

1. Objectif de l'étude .....	49
2. Matériel biologique .....	49
2.1. Viande rouge et blanche.....	49
2.2. Matériel végétal .....	50
3. Préparation des échantillons .....	51
3.1. Préparation et traitement des échantillons de viande .....	51
3.2. Récolte et prétraitement des échantillons végétales.....	52
4. Préparation des extraits végétaux .....	52
4.1. Méthode d'extraction .....	52
4.2. Détermination du rendement d'extraction .....	54
5. Incorporation des extraits végétaux dans les échantillons de viande .....	54
5.1. <b>Cas d'Artemisia herba alba avec la viande de poulet de chair</b> .....	<b>54</b>
5.1.1. Préparation des échantillons de poulet de chair .....	54
5.1.2. Application de l'extrait végétal.....	54
5.1.3. Conservation des échantillons.....	54
5.1.4. Paramètres mesurés.....	55
5.2. <b>Cas d'Artemisia herba alba avec la viande bovine</b> .....	<b>55</b>
5.2.1. Préparation des échantillons de viande bovine .....	55
5.2.2. Application de l'extrait végétal.....	55
5.2.3. Conservation des échantillons.....	55
5.2.4. Paramètres mesurés.....	56
5.3. <b>Cas de Rosmarinus officinalis avec la viande bovine</b> .....	<b>56</b>
5.3.1. Préparation des échantillons de viande bovine .....	56
5.3.2. Application de l'extrait végétal.....	56
5.3.3. Conservation des échantillons.....	56
5.3.4. Paramètres mesurés.....	56
6. Techniques analytiques .....	57
6.1. <b>Dosage quantitatif des composés bioactifs d'Artemisia herba alba</b> .....	<b>57</b>
6.1.1. Dosage des polyphénols totaux.....	57
6.1.2. Dosage des flavonoïdes.....	57
6.1.3. Détermination de l'activité antioxydante.....	57
6.2. <b>Analyses physico-chimique de Rosmarinus officinalis</b> .....	<b>58</b>
6.2.1. Détermination du pH .....	58
6.2.2. Détermination de la teneur en matière sèche .....	58
6.2.3. Détermination de la teneur en matière minérale .....	59
6.3. Analyse physico-chimique de la viande.....	59
6.3.1. <b>Cas de la viande bovine et du poulet de chair avec Artemisia herba alba</b> <b>59</b>	
6.3.1.1. Détermination du pH.....	59
6.3.1.2. Détermination de la teneur en matière sèche.....	59
6.3.1.3. Détermination de la teneur en matière minérale.....	60

6.3.1.4. Dosage des lipides totaux .....	60
6.3.1.5. Dosage des protéines brutes .....	61
6.3.1.6. Estimation du degré d'oxydation des lipides de la viande .....	61
<b>6.3.2. Cas de la viande bovine avec Rosmarinus officinalis .....</b>	<b>62</b>
6.3.2.1. Détermination du pH .....	62
6.3.2.2. Détermination de la teneur en eau .....	62
6.3.2.3. Détermination de la teneur en matière minérale .....	63
6.3.2.4. Dosage des lipides totaux .....	63
6.3.2.5. Dosage des protéines brutes .....	64
6.4. Analyse sensorielle de la viande bovine (saucisses) .....	65
6.5. Traitement statistique des données .....	65

## Résultats et Discussion

1. Rendement d'extraction d'Artemisia herba alba .....	68
2. Dosage quantitatif des composés bioactifs d'Artemisia herba alba .....	68
2.1. Teneur en polyphénols .....	68
2.2. Teneur en flavonoïdes .....	69
2.3. Analyses de l'activité anti-radicalaire (DPPH) .....	70
3. Analyses physico-chimiques de Rosmarinus officinalis .....	70
3.1. pH .....	70
3.2. Teneur en matière minérale .....	70
4. Analyses physico-chimiques de la viande .....	71
4.1. Cas de la viande bovine et du poulet de chair additionnée d' <i>A. herba alba</i> .....	71
4.1.1. Cas de la viande de poulet de chair .....	71
4.1.1.1. Teneur en matière sèche .....	71
4.1.1.2. Teneur en matière minérale .....	72
4.1.1.3. Teneur en lipides totaux .....	72
4.1.1.4. Teneur en protéines .....	73
4.1.1.5. Estimation du degré d'oxydation des lipides de la viande .....	74
4.1.2. Cas de la viande bovine (viande hachée et saucisses) .....	77
4.1.2.1. Viande hachée .....	77
4.1.2.1.1. pH .....	77
4.1.2.1.2. Teneur en matière sèche .....	79
4.1.2.1.3. Teneur en matière minérale .....	81
4.1.2.1.4. Teneur en lipides totaux .....	81
4.1.2.1.5. Teneur en protéines .....	84
4.1.2.1.6. Estimation du degré d'oxydation des lipides de la viande .....	86
4.1.2.2. Saucisses .....	90
4.1.2.2.1. pH .....	90
4.1.2.2.2. Teneur en matière sèche .....	92
4.1.2.2.3. Teneur en matière minérale .....	92
4.1.2.2.4. Teneur en lipides totaux .....	94
4.1.2.2.5. Teneur en protéines .....	97
4.1.2.2.6. Estimation du degré d'oxydation des lipides de la viande .....	99
4.2. Cas de la viande bovine (viande hachée) avec Rosmarinus officinalis .....	102
4.2.1. pH .....	102
4.2.2. Teneur en eau et en matière sèche .....	103
4.2.3. Teneur en matière minérale .....	104
4.2.4. Teneur en lipides totaux .....	105
4.2.5. Teneur en protéines .....	107

5. Analyse sensorielle de la viande bovine (saucisses).....	108
Discussion générale .....	112
Conclusion.....	117
Références Bibliographiques	
Annexes	

# Introduction

## Introduction générale

La viande est la première source de protéines animales pour l'homme et sa consommation ne cesse d'augmenter dans le monde entier. La consommation annuelle par habitant a été multipliée par 2,6 en 2000 et sera multipliée par 3,7 d'ici 2030 par rapport à celle des années 1960 (**Dave et Ghaly, 2011**).

La viande riche en nutriments est la source de protéines animales de premier choix pour de nombreuses personnes dans le monde (**Heinz et Hautzinger, 2007**). La qualité de la viande et des produits à base de viande se détériore en raison des enzymes digestives, de la détérioration microbienne et de l'oxydation des graisses, la dégradation des protéines et la perte d'autres molécules précieuses sont la conséquence du processus de détérioration de la viande (**Berkel et al., 2004**).

L'alimentation est un besoin fondamental de l'homme, la conservation des aliments joue un rôle essentiel pour assurer leur disponibilité à long terme. Cependant, les méthodes traditionnelles de conservation des aliments, telles que la réfrigération et la pasteurisation, peuvent altérer leur qualité nutritionnelle et entraîner une perte de saveur et de texture (**Detoni, 2019**).

Ces dernières années, l'homme a développé des techniques qui lui ont permis de transformer la viande pour lui assurer une grande longévité de conservation ainsi que le rehaussement et l'amélioration de sa saveur pour répondre aux goûts des consommateurs (**OMS, 2016**).

Les conservateurs alimentaires synthétiques ont été limités dans plusieurs pays en raison de leurs effets indésirables sur la santé. Les consommateurs considèrent plus sûrs et plus sains les produits élaborés à partir des ingrédients naturels et rejetant ainsi les additifs synthétiques. Par conséquent, il est nécessaire de trouver des approches alternatives et naturelles pour prolonger la durée de conservation des aliments sans compromettre leur valeur nutritive.

La protection des viandes contre l'oxydation est une opération nécessaire. Parmi les diverses solutions technologiques possibles, il convient de citer l'addition d'agents antioxydants naturels (**Cheftel, 1980**).

Parmi ces antioxydants, on trouve quelques extraits végétaux comme le Romarin, Gingembre, Armoise blanche et feuilles de citron etc..., qui sont considérés comme étant un antioxydant naturel. Ils sont des plantes largement utilisées dans les régimes alimentaires des populations méditerranéennes. Ils préservent les qualités nutritionnelles des produits

alimentaires et leur durée de conservation en retardant la dégradation oxydative des lipides grâce à sa richesse en antioxydants (**Bensebia, 2009**).

Ces extraits de plantes médicinales sont riches en composés bioactifs tels que les polyphénols, les flavonoïdes, les terpénoïdes et les alcaloïdes, qui leur confèrent des propriétés antimicrobiennes, antioxydantes et antifongiques (**Kada et al., 2018**).

C'est dans cette optique que le présent travail a été envisagé afin de contribuer à améliorer la qualité de conservation des viandes rouges et blanches par l'addition d'un antioxydant naturel ; l'*Artemisia herba alba* (Armoise blanche) et le *Rosmarinus officinalis* (Romarin).

Selon les estimations de l'Organisation Mondiale de la Santé (**OMS**), plus de 80 % de la population mondiale, surtout dans les pays en voie de développement, ont recours aux traitements traditionnels pour satisfaire leurs besoins en matière de santé et de soins primaires (**Farnsworth et al., 1998 ; Hamza, 2011**) et dans l'utilisation agroalimentaire ; assaisonnement des boissons, des colorants et des composés aromatiques, les épices et les herbes aromatiques (**Delaveau, 1987**).

De nos jours, les plantes aromatiques et médicinales ne sont plus seulement un remède pour les communautés démunies des pays en voie de développement, mais aussi une source de molécules bioactives très demandées dans les industries pharmaceutique, agroalimentaire, en cosmétique et en parfumerie (**Hamilton, 2004**).

L'Algérie avec sa diversité climatique et sa répartition géographique présente une flore de 3510 espèces (**Mouas et al., 2017**). Le genre d'*Artemisia* comprend 400 espèces, réparties sur les cinq continents, en Algérie il est représenté par dix espèces dont certaines sont rares et d'autres très répandues (**Ayad, 2008**). En Algérie, le romarin est l'une des sept espèces végétales excédant 50.000 hectares sur le territoire national (**Zoubeidi, 2004**).

Notre choix est porté sur l'*Artemisia herba alba* et le *Rosmarinus officinalis*, ces deux plantes très répandues en Algérie. Elles sont considérées comme les plus importantes flores locales du point de vue de leur diversité, large utilisation en médecine traditionnelle et ses propriétés thérapeutiques et anti-oxydantes.

C'est dans cette recherche que s'inscrit la présente étude, dont les principaux objectifs visent :

L'utilisation d'un extrait phénolique d'*Artemisia herba alba* et *Rosmarinus officinalis* comme des agents naturels conservateurs dans les produits de charcuteries, tout en évaluant les variations de composition biochimique de stabilité oxydative et les propriétés organoleptiques, avec deux modes de conservation (réfrigération et / ou congélation).

Cette thèse est articulée autour de trois parties visant à présenter le contexte de l'étude, la méthodologie utilisée, les résultats obtenus et leurs discussions. La première partie était consacrée à une synthèse bibliographique mettant l'accent sur trois principaux chapitres qui sont :

- Composition et qualité nutritionnelle des viandes rouges et blanches ;
- Stratégies de conservation des viandes et maîtrise de la stabilité oxydative ;
- Antioxydants d'origine végétale : Focus sur l'*Artemisia herba alba* et *Rosmarinus officinalis*.

Dans la deuxième partie, nous avons mis l'accent sur la description du matériel végétal utilisé ainsi que la méthodologie d'extraction et de dosage des polyphénols et les flavonoïdes de l'extrait d'*Artemisia herba alba*.

Ensuite, nous présentons l'évaluation de l'application de l'addition de l'extrait aux différentes viandes crues et transformées (viande hachée et saucisse), par la mesure de quelques paramètres physico-chimiques et une caractérisation sensorielle.

Les résultats des analyses physico-chimiques et sensorielles des produits élaborés ont été présentés et discutés dans la troisième étape de cette thèse, suivis d'une conclusion générale.

# **Revue Bibliographique**

## **Chapitre 1**

Composition et qualité nutritionnelle des  
viandes rouges et blanches

## Chapitre 1. Composition et qualité nutritionnelle des viandes rouges et blanches

### 1.1. La viande : définition, importance et qualité nutritionnelle

#### 1.1.1. Définition de la viande

Étymologiquement, le terme « viande » provient du latin populaire *vianda*, qui signifie « ce qui sert à la vie ». Technologiquement, il désigne toutes les parties comestibles en provenance des animaux mammifères (ovins, bovins, caprins, camelins ..., etc.) et de certains types d'oiseaux (poulets, dindes, pintades ..., etc.), incluant essentiellement le tissu musculaire, le tissu adipeux, les nerfs et le sang associés à ces tissus, ainsi que dans une acception plus large, les abats et les os (**Belitz et al., 2009**).

#### 1.1.2. Importance de la viande

La viande joue un rôle fondamental dans la nutrition humaine en raison de sa haute densité nutritionnelle. Elle constitue une source irremplaçable de protéines de haute qualité, fournissant les neuf acides aminés essentiels nécessaires à l'organisme pour la croissance, la réparation des tissus et le bon fonctionnement des systèmes métaboliques (**Lecerf, 2014**).

Outre les protéines, la viande est également riche en vitamines du groupe B, notamment la vitamine B<sub>12</sub>, essentielle à la production de globules rouges et au fonctionnement du système nerveux, ainsi qu'en minéraux comme le fer, le zinc et le sélénium, qui jouent des rôles cruciaux dans la prévention de l'anémie, le renforcement du système immunitaire et la protection des cellules contre le stress oxydatif (**El Kssimi, 2022**).

Cependant, la viande suscite des débats en raison des risques potentiels pour la santé liée à sa consommation excessive, comme les maladies cardiovasculaires. Néanmoins, les bénéfices nutritionnels qu'elle procure, notamment des nutriments difficiles à obtenir exclusivement à partir d'aliments d'origine végétale, en font un élément central de nombreuses régimes alimentaires équilibrés (**Wolk, 2017**).

#### 1.1.3. Qualité nutritionnelle de la viande

La qualité nutritionnelle fait référence à la capacité d'un aliment à fournir, en quantités adéquates et équilibrées, les nutriments essentiels dont le corps humain a besoin pour maintenir ses fonctions vitales, promouvoir la santé, et prévenir les carences. Elle englobe la teneur en macronutriments (protéines, glucides, lipides) (Tableau 1) et en micronutriments (vitamines, minéraux, antioxydants), ainsi que leur biodisponibilité, c'est-à-dire la facilité avec laquelle ces nutriments sont absorbés et utilisés par l'organisme (**Gillot, 2018**).

Un aliment de haute qualité nutritionnelle comme la viande, offre cet apport optimal en énergie et en nutriments.

Considérées comme une source précieuse de macro et de micronutriments, la viande se distingue par sa capacité à fournir des éléments essentiels dans des proportions équilibrées, favorisant le bon fonctionnement de l'organisme et répondant aux besoins spécifiques de différentes catégories de la population. La qualité nutritionnelle de la viande repose également sur la biodisponibilité élevée de ses nutriments, ce qui signifie que les protéines, les vitamines et les minéraux qu'elle contient sont facilement absorbés et utilisés par le corps humain. Cette biodisponibilité supérieure est particulièrement avantageuse pour des groupes ayant des besoins accrus en nutriments, tels que les enfants en croissance, les sportifs, ou encore les personnes âgées pour lesquelles une alimentation riche en protéines favorise la préservation des tissus corporels et la prévention de la dégradation musculaire. La viande joue un rôle central dans l'apport d'éléments nutritionnels indispensables à différentes étapes de la vie, contribuant ainsi à une alimentation équilibrée et à la promotion de la santé (CSS, 2019).

**Tableau 1 :** Composition biochimique moyenne de la viande (Coibion, 2008).

Composants	Pourcentage
Eau	75%
Protéines	18.5%
Lipides	03%
Substances azotées non protéiques	01.5%
Glucides	01%
Composés minéraux	01%

## 1.2. Composition nutritionnelle

### 1.2.1. Composition nutritionnelle des viandes rouges

Les viandes rouges constituent une source riche en nutriments essentiels, indispensables au bon fonctionnement de l'organisme (CSS, 2016). Elles sont notamment reconnues pour leur apport en protéines de grande valeur, en graisses variées, ainsi qu'en minéraux et vitamines essentiels à la santé. Leur composition nutritionnelle en fait des aliments denses et équilibrés, fournissant les éléments nécessaires au soutien des fonctions corporelles, tout en contribuant à divers processus biologiques tels que la synthèse musculaire, le métabolisme énergétique et le renforcement du système immunitaire. Ainsi, pour mieux comprendre cette richesse nutritionnelle, il est essentiel de s'intéresser à chaque composant clé de leur composition (Greenfield et Southgate, 2007).

**Tableau 2 :** Composition en nutriments de la viande bovine (**Bouchart et al., 2008**).

Composants	Moyenne
<b>Protéines</b>	26 à 31%
<b>Lipides</b>	2% morceau maigre à 9% morceau gras
<b>Fer</b>	2.5mg/100g pour la viande Environ 6mg/100g pour les abats
<b>Zinc</b>	3.5 et 7.0 mg pour 100g
<b>Sélénium</b>	10 à 11 µg/100g
<b>Cholestérol</b>	74.3mg/100g
<b>Vitamine B<sub>12</sub></b>	1,2 à 3,1µg

### 1.2.1.1. Protéines

Les protéines constituent l'un des principaux atouts nutritionnels des viandes rouges. Ces protéines contiennent tous les acides aminés essentiels que l'organisme ne peut synthétiser et qui doivent être intégrés par le biais de l'alimentation (**Leroy et al., 2023**). Ces acides aminés sont indispensables pour plusieurs fonctions vitales, notamment, la construction et la réparation des tissus, la production d'enzymes et d'hormones, ainsi que le bon fonctionnement du système immunitaire (**Bourre, 2011**).

### 1.2.1.2. Lipides (graisses saturées et insaturées)

Les lipides présents dans les viandes rouges, constituent un élément essentiel de leur profil nutritionnel. Ils se divisent en deux catégories principales : les graisses saturées et insaturées, ayant chacune des effets distincts sur la santé (**Sadaka, 2011**).

Les graisses saturées, souvent présentes en plus grande quantité, peuvent soulever des préoccupations lorsqu'elles sont consommées en excès, car elles peuvent contribuer à l'augmentation du cholestérol LDL et, par conséquent, au risque de maladies cardiovasculaires. En revanche, les graisses insaturées apportent des bénéfices indéniables, en réduisant le mauvais cholestérol, en soutenant les fonctions cérébrales et en favorisant la santé cardiaque. Les viandes rouges renferment également des acides gras essentiels, tels que les oméga-3 et les oméga-6, qui jouent un rôle crucial dans la gestion de l'inflammation et le maintien d'un système nerveux sain (**Bot, 2022**).

### 1.2.1.3. Minéraux et vitamines

Les viandes rouges sont une source riche en minéraux et en vitamines essentielles pour le bon fonctionnement de l'organisme. Parmi les minéraux, le fer héminique mérite une attention particulière, car il est non seulement facilement assimilable par le corps, mais joue

également un rôle crucial dans la formation des globules rouges et le transport de l'oxygène vers les tissus. Le zinc, un autre minéral clé que l'on trouve dans la viande, est aussi essentiel au bon fonctionnement du système immunitaire, à la cicatrisation des plaies et au métabolisme cellulaire (**Bauchart et al., 2008**).

Sur le plan vitaminique, la viande rouge fournit principalement de la vitamine B<sub>12</sub>, indispensable à la formation des globules rouges et le maintien de la santé neurologique. D'autres vitamines du complexe B, telles que les vitamines B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub> et B<sub>6</sub>, contribuent à la production d'énergie et au métabolisme en général. En revanche, il est important de noter que les viandes rouges ne fournissent pas certaines vitamines essentielles, comme la vitamine C, A et D. Toutefois, les abats, et en particulier le foie, sont particulièrement riches en apports vitaminiques, notamment en vitamine A et en acide folique (B<sub>9</sub>), ce qui en fait des aliments d'une valeur nutritionnelle encore plus élevée. Ainsi, l'intégration de viandes rouges et d'abats dans l'alimentation peut significativement enrichir l'apport en minéraux et en vitamines nécessaires pour soutenir la santé globale (**Bourre, 2011**).

#### **1.2.1.4. Composés bioactifs**

En plus de leur apport nutritionnel classique, les viandes rouges renferment également plusieurs composés bioactifs qui offrent divers effets bénéfiques pour la santé. Parmi ces composés, on retrouve notamment les peptides bioactifs, dérivés des protéines, connus pour leurs effets antihypertenseurs, antioxydants et immuno-modulateurs (**Feillet, 2022**).

La créatine, présente en quantité notable dans les viandes rouges, est un autre composé important. Elle joue un rôle clé dans la production d'énergie dans les muscles, contribuant ainsi à l'amélioration des performances physiques et à la récupération musculaire (**Prache, 2021**).

Le coenzyme Q10, également présent dans ces viandes, joue un rôle essentiel dans la production d'énergie cellulaire. Il agit en tant qu'antioxydant, protégeant les cellules contre les dommages causés par le stress oxydatif (**Riché, 2017**).

Enfin, la carnosine, un dipeptide aux propriétés antioxydantes et anti-glycation, contribue à la protection des tissus contre les dommages liés au vieillissement et au stress métabolique (**Harper et al., 2002**).

#### **1.2.2. Composition nutritionnelle des viandes blanches**

Les viandes blanches, issues principalement de la volaille (poulet, dinde) et de certains poissons, se distinguent par un profil nutritionnel légèrement différent de celui des viandes rouges (tableau 3). Elles sont particulièrement appréciées pour leur équilibre nutritionnel et

leur faible teneur en matières grasses, ce qui les rend adaptées à des régimes alimentaires sains et variés (Boukhalifa, 2006).

Pour mieux appréhender ces atouts, il est aussi important d'examiner les différents composants nutritionnels des viandes blanches, tels que les protéines, les lipides, les minéraux et les vitamines, qui jouent chacun un rôle crucial dans l'alimentation humaine.

**Tableau 3 :** Composition biochimique de la viande de poulet de chair (Brunel et al., 2006).

Composants	Filet			Cuisse		
	Min	Moyenne	Max	Min	Moyenne	Max
Eau (g)	71,5	74,6	78,4	70,8	74,2	77,4
Lipides (g)	1,25	1,33	1,44	2,75	3,9	4,5
Protéines (g)	18,6	22,3	26,2	8,8	18,4	21,3
Cholestérol (mg)	50			91		
Énergie (Kj)	525			525		

### 1.2.2.1. Protéines

Tout comme les viandes rouges, les viandes blanches sont reconnues comme une excellente source de protéines de haute qualité. Elles contiennent l'ensemble des acides aminés essentiels, ce qui en fait une source complète de protéines. Cependant, et en comparaison avec les viandes rouges, elles contiennent souvent une quantité de protéines légèrement inférieure.

En moyenne, les viandes blanches fournissent environ 20 à 25 g de protéines pour 100 g de viande, ce qui répond parfaitement aux besoins en protéines des consommateurs, notamment ceux qui ont des besoins accrus comme les sportifs, les enfants en croissance, ou encore les personnes âgées (Dupin, 2005).

Les protéines des viandes blanches sont également facilement digestibles, ce qui les rend accessibles pour diverses populations, notamment celles ayant des difficultés à digérer les protéines animales provenant de viandes rouges (Menard, 2017).

### 1.2.2.2. Lipides (graisses saturées et insaturées)

Les viandes blanches contiennent une faible quantité de lipides (surtout lorsqu'elles sont consommées sans la peau) ce qui les rend particulièrement adaptées aux régimes pauvres en graisses. Les lipides qu'elles renferment sont principalement des acides gras insaturés, connu pour leurs effets bénéfiques sur la santé, notamment les oméga-6, qui jouent un rôle clé dans la modulation de diverses fonctions physiologiques, telles que la réduction des processus inflammatoires et l'amélioration du profil lipidique sanguin, en abaissant notamment les taux

de cholestérol LDL (**Schlienger, 2014**). Comparées aux viandes rouges, les viandes blanches apportent une plus faible quantité de graisses saturées, ce qui les rend favorables à une alimentation équilibrée et à la prévention des maladies cardiovasculaires.

### **1.2.2.3. Minéraux et vitamines**

Les viandes blanches fournissent des minéraux essentiels, comme le fer non-héminique, nécessaire à la formation des globules rouges et à la prévention de l'anémie. Elles sont également riches en zinc, un minéral clé pour la santé immunitaire, la réparation tissulaire et le bon fonctionnement enzymatique (**Kim et al., 2015**). En ce qui concerne les vitamines, elles sont une excellente source de vitamines du groupe B, notamment la vitamine B<sub>6</sub> et la niacine (B<sub>3</sub>), qui jouent un rôle dans le métabolisme énergétique et la fonction nerveuse. Bien que la teneur en vitamine B<sub>12</sub> soit moins élevée que dans les viandes rouges, elle reste un apport non négligeable, essentiel pour la santé neurologique et la formation sanguine (**Mason, 2021**).

### **1.2.2.4. Composés bioactifs**

Bien que les viandes blanches soient moins concentrées en composés bioactifs que les viandes rouges, elles fournissent tout de même des substances bénéfiques qui participent à la promotion de la santé. Parmi celles-ci, la carnosine joue un rôle important dans la protection des cellules contre les dommages oxydatifs, contribuant ainsi à la régulation du pH musculaire et à la prévention de la fatigue pendant l'effort physique (**Harper et al., 2002**). La créatine, présente aussi en quantité modérée, soutient la production d'énergie dans les muscles en favorisant la régénération de l'ATP, la principale source d'énergie cellulaire, ce qui est particulièrement utile pour les activités physiques de courte durée et à haute intensité.

Enfin, la taurine, un autre composé bioactif apporté par ce type de viande et connu pour ses effets sur la santé cardiovasculaire et neurologique, intervient également dans la régulation de l'équilibre électrolytique, le développement du système nerveux et la protection contre le stress oxydatif (**Husson, 2007**).

## **1.3. Comparaison entre viandes rouges et blanches**

### **1.3.1. Similarités et différences nutritionnelles**

Les viandes rouges et blanches partagent certaines similitudes nutritionnelles, notamment leur rôle comme sources majeures de protéines de qualité. Elles fournissent des vitamines et des minéraux clés, comme le fer et le zinc, bien que la teneur puisse varier d'une viande à l'autre. Toutefois, des différences significatives existent entre elles (tableau 4), principalement en ce qui concerne leur teneur en graisses et leur profil lipidique. Les viandes

rouges, comme le bœuf et l'agneau, ont généralement une teneur plus élevée en graisses saturées, ce qui peut avoir un impact sur le cholestérol sanguin et augmenter le risque de maladies cardiovasculaires lorsqu'elles sont consommées en excès. À l'inverse, les viandes blanches, telles que le poulet et la dinde, sont souvent plus maigres, avec une plus faible teneur en graisses saturées, ce qui en fait une option privilégiée pour ceux qui cherchent à réduire leur consommation de graisses tout en maintenant un apport élevé en protéines (Prache, 2021).

En termes de micronutriments, les viandes rouges sont particulièrement riches en fer hémérique, une forme de fer plus facilement absorbée par l'organisme par rapport au fer non hémérique présent dans les végétaux. Les viandes blanches, sont plus faibles en ce dernier, mais elles restent une source précieuse de vitamines du groupe B, notamment la vitamine B<sub>6</sub>, qui joue un rôle crucial dans le métabolisme énergétique (Menard, 2016).

Ainsi, bien que les deux types de viandes fournissent des nutriments importants, les viandes rouges et blanches diffèrent par leur composition en graisses et en certains micronutriments, ce qui peut orienter les choix alimentaires en fonction des besoins nutritionnels et des objectifs de santé de chacun.

**Tableau 4.** Comparaison de la composition biochimique entre viandes rouges et blanches.

Types de viande	Animal	Humidité	Protéines	Lipides	Minéraux	Références
<b>Viandes Blanches</b>	Poulet	71-75	18-24	0,9-3,5	0,8- 1,2	CIDEF (2003)
	Dinde	72 – 75	24 - 25	0,5-0,1	0,8-1,4	
	Canard	73-75	20-22	1,5- 5,5	1,3-1,5	
	Pintade	69	23,3	6,4	1,3	
<b>Viandes Rouges</b>	Chameau	75- 78	17- 18,7	2,6	1-1,8	Kamoun (1993)
	Chèvre	64,2	22,8	4,4	1-2,3	Weeb et al., (2005).
	Boeuf	73,1	74,8	72,9	1	Williams et al., (2002).
	Veau	23,2	24,8	21,9	1	
	Agneau	2,8	1,5	4,7	1	

### 1.3.2. Impact sur la santé (avantages et inconvénients)

La consommation de viande rouge en grande quantité a été associée à des risques accrus de maladies cardiovasculaires, de diabète de type 2, et de certains cancers, notamment en raison de la teneur élevée en graisses saturées et en composés pro-inflammatoires. En revanche, une consommation modérée de viandes blanches est souvent considérée comme plus saine, contribuant à la protection contre certaines maladies chroniques (Prache, 2021).

#### 1.4. Facteurs influençant la qualité nutritionnelle de la viande

La qualité nutritionnelle des viandes est déterminée par plusieurs facteurs, notamment les caractéristiques des animaux, telles que l'âge, le poids, le sexe et la race, leur régime alimentaire, les pratiques d'élevage et les méthodes d'abattages. La maîtrise et l'optimisation de ces éléments sont cruciales pour garantir une viande de haute qualité, répondant non seulement aux exigences nutritionnelles mais également aux critères organoleptiques, tels que la saveur et la texture, recherchés par les consommateurs (**Lebret, 2015**).

Afin de mieux comprendre l'impact de ces facteurs sur la qualité de la viande, il est pertinent de les examiner individuellement.

##### 1.4.1. Espèce animale et race

L'espèce animale et la race sont des facteurs déterminants qui influencent de manière significative la qualité nutritionnelle et organoleptique de la viande. Chaque espèce possède des caractéristiques spécifiques en termes de composition en protéines, graisses, et micronutriments. Par exemple, les bovins, ovins, et caprins produisent des viandes rouges, généralement plus riches en fer et en graisses saturées, tandis que les volailles, telles que le poulet et la dinde, fournissent des viandes blanches, réputées pour leur faible teneur en graisses et leur profil lipidique plus favorable à la santé cardiovasculaire (**Listrat et al., 2015**).

La race au sein d'une même espèce peut également jouer un rôle important. Chez les bovins, par exemple, certaines races comme le Charolais ou l'Angus sont connues pour produire des viandes plus tendres et marbrées, c'est-à-dire avec une infiltration de graisses intramusculaires qui améliorent la saveur et la texture. À l'inverse, d'autres races peuvent fournir des viandes plus maigres mais tout aussi nutritives. Cette variabilité de composition en acides gras, en fer, ou encore en vitamines dépend donc largement de la génétique propre à chaque race (**Dufey, 2002**).

De plus, certaines races sont mieux adaptées à des systèmes d'élevage extensifs, favorisant une alimentation à base d'herbe qui enrichit la viande en acides gras oméga-3 et en antioxydants naturels. D'autres races, souvent sélectionnées pour leur rendement en viande, sont élevées dans des systèmes intensifs, avec un régime alimentaire concentré qui peut influencer le contenu nutritionnel, notamment en augmentant la teneur en graisses saturées. Ainsi, le choix de l'espèce animale et de la race constitue un levier essentiel pour moduler les caractéristiques nutritionnelles de la viande et répondre à des exigences spécifiques du marché ou des consommateurs (**Lebret, 2015**).

### 1.4.2. Alimentation et gestion de l'élevage

L'alimentation des animaux constitue un facteur déterminant dans la composition nutritionnelle et la qualité organoleptique des viandes. Les animaux nourris à l'herbe ont tendance à produire des viandes plus bénéfiques sur le plan nutritionnel, car leur régime est souvent plus riche en acides gras et en antioxydants, reconnus pour leurs effets positifs sur la santé cardiovasculaire et leurs propriétés anti-inflammatoires (**Prache et al., 2023**).

À l'inverse, les animaux nourris avec des aliments concentrés, peuvent avoir une viande plus riche en graisses saturées, ce qui peut nuire à la qualité nutritionnelle globale.

Une surconsommation de graisses saturées est souvent associée à divers problèmes de santé, tels que l'hypercholestérolémie et les maladies cardiovasculaires (**De Oliveira Otto et al., 2013**). En outre, l'alimentation influencera également la couleur, la texture et le goût de la viande, affectant ainsi l'expérience culinaire des consommateurs.

Les conditions d'élevage sont également déterminantes pour la qualité de la viande. Les pratiques de pâturage, où les animaux ont accès à des espaces extérieurs, permettent non seulement une alimentation plus naturelle, mais favorisent également un bien-être animal supérieur. Des études montrent que le stress associé à des conditions d'élevage intensives peut influencer négativement la qualité de la viande, rendant les animaux plus susceptibles de présenter des problèmes de santé qui affectent leur développement musculaire et, par conséquent, la qualité finale de la viande (**Terlouw et al., 2015**).

La gestion de l'élevage, notamment l'utilisation appropriée de litières, la densité de population, et les soins vétérinaires, influence également la santé des animaux et leur développement. Des pratiques telles que le contrôle des maladies, le respect des normes d'hygiène, et la gestion du stress peuvent améliorer non seulement la qualité nutritionnelle de la viande, mais également sa sécurité. En somme, une approche holistique combinant une alimentation appropriée et de bonnes pratiques d'élevage est essentielle pour optimiser la qualité de la viande et assurer un produit de haute valeur nutritionnelle pour les consommateurs (**Fortun-Lamothe et al., 2023**).

### 1.4.3. Méthodes d'abattage et de transformation

Les méthodes d'abattage et de transformation jouent un rôle crucial dans la qualité nutritionnelle de la viande. Un stress excessif subi par les animaux avant l'abattage peut avoir des conséquences néfastes sur la viande, en altérant notamment sa tendreté et en modifiant sa composition chimique (**Terlouw et al., 2015**). Ce stress peut entraîner une accumulation de lactate dans les muscles, ce qui peut donner lieu à une viande moins juteuse et plus ferme,

impactant ainsi l'expérience gustative des consommateurs. De plus, certaines techniques de transformation, comme la salaison et le fumage, peuvent introduire des composés indésirables. La salaison peut entraîner une augmentation de la teneur en sodium, ce qui peut avoir des implications pour la santé, notamment en matière de tension artérielle. Le fumage, quant à lui, peut introduire des hydrocarbures aromatiques polycycliques, qui sont des substances potentiellement cancérogènes (**Lacoste et al., 2003**).

En outre, les méthodes de transformation peuvent également modifier le profil lipidique de la viande. Certaines techniques, telles que la friture ou le barbecue, peuvent ajouter des graisses supplémentaires, ce qui peut augmenter la teneur en graisses saturées de la viande. Cela soulève des préoccupations en matière de santé, en particulier pour les personnes cherchant à réduire leur consommation de graisses saturées pour prévenir des maladies cardiovasculaires.

Ainsi, une attention particulière à ces aspects peut contribuer à améliorer la sécurité et la valeur nutritionnelle de la viande, tout en garantissant une expérience culinaire satisfaisante pour les consommateurs (**FAO, 2006**).

## **Chapitre 2**

Stratégies de conservation des viandes et  
maîtrise de la stabilité oxydative

## 2. Stratégies de conservation des viandes et maîtrise de la stabilité oxydative

### 2.1. Importance de la conservation

La viande est un aliment périssable qui, sans une conservation adéquate, est rapidement sujette à des risques de contamination microbienne, d'oxydation lipidique et de dégradation des protéines. Des phénomènes qui peuvent entraîner des pertes économiques importantes, un gaspillage alimentaire massif, et surtout des risques pour la santé publique (**Djenane et al., 2006**).

Dans ce contexte, la conservation des viandes joue un rôle essentiel dans l'industrie agroalimentaire, où elle vise à prolonger la durée de vie de ces produits tout en préservant leurs qualités nutritionnelles, sensorielles et sanitaires. Elle contribue non seulement de garantir la sécurité alimentaire en limitant la prolifération des microorganismes pathogènes tels que *Salmonella* et *Escherichia coli*, mais aussi à maintenir la fraîcheur et la qualité des nutriments essentiels, notamment les protéines, les acides gras, les vitamines et les minéraux. Elle est aussi cruciale dans le maintien des propriétés organoleptiques, telles que la texture, la saveur et la couleur, qui influencent fortement l'acceptabilité du produit par le consommateur (**Gagaoua et Picard, 2020**).

### 2.2. Objectifs de la conservation

#### 2.2.1. Durée de vie

L'un des principaux objectifs de la conservation est de prolonger la durée de vie des viandes en retardant leur détérioration microbiologique et chimique. Ce prolongement permet de réduire les pertes économiques et de répondre aux besoins d'une distribution à grande échelle, notamment pour les exportations. Il s'agit également de maintenir une fraîcheur acceptable pendant toute la durée de conservation (**Rojas et al., 2022**).

#### 2.2.2. Sécurité

D'un point de vue sécuritaire, la conservation vise à prévenir la contamination et à garantir que les produits carnés sont sûrs pour la consommation humaine. En effet, l'absence de mesures adéquates de conservation peut entraîner une prolifération de micro-organismes pathogènes associés à la viande, responsables d'intoxications alimentaires et de maladies transmissibles. Différentes méthodes, comme la réfrigération ou les traitements thermiques, contribuent à réduire les risques microbiologiques et à garantir que les viandes restent saines à la consommation (**Djenane et al., 2009**).

### 2.2.3. Qualité

La conservation des viandes ne se contente pas seulement de prolonger leur durée de vie et d'assurer la sécurité des produits ; elle joue également un rôle crucial dans le maintien de la qualité organoleptique, notamment en ce qui concerne la couleur, le goût et la texture. Cela englobe la préservation des caractéristiques sensorielles, la prévention de l'oxydation lipidique, qui est à l'origine du rancissement, ainsi que la réduction des pertes en nutriments essentiels (Salifou *et al.*, 2013).

## 2.3. Techniques de conservation des viandes

### 2.3.1. Méthodes traditionnelles de conservation

#### 2.3.1.1. Réfrigération et congélation

La réfrigération et la congélation sont parmi les méthodes de conservation les plus couramment utilisées pour maintenir la qualité des viandes sur des périodes plus ou moins longues. Ces deux techniques reposent sur l'abaissement de la température, ce qui permet de ralentir considérablement les réactions biochimiques et la croissance microbienne, principales causes de la détérioration des produits carnés (Rahman *et al.*, 2023).

La réfrigération consiste à maintenir la viande à une température basse, généralement entre 0 et 4°C, ce qui retarde les processus de dégradation tout en préservant la fraîcheur, la texture et la valeur nutritionnelle du produit. À cette température, la multiplication des micro-organismes responsables de la détérioration, comme les bactéries psychrophiles, est fortement ralentie, bien que certains puissent encore se développer, notamment au-delà de quelques jours. C'est pourquoi la réfrigération est plus adaptée à une conservation de courte durée, allant de quelques jours à une semaine, selon les conditions de stockage. Ce procédé est couramment utilisé dans les chaînes de distribution pour assurer la disponibilité de viandes fraîches prêtes à être consommées ou transformées rapidement (Kondjoyan *et al.*, 2024).

Un autre avantage de la réfrigération est qu'elle préserve les caractéristiques organoleptiques de la viande, telles que sa jutosité et sa tendreté. Toutefois, malgré son efficacité pour ralentir les processus d'altération, la réfrigération n'empêche pas complètement certaines réactions, telles que l'oxydation lipidique, qui peut entraîner des changements de couleur (brunissement de la viande) et une détérioration du goût. Pour optimiser la conservation par réfrigération, il est souvent recommandé de combiner cette méthode avec d'autres techniques, comme l'emballage sous vide ou sous atmosphère modifiée, afin de minimiser l'exposition de la viande à l'oxygène et à l'humidité (Djenane *et al.*, 2006).

La congélation, quant à elle, permet une conservation à plus long terme en abaissant la température de la viande en dessous de  $-18^{\circ}\text{C}$ . À cette température, l'eau contenue dans les cellules musculaires se transforme en glace, immobilisant ainsi l'eau libre et rendant l'environnement moins favorable à la croissance microbienne et aux réactions enzymatiques. Contrairement à la réfrigération, la congélation arrête presque complètement l'activité des micro-organismes, mais ne les détruit pas, ce qui signifie que les bactéries inactives peuvent recommencer à se multiplier lorsque la viande est décongelée (**Dang et al., 2021**).

La congélation est particulièrement efficace pour préserver les qualités nutritionnelles et organoleptiques de la viande sur de longues périodes, pouvant aller jusqu'à plusieurs mois, voire un an, selon les conditions de stockage et la nature du produit. Cependant, un processus de congélation mal maîtrisé peut entraîner la formation de cristaux de glace de grande taille, qui endommagent les fibres musculaires, entraînant une perte de jutosité et une altération de la texture après décongélation. C'est pourquoi des technologies comme la surgélation rapide, qui consiste à congeler la viande en très peu de temps afin de minimiser la taille des cristaux de glace, sont de plus en plus privilégiées dans l'industrie pour conserver l'intégrité des tissus.

Malgré ses avantages en matière de durée de conservation, la congélation présente également certains inconvénients, notamment la possibilité d'oxydation des lipides, qui peut provoquer le rancissement des graisses et altérer le goût et l'odeur des viandes, surtout en cas de longues périodes de stockage. Pour éviter ces problèmes, il est recommandé d'utiliser des emballages hermétiques ou sous vide, qui limitent l'exposition à l'oxygène et préservent mieux la qualité des viandes congelées (**Lu et al., 2002**).

### **2.3.1.2. Salage et fumage**

Le salage et le fumage sont des méthodes de conservation ancestrales, utilisées depuis des siècles pour prolonger la durée de vie des viandes. Bien que largement remplacées ou complétées aujourd'hui par des techniques plus modernes, ces procédés restent prisés pour leurs effets bénéfiques sur la conservation, mais aussi pour les qualités organoleptiques qu'ils apportent aux produits carnés, notamment en termes de goût et d'arôme (**Poligne, 2001**).

Le salage, repose sur l'utilisation du sel (chlorure de sodium) pour créer un environnement défavorable à la croissance microbienne et ralentir l'activité enzymatique, deux des principaux facteurs de détérioration. Le sel, par son action osmotique, extrait l'eau des tissus musculaires et des cellules microbiennes, réduisant ainsi l'activité de l'eau disponible ( $a_w$ ). Une faible activité empêche la prolifération des microorganismes pathogènes, tout en limitant le développement des bactéries responsables de la putréfaction. De plus, le sel favorise la

dénaturation des protéines de la viande, ce qui participe à sa conservation et à l'amélioration de sa texture (**Dias et al., 2021**).

Il existe plusieurs techniques de salage, allant du salage à sec, où la viande est frottée directement avec du sel, à la saumure, qui consiste à immerger la viande dans une solution saline. La durée du processus de salage varie selon la taille et la nature de la viande, ainsi que selon la concentration en sel.

Bien que le salage soit une méthode très efficace pour prolonger la durée de vie des viandes, son principal inconvénient est l'augmentation de la teneur en sodium du produit fini, ce qui peut poser des problèmes de santé pour les consommateurs qui doivent surveiller leur consommation de sel. C'est pourquoi, dans certaines pratiques modernes, le salage est souvent utilisé en combinaison avec d'autres méthodes de conservation pour réduire les niveaux de sel tout en garantissant une conservation adéquate.

En plus de ses effets conservateurs, le salage joue un rôle important dans l'amélioration des propriétés organoleptiques des viandes. Il confère aux produits une saveur caractéristique et une texture plus ferme, recherchée dans certains produits traditionnels comme les charcuteries, le jambon, le bacon, et le saucisson. Le sel, en favorisant la déshydratation partielle, contribue également à la concentration des saveurs, rendant les produits plus savoureux (**Vidal et al., 2023**).

Le fumage, souvent utilisé en complément du salage, est une autre méthode de conservation des viandes qui repose sur l'exposition à la fumée de bois brûlé. Ce procédé combine l'action de la chaleur modérée et de la fumée pour prolonger la durée de vie des produits carnés, tout en leur apportant des arômes distinctifs et un goût fumé apprécié. La fumée contient plusieurs composés chimiques, dont des phénols, des acides organiques, des aldéhydes et des alcools, qui exercent une action antimicrobienne et antioxydante. Ces composés se déposent à la surface de la viande pendant le fumage, formant une sorte de couche protectrice qui inhibe le développement des bactéries et réduit l'oxydation des lipides, ce qui ralentit le rancissement.

Il existe deux principales méthodes de fumage : le fumage à froid et le fumage à chaud. Le fumage à froid s'effectue à une température inférieure à 30°C et vise principalement à aromatiser et à sécher la viande sans la cuire, tandis que le fumage à chaud se fait à des températures plus élevées (entre 50 et 85°C), ce qui permet de cuire la viande tout en la conservant. Le fumage à froid est souvent utilisé pour des produits tels que le jambon cru, le saumon fumé ou certaines saucisses, tandis que le fumage à chaud est plus adapté à des viandes comme les saucisses cuites, le bacon ou les filets de volaille (**Lesimple, 1995**).

En plus de l'action antimicrobienne, les composés de la fumée ont un effet antioxydant significatif, en particulier les phénols, qui inhibent l'oxydation lipidique et protègent ainsi la viande contre la détérioration. Cette inhibition de l'oxydation contribue à la préservation des qualités sensorielles des viandes fumées, en maintenant notamment leur couleur et leur goût. Cependant, le processus de fumage doit être bien contrôlé, car une fumée excessive ou mal conduite peut conduire à la formation de composés potentiellement toxiques, comme les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), qui sont connus pour leurs effets cancérigènes. Les techniques modernes de fumage, telles que l'utilisation de filtres ou de générateurs de fumée liquides, permettent de réduire ces risques tout en conservant les bienfaits du fumage traditionnel (**Poligne, 2001**).

### **2.3.1.3. Séchage et déshydratation**

Le séchage et la déshydratation sont des techniques de conservation éprouvées qui reposent sur la réduction de la teneur en eau des aliments. Ce procédé est essentiel pour prolonger la durée de conservation des viandes en créant un environnement inhabitable pour les microorganismes et en ralentissant les réactions enzymatiques responsables de la dégradation des nutriments. Bien qu'elles aient évolué avec les progrès technologiques, ces techniques de conservation continuent d'être largement utilisées pour leur efficacité, leur simplicité et leur capacité à préserver la viande sans l'usage de réfrigération (**Bonazzi et Bimbenet, 2003**).

Le séchage est une méthode naturelle de conservation qui consiste à exposer la viande à l'air afin d'éliminer une grande partie de son eau par évaporation. En réduisant l'activité de l'eau ( $a_w$ ), le séchage empêche la prolifération des bactéries, levures et moisissures, tout en ralentissant les processus de décomposition enzymatique. Cette méthode de conservation est couramment utilisée dans des régions où les conditions climatiques favorisent le séchage à l'air libre.

Le séchage peut se faire de manière traditionnelle, par exposition au soleil ou à l'air, ou de manière plus contrôlée dans des chambres de séchage spéciales où la température, l'humidité et la circulation de l'air sont soigneusement régulées. Les viandes séchées, telles que la viande de bœuf séchée (jerky) ou le biltong, sont des exemples courants de produits issus de cette méthode de conservation (**Tom, 2015**).

Le séchage naturel permet de conserver les qualités nutritives de la viande tout en la transformant en un produit au goût concentré et à la texture ferme. Toutefois, cette technique exige un certain savoir-faire pour garantir que l'humidité résiduelle soit suffisamment faible

pour prévenir la croissance microbienne, tout en évitant la sur-sécheresse qui pourrait altérer la texture du produit fini. Il est aussi important de protéger la viande contre la contamination par des insectes ou des agents pathogènes pendant le processus de séchage naturel (**Tidjani et al., 2007**).

La déshydratation, méthode plus moderne et souvent plus rapide, repose sur l'élimination de l'eau des tissus carnés à l'aide de sources de chaleur contrôlées, telles que des fours ou des déshydrateurs. À la différence du séchage traditionnel, la déshydratation permet un contrôle précis des paramètres, tels que la température et le flux d'air, pour obtenir une élimination homogène de l'humidité dans la viande, garantissant ainsi une meilleure sécurité alimentaire. Elle est souvent utilisée dans l'industrie alimentaire pour produire des viandes de longue conservation, comme le saucisson sec, les lanières de bœuf, ou encore les viandes destinées à des rations de survie ou des produits lyophilisés. Le processus implique l'application de chaleur à basse température (généralement entre 50 et 70°C) sur une longue période, ce qui permet de sécher la viande sans cuire les protéines, tout en minimisant la perte des nutriments et en préservant les propriétés organoleptiques (**Bchir et al., 2011**).

L'un des principaux avantages de la déshydratation moderne est la capacité à produire des viandes avec une teneur en humidité très faible, augmentant ainsi considérablement leur durée de conservation. De plus, cette méthode permet de maintenir les qualités nutritionnelles des viandes, notamment leur teneur en protéines, tout en les rendant légères et faciles à transporter. C'est pourquoi la déshydratation est largement utilisée dans la production de produits carnés pour les sportifs, les randonneurs ou les situations d'urgence.

Le principal avantage des techniques de séchage et de déshydratation est qu'elles permettent une conservation prolongée des viandes sans avoir recours à la réfrigération ou à l'ajout de conservateurs chimiques. En abaissant l'activité de l'eau, ces méthodes limitent non seulement la prolifération microbienne, mais elles ralentissent aussi l'oxydation des lipides et des protéines, qui sont responsables de la dégradation du goût et des qualités nutritionnelles.

Cependant, ces méthodes ne sont pas sans inconvénients. Le séchage naturel, en particulier, est plus vulnérable aux variations climatiques et peut être affecté par les conditions environnementales, comme l'humidité élevée ou la présence d'insectes. De plus, un séchage inadéquat peut favoriser la croissance de moisissures ou entraîner des pertes de nutriments. La déshydratation industrielle, bien qu'elle permette un contrôle accru, nécessite des équipements spécifiques et peut entraîner des coûts de production plus élevés (**Deumier, 2000**).

### 2.3.2. Méthodes modernes de conservation

#### 2.3.2.1. Utilisation des antioxydants naturels et synthétiques

L'utilisation des antioxydants, qu'ils soient d'origine naturelle ou synthétique, représente une stratégie clé dans la conservation des viandes, particulièrement pour maîtriser l'oxydation des lipides et des protéines.

En intégrant des antioxydants, il est possible de ralentir les processus d'altération, préservant ainsi la fraîcheur, la couleur, le goût et la valeur nutritionnelle des viandes. Les antioxydants jouent donc un rôle essentiel dans le maintien de la stabilité oxydative des produits carnés (Bellucci et al., 2022).

##### a. Antioxydants naturels

Les antioxydants naturels proviennent principalement des plantes et comprennent des composés tels que les polyphénols, les flavonoïdes, les tocophérols (vitamine E), et les acides phénoliques. Ces substances sont reconnues pour leur capacité à neutraliser les radicaux libres, limitant ainsi les réactions en chaîne qui entraînent l'oxydation lipidique et protéique dans la viande (Kumar et al., 2015 ; Tomovic et al., 2017).

- **Extraits de plantes** : Des extraits de plantes comme ceux du Romarin (*Rosmarinus officinalis*) et du Thym (*Thymus vulgaris*) sont particulièrement riches en polyphénols, flavonoïdes et terpénoïdes, qui inhibent l'oxydation. Le romarin, par exemple, est utilisé à la fois dans sa forme brute et sous forme d'extrait concentré pour prolonger la durée de conservation des produits carnés. Ces composés piègent les radicaux libres et chélatent les métaux, empêchant ainsi l'initiation des réactions oxydatives (Perlo et al., 2020).
- **Vitamines** : La vitamine E (tocophérol) et la vitamine C (acide ascorbique) sont deux des antioxydants naturels les plus efficaces utilisés dans la conservation des viandes. La vitamine E, présente dans les graisses animales et végétales, agit comme un antioxydant liposoluble, protégeant les lipides des membranes cellulaires de l'oxydation. L'acide ascorbique, quant à lui, est un antioxydant hydrosoluble qui agit en synergie avec la vitamine E pour régénérer ses capacités antioxydantes après l'inhibition des radicaux libres (Selim et al., 2008).
- **Épices et condiments** : En plus des extraits de plantes spécifiques, certaines épices, comme le poivre noir, le clou de girofle, ou la cannelle, contiennent des antioxydants naturels. Leur incorporation dans les produits carnés peut à la fois améliorer la stabilité oxydative et rehausser les saveurs des viandes (Vencato et al., 2020).

Les avantages des antioxydants naturels résident dans leur innocuité, leur large acceptation par les consommateurs, ainsi que leur activité biologique bénéfique au-delà de leurs propriétés conservatrices, tels que leurs effets anti-inflammatoires et antimicrobiens. Cependant, ils peuvent parfois avoir des limitations, comme des variations dans leur efficacité en fonction des conditions de stockage ou de traitement, ainsi que des effets organoleptiques indésirables si utilisés à forte concentration (**Djenane et al., 2006**).

### **b. Antioxydants synthétiques**

Les antioxydants synthétiques, sont largement utilisés dans l'industrie alimentaire en raison de leur efficacité, de leur coût abordable et de leur facilité d'incorporation dans les produits carnés. Parmi les plus couramment utilisés, on retrouve les BHA (Butylhydroxyanisole), BHT (Butylhydroxytoluène), et le TBHQ (tert-butylhydroquinone), qui sont des agents antioxydants très efficaces pour inhiber l'oxydation des lipides dans les produits riches en graisses (**Bullucci et al., 2022**).

- **BHA et BHT** : Ces antioxydants sont largement utilisés pour prévenir l'oxydation lipidique dans les produits alimentaires, notamment les viandes transformées comme les saucisses et les pâtés. Ils agissent en piégeant les radicaux libres et en interrompant les réactions en chaîne qui conduisent à la rancidité des graisses. Leur efficacité est particulièrement élevée dans les systèmes riches en graisses et à haute température, comme les aliments frits ou cuits (**Ramalho et Jorge, 2006**).
- **TBHQ** : Le TBHQ est un antioxydant synthétique très stable, efficace à des doses très faibles, et utilisé dans les produits carnés qui nécessitent une conservation à long terme. Il est particulièrement adapté aux viandes congelées ou aux plats préparés destinés à des périodes de stockage prolongées.

Bien que ces antioxydants synthétiques soient efficaces et largement utilisés, ils ont suscité des préoccupations quant à leur sécurité à long terme. Certaines études ont mis en évidence des effets secondaires potentiels de l'utilisation excessive de BHA et BHT, notamment des effets carcinogènes à forte dose chez les animaux de laboratoire. Bien que ces résultats ne soient pas toujours confirmés chez l'humain, cela a conduit à une demande croissante pour des alternatives naturelles de la part des consommateurs et de l'industrie alimentaire.

Dans certaines formulations de conservation des viandes, une approche synergique est adoptée, combinant des antioxydants naturels et synthétiques pour maximiser l'efficacité et minimiser les concentrations nécessaires de chaque type d'antioxydant (**Sohaib et al., 2017**).

### 2.3.2.2. Emballage sous atmosphère modifiée

L'emballage sous atmosphère modifiée (Modified Atmosphere Packaging - MAP) est une technique innovante de conservation des aliments, largement utilisée dans l'industrie de la viande pour prolonger la durée de vie des produits tout en maintenant leur qualité.

Ce procédé consiste à remplacer l'air à l'intérieur de l'emballage par un mélange de gaz spécifiquement formulé pour ralentir la détérioration microbiologique et chimique. En ajustant la composition gazeuse, généralement un mélange d'oxygène, de dioxyde de carbone et d'azote, il est possible de limiter la prolifération des bactéries aérobies et de retarder l'oxydation des lipides, réduisant ainsi le risque de rancissement et de dégradation des protéines (**Kirovski et al., 2001**).

L'un des avantages majeurs de l'emballage sous atmosphère modifiée est la préservation des propriétés organoleptiques des viandes et le maintien d'une couleur attrayante de la viande fraîche. Un taux d'oxygène adapté permet de préserver cette couleur tout en empêchant l'oxydation prématurée de la myoglobine, pigment responsable de la coloration des viandes (**Vergara et Gallego, 2001**).

Le dioxyde de carbone, quant à lui, joue un rôle antimicrobien en freinant la croissance des bactéries responsables de la détérioration.

En plus de prolonger la durée de conservation des viandes, le MAP présente des avantages pratiques et économiques pour l'industrie. Il permet de réduire le gaspillage alimentaire en offrant une durée de stockage plus longue tout en limitant les pertes dues à des altérations sensorielles ou microbiologiques. Cette technique facilite également la distribution des produits à grande échelle, tout en maintenant leur qualité, notamment dans le cadre des chaînes de supermarchés et des exportations (**Mano et al., 2002**).

Cependant, l'efficacité du MAP dépend étroitement du contrôle de la chaîne du froid. Si la température de stockage n'est pas correctement maintenue, l'atmosphère modifiée peut ne pas suffire à prévenir la prolifération bactérienne, compromettant ainsi la qualité et la sécurité des viandes. De plus, une utilisation inappropriée de ce procédé peut entraîner des altérations non désirées des propriétés sensorielles, telles qu'une texture modifiée ou un goût dégradé (**Mantilla et al., 2017**).

### 2.3.2.3. Techniques de pasteurisation et stérilisation

Les techniques de pasteurisation et de stérilisation jouent un rôle clé dans la conservation des viandes, contribuant à garantir la sécurité alimentaire tout en prolongeant leur durée de conservation. Ces procédés visent à détruire ou à inactiver les microorganismes

pathogènes et les enzymes responsables de la détérioration des aliments, tout en préservant autant que possible les qualités organoleptiques et nutritionnelles des produits **(Pawar et Bote, 2022)**.

La pasteurisation est un traitement thermique modéré appliqué aux viandes, qui consiste à chauffer les aliments à une température généralement comprise entre 60°C et 85°C pendant une durée déterminée, en fonction du type de produit et du degré de sécurité recherché. Contrairement à la stérilisation, la pasteurisation ne détruit pas tous les microorganismes présents dans les aliments, mais elle élimine la majorité des bactéries pathogènes, telles que *Salmonella*, *Listeria*, et *Escherichia coli*, qui sont souvent associées aux produits carnés. Ce traitement permet également de prolonger la durée de conservation des viandes réfrigérées en réduisant la charge microbienne et en ralentissant les processus de dégradation.

La pasteurisation, est souvent utilisée pour des produits carnés comme les saucisses, les pâtés ou les viandes prêtes à consommer. L'un des avantages de cette méthode est qu'elle préserve en grande partie les qualités sensorielles des viandes, en limitant les pertes de saveur, de texture et de couleur. Toutefois, il est important de noter que la pasteurisation ne permet pas de conserver les viandes à long terme en dehors de la chaîne du froid, car certaines bactéries et spores résistantes à la chaleur peuvent encore se développer si le produit est mal stocké **(Hassan et al., 2015)**.

La stérilisation, quant à elle, est un processus thermique beaucoup plus intense, destiné à détruire l'ensemble des microorganismes, y compris les spores bactériennes, qui sont les formes les plus résistantes. Pour ce faire, la viande est soumise à des températures généralement supérieures à 100°C, souvent autour de 121°C, pendant une durée pouvant aller de plusieurs minutes à plusieurs heures, selon la méthode et le type de produit **(Sun et al., 2016)**.

Cette technique est utilisée pour des produits carnés en conserve, comme les ragoûts, les plats préparés, et certaines charcuteries, qui peuvent être stockés à température ambiante pendant de longues périodes sans risque de contamination microbienne. En éliminant tous les agents pathogènes et les microorganismes de détérioration, la stérilisation assure une sécurité alimentaire maximale. Cependant, l'exposition à des températures élevées peut altérer certaines qualités sensorielles des viandes, comme la tendreté, le goût, et la couleur. De plus, la stérilisation peut entraîner des pertes nutritionnelles, notamment au niveau des vitamines thermosensibles, comme les vitamines B et C **(Solignat et Mangin, 2003)**.

## 2.4. Oxydation des viandes : Mécanismes et conséquences

### 2.4.1. Oxydation lipidique : processus et impact sur la qualité

L'oxydation lipidique est l'un des principaux mécanismes de dégradation de la viande, affectant directement sa qualité, sa valeur nutritionnelle et sa durée de conservation. Ce phénomène chimique, souvent initié par la présence d'oxygène, se produit lorsque les acides gras insaturés présents dans les lipides des viandes réagissent avec les radicaux libres, entraînant une série de réactions en chaîne qui aboutissent à la formation de composés oxydés, tels que les hydroperoxydes et les aldéhydes. Ces composés sont responsables du rancissement et de la détérioration des propriétés organoleptiques du produit (Amaral et al., 2018 ; Dominguez et al., 2019).

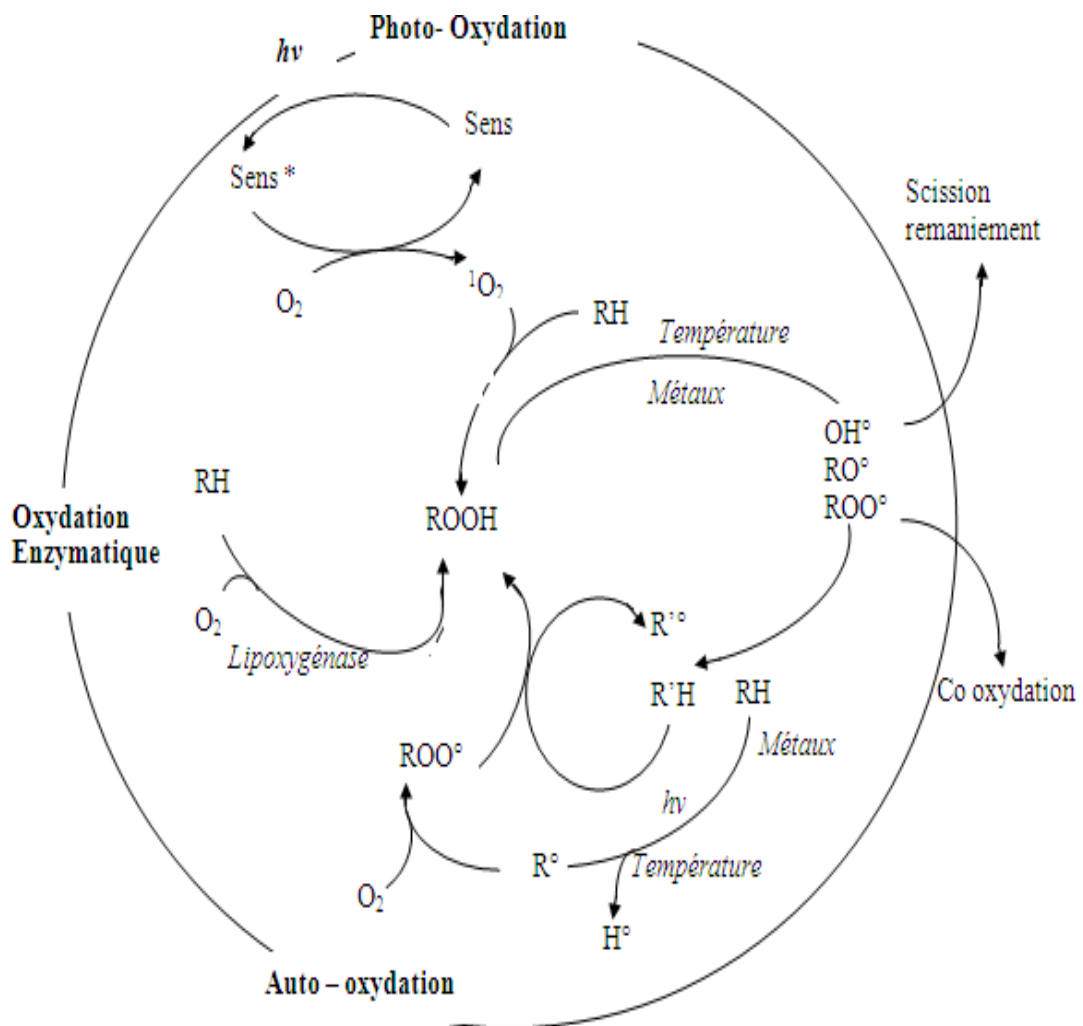


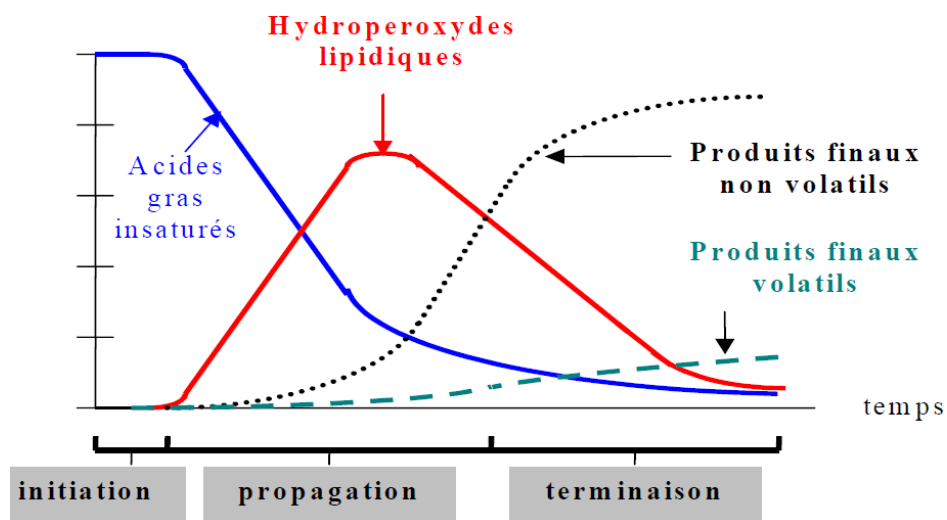
Figure 1. Schéma des réactions d'oxydation des lipides (Berset et Cuvelier, 1996).

### 2.4.1.1. Processus de l'oxydation lipidique

L'oxydation lipidique se déroule en trois phases principales : phase d'initiation, de propagation et de terminaison (**Cheng, 2016**)

- a. **Phase d'initiation** : Cette étape est déclenchée par la formation de radicaux libres, souvent due à la présence d'oxygène, de lumière ou de métaux de transition tels que le fer et le cuivre, qui catalysent la décomposition des acides gras insaturés. Ces radicaux libres attaquent les liaisons doubles des acides gras, formant des radicaux alkyles.
- b. **Phase de propagation** : dans cette phase, les radicaux alkyles réagissent avec l'oxygène pour former des peroxydes, qui sont instables et se décomposent en composés secondaires, tels que les hydroperoxydes. Ces produits secondaires poursuivent la réaction en chaîne, générant davantage de radicaux libres et accélérant ainsi la dégradation des lipides.
- c. **Phase terminale** : Le processus dans cette étape prend fin lorsque les radicaux libres sont neutralisés, soit par une réaction entre eux, soit par l'action d'antioxydants, qu'ils soient naturels ou ajoutés, qui interrompent la chaîne de réactions.

L'oxydation lipidique est particulièrement problématique dans les viandes riches en graisses insaturées, comme les viandes rouges ou certaines volailles, où la présence d'acides gras polyinsaturés favorise une dégradation plus rapide. La viande contenant peu de lipides, comme le poulet ou le poisson maigre, est moins sujette à cette oxydation, mais reste sensible dans certaines conditions, notamment lorsqu'elle est exposée à la lumière ou à l'oxygène (**Wu, 2024**).



**Figure 2.** Évolution schématique de l'auto-oxydation des acides gras insaturés au cours du temps (**Labuza et Dugan, 1971**).

### 2.4.1.2. Impact sur la qualité des viandes

L'oxydation lipidique a un impact significatif sur plusieurs aspects de la qualité de la viande, à la fois sur ses caractéristiques sensorielles, nutritionnelles et fonctionnelles.

- a. **Détérioration organoleptique** : L'un des effets les plus notables de l'oxydation lipidique est le développement de mauvaises odeurs et de saveurs désagréables, connues sous le terme de rancissement. Les aldéhydes et autres produits de dégradation volatils issus de l'oxydation donnent à la viande une odeur de "gras rance" et un goût métallique ou amer, rendant le produit inacceptable pour les consommateurs. De plus, l'oxydation peut entraîner une décoloration de la viande, en particulier lorsque la myoglobine est altérée par les réactions d'oxydation, ce qui peut réduire son attrait visuel (**Dominguez et al., 2019**).
- b. **Perte de valeur nutritionnelle** : L'oxydation lipidique ne se limite pas à altérer la qualité sensorielle de la viande ; elle affecte également sa composition nutritionnelle. Les acides gras polyinsaturés, essentiels pour la santé humaine en raison de leurs rôles dans le métabolisme et la prévention des maladies cardiovasculaires, sont particulièrement vulnérables à l'oxydation. Ainsi, la viande oxydée perd une partie de ses acides gras bénéfiques, diminuant ainsi sa valeur nutritionnelle. De plus, l'oxydation peut entraîner une diminution des niveaux de vitamines liposolubles, telles que la vitamine E, qui jouent également un rôle dans la prévention du stress oxydatif (**Amaral et al., 2018**).
- c. **Modification des propriétés fonctionnelles** : L'oxydation lipidique peut également affecter les propriétés fonctionnelles de la viande, comme sa capacité à retenir l'eau ou à former des émulsions stables dans des produits transformés. Ces modifications influencent la texture de la viande, la rendant plus sèche et moins tendre. Par ailleurs, dans les produits à base de viande hachée ou émulsifiée, tels que les saucisses ou les pâtés, l'oxydation des graisses peut entraîner une séparation des phases grasses et aqueuses, compromettant ainsi la qualité du produit final (**Lynch et al., 2008**).

### 2.4.2. Oxydation des protéines : mécanismes et effets sur les nutriments

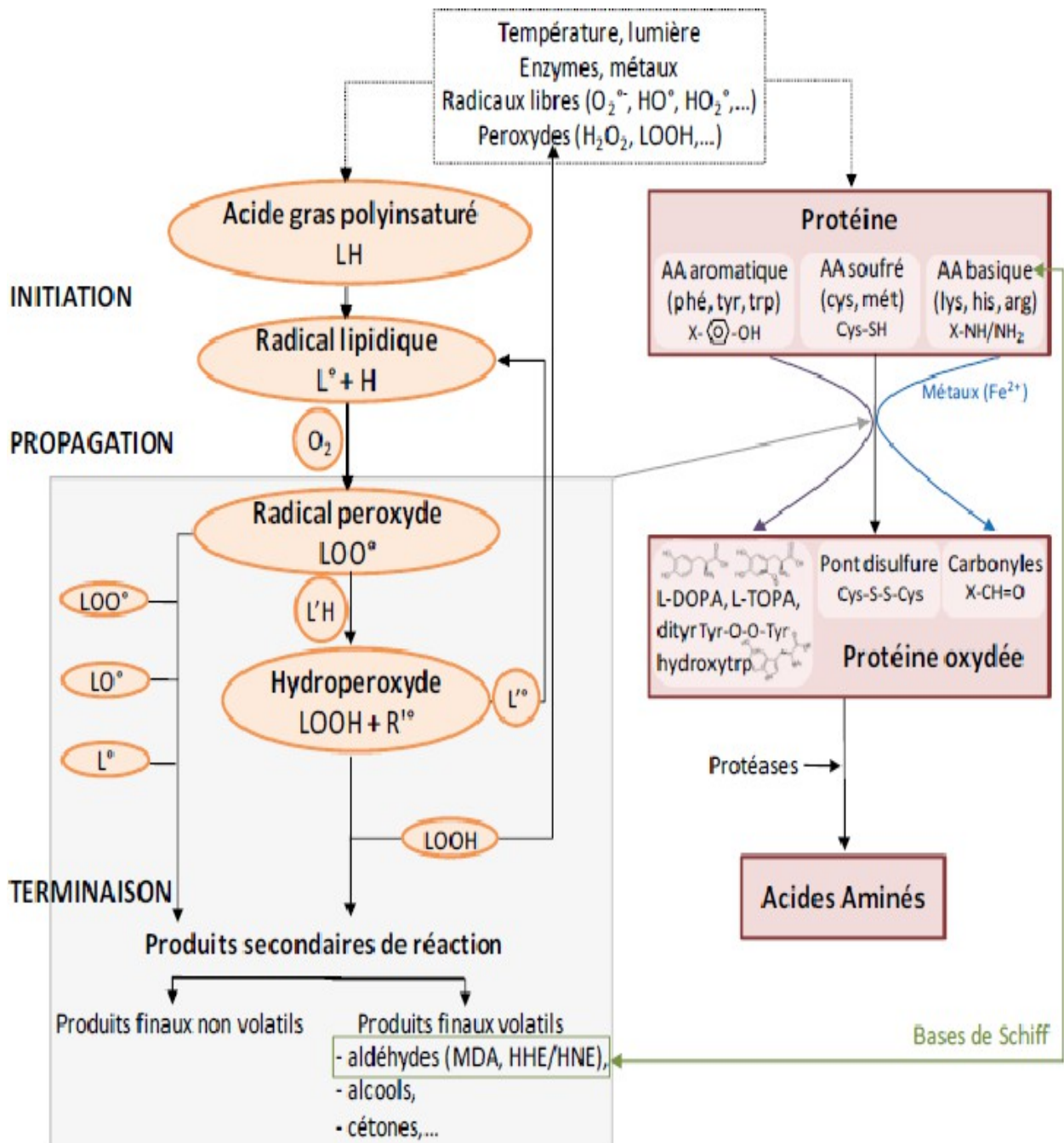
L'oxydation des protéines est un processus complexe qui affecte directement la qualité des viandes, aussi bien en termes de texture que de valeur nutritionnelle. Contrairement à l'oxydation lipidique, plus connue pour ses effets sur la rancidité, l'oxydation des protéines est souvent sous-estimée, bien qu'elle ait un impact significatif sur les propriétés fonctionnelles, sensorielles et nutritionnelles de la viande (**Ouznadj et Desmos, 2020**).

### 2.4.2.1. Mécanisme de l'oxydation des protéines

L'oxydation des protéines est principalement initiée par l'attaque des radicaux libres générés par l'oxydation des lipides ou par d'autres sources réactives d'oxygène, telles que les ions métalliques, les radiations UV ou encore la chaleur excessive. Ce processus affecte principalement les acides aminés riches en soufre (cystéine, méthionine) et ceux qui contiennent des groupes amine, tels que la lysine et l'histidine (**Papuc et al., 2017**).

Les mécanismes d'oxydation peuvent être divisés en plusieurs étapes clés :

- a. **Étape d'initiation** : Le processus débute par l'attaque des radicaux libres ou des espèces réactives de l'oxygène (ROS) sur les chaînes latérales des acides aminés ou sur les ponts disulfures présents dans les protéines. Cette attaque conduit à la formation de radicaux protéiques.
- b. **Étape de propagation** : Les radicaux protéiques nouvellement formés peuvent interagir avec d'autres molécules d'oxygène, propageant ainsi la réaction d'oxydation au sein de la chaîne peptidique. Des modifications secondaires des protéines peuvent se produire, telles que la fragmentation des chaînes polypeptidiques ou la formation de liaisons covalentes entre protéines, conduisant à l'agrégation des protéines.
- c. **Étape de terminaison** : Le processus se termine avec la formation de produits oxydés, comme les carbonyles protéiques ou les ponts disulfures oxydés, qui peuvent affecter les propriétés fonctionnelles et nutritionnelles de la viande (**Morzel et al., 2006**).



**Figure 3.** Schéma simplifié montrant l'interdépendance des oxydations lipidiques et protéiques (Bax, 2012).

AA: acide aminé, L-DOPA: L-dihydrophénylalanine; L-TOPA: L-trihydrophénylalanine, Dityr: dityrosine, hydroxytrp: hydroxytryptophane, MDA: malondialdéhyde, HHE: 4-hydroxy-2-hexenal, HNE: 4-Hydroxy-2-nonenal

#### 2.4.2.2. Effets sur les propriétés fonctionnelles

L'oxydation des protéines a des répercussions directes sur les propriétés fonctionnelles des protéines dans les viandes. Les principaux effets comprennent :

- a. **La perte de solubilité** : Les protéines oxydées ont tendance à perdre leur solubilité en raison de la formation de ponts disulfures et de liaisons covalentes intermoléculaires. Cette diminution de la solubilité a un impact sur la texture de la viande, la rendant plus dure et moins juteuse.
- b. **Une modification de la capacité de rétention d'eau** : L'oxydation des protéines entraîne une réduction de la capacité des fibres musculaires à retenir l'eau. Cela conduit à une perte de jus lors de la cuisson et à une viande plus sèche, ce qui diminue l'acceptabilité du produit par les consommateurs (**Utrera et Estévez, 2012**).
- c. **Altération de la texture** : La formation de réseaux de protéines oxydées peut entraîner une texture plus rigide et caoutchouteuse. Dans les produits carnés transformés, comme les saucisses ou les pâtés, cela se manifeste par une texture granuleuse ou une diminution de l'élasticité.
- d. **La perte de fonctionnalité dans les produits transformés** : Dans les produits carnés émulsifiés, tels que les saucisses ou les pâtés, les protéines jouent un rôle crucial dans la formation de l'émulsion entre la phase aqueuse et la phase grasse. L'oxydation des protéines peut compromettre cette fonction, entraînant la rupture de l'émulsion et une séparation des graisses (**Xiong et Decker, 1995**).

#### 2.4.2.3. Effets sur la valeur nutritionnelle

Selon **Bauchart et al. (2008)** l'oxydation des protéines a également des conséquences importantes sur la valeur nutritionnelle des viandes :

- Les acides aminés essentiels, tels que la lysine et la méthionine, nécessaires à la synthèse protéique, sont particulièrement sensibles à l'oxydation, ce qui entraîne une diminution de leur disponibilité dans l'alimentation humaine, compromettant ainsi la valeur biologique des protéines de la viande.
- Les modifications post-oxydatives peuvent aussi altérer la digestibilité des protéines, entraînant une absorption moindre de ces composés et, par conséquent, une utilisation réduite des acides aminés par l'organisme.
- L'oxydation des protéines peut également affecter les enzymes présentes dans la viande, réduisant ainsi l'activité des cofacteurs associés, tels que les vitamines B<sub>6</sub> et B<sub>12</sub>, qui jouent un rôle dans le métabolisme des protéines.

## 2.5. Maîtrise de la stabilité oxydative

La maîtrise de la stabilité oxydative est un enjeu essentiel dans l'industrie de la viande, car l'oxydation des lipides et des protéines entraîne une dégradation de la qualité des produits carnés. Ce processus naturel, accentué par divers facteurs environnementaux, peut provoquer des modifications organoleptiques et nutritionnelles, compromettant ainsi l'acceptabilité du produit et sa durée de conservation. Il est donc primordial d'adopter des stratégies efficaces pour prévenir ou ralentir ces réactions oxydatives, afin de garantir la qualité, la sécurité et la stabilité des viandes (**Rahmani, 2007**).

### 2.5.1. Facteurs influençant la stabilité oxydative (température, lumière, oxygène)

L'oxydation des lipides et des protéines dans la viande est un processus complexe influencé par plusieurs facteurs :

- **Température** : Le stockage des viandes à des températures élevées favorise l'oxydation. La chaleur accélère les réactions chimiques entre les molécules d'oxygène et les acides gras insaturés ou les protéines, ce qui génère des radicaux libres responsables de la dégradation. Ainsi, la réfrigération et la congélation sont des méthodes couramment utilisées pour ralentir l'oxydation en abaissant la température (**Finney et al., 2002**).
- **Exposition à la lumière** : La lumière, en particulier les rayons UV, accélère les réactions oxydatives en générant des radicaux libres dans les viandes. Cette dégradation, appelée photo-oxydation, altère rapidement les lipides et les protéines, affectant la couleur et la saveur des viandes. Pour éviter ces effets, les produits carnés doivent être stockés dans des emballages opaques ou sous atmosphère modifiée (**Cooper et al., 2018**).
- **Présence d'oxygène** : L'oxygène est le principal facteur déclenchant l'oxydation. Lorsqu'il pénètre dans la viande, il interagit avec les lipides insaturés et les protéines, entraînant des réactions en chaîne oxydatives. Les technologies d'emballage sous vide ou sous atmosphère modifiée, qui limitent la quantité d'oxygène au contact de la viande, sont des solutions efficaces pour prévenir l'oxydation.
- **Activité enzymatique** : Certaines enzymes, comme les lipoxygénases ou les peroxydases, catalysent les réactions d'oxydation. Elles accélèrent l'attaque des acides gras insaturés par l'oxygène, générant des hydroperoxydes et des radicaux libres. L'inactivation de ces enzymes par des traitements thermiques ou d'autres moyens permet de limiter l'oxydation (**Delles et al., 2014**).

### 2.5.2. Stratégies pour prévenir l'oxydation

Pour prévenir l'oxydation et maintenir la qualité des viandes, plusieurs stratégies peuvent être mises en œuvre :

- **Utilisation d'antioxydants** : L'ajout d'antioxydants, qu'ils soient naturels ou synthétiques, est l'une des principales méthodes de maîtrise de la stabilité oxydative. Les antioxydants agissent en neutralisant les radicaux libres ou en retardant le processus d'oxydation des lipides et des protéines. Parmi les antioxydants naturels, on trouve les extraits végétaux riches en polyphénols, tels que le romarin ou le thé vert, tandis que les antioxydants synthétiques incluent des substances comme le butylhydroxyanisole (BHA) et le butylhydroxytoluène (BHT) (Rojas et Brewer, 2008).
- **Emballage sous atmosphère modifiée (MAP)** : Ce type d'emballage réduit la présence d'oxygène dans l'environnement du produit et remplace l'air par des gaz comme l'azote ou le dioxyde de carbone, limitant ainsi l'oxydation. Cette méthode est particulièrement efficace pour prolonger la durée de conservation des viandes fraîches tout en maintenant leurs qualités organoleptiques (Esmer et al., 2011).
- **Contrôle des conditions de stockage** : Le stockage des viandes dans des conditions de basse température et à l'abri de la lumière limite les réactions oxydatives. La réfrigération et la congélation ralentissent l'activité enzymatique et chimique, tandis que le stockage dans des conditions d'obscurité réduit les risques de photo-oxydation.
- **Techniques de traitement thermique** : Les traitements thermiques, comme la pasteurisation ou la stérilisation, peuvent inactiver les enzymes responsables de l'oxydation, limitant ainsi les réactions oxydatives. Toutefois, un excès de chaleur peut lui-même favoriser l'oxydation des protéines, ce qui nécessite une maîtrise précise des paramètres de cuisson (Faustman et al., 2001).

## Chapitre 3

Antioxydants d'origine végétale : Focus sur  
*Artemisia herba alba* et *Rosmarinus  
officinalis*

### 3. Antioxydants d'origine végétale : Focus sur *Artemisia herba alba* et *Rosmarinus officinalis*

#### 3.1. Antioxydants d'origine végétale

##### 3.1.1. Définition et importance des antioxydants

###### 3.1.1.1. Définition

Les antioxydants sont des molécules capables de neutraliser ou d'inhiber les effets néfastes des radicaux libres dans les cellules, molécules instables qui résultent des réactions chimiques, notamment l'oxydation, et qui peuvent causer des dommages cellulaires en déclenchant des réactions en chaîne. Ce processus, appelé stress oxydatif, est impliqué dans de nombreuses pathologies telles que le vieillissement prématuré, les maladies cardiovasculaires, le cancer, et les maladies neurodégénératives (Tanguy et Begué-Simon, 2009).

Les antioxydants agissent en donnant un électron aux radicaux libres, les stabilisant ainsi et empêchant leur action destructive.

Les antioxydants se divisent en deux catégories principales :

- **Endogènes**, produits naturellement par l'organisme, tels que les enzymes superoxyde dismutase, catalase et glutathion peroxydase, qui jouent un rôle clé dans la défense contre le stress oxydatif (Birben *et al.*, 2012).
- **Exogènes**, fournis par l'alimentation, notamment par des sources végétales. Parmi ces antioxydants, on retrouve des vitamines (C, E), des polyphénols, des flavonoïdes, des caroténoïdes, et d'autres composés bioactifs présents dans les fruits, légumes, herbes, et épices (Huang, 2018).

###### 3.1.1.2. Importance des antioxydants

Les antioxydants jouent un rôle fondamental dans plusieurs domaines, notamment la santé humaine et la conservation des aliments.

Les antioxydants exogènes, principalement issus de l'alimentation, sont essentiels pour protéger le corps humain contre les maladies liées au stress oxydatif. Ils sont reconnus pour leurs effets bénéfiques dans la prévention du vieillissement cellulaire et la réduction du risque de maladies chroniques. Les polyphénols et les flavonoïdes présents dans les fruits et légumes ont démontré une capacité à réduire l'inflammation, à améliorer la fonction cardiovasculaire et à inhiber la croissance des cellules cancéreuses (Kattappagari *et al.*, 2015).

Dans l'industrie alimentaire, les antioxydants sont largement utilisés pour prévenir l'oxydation des aliments, en particulier les produits gras comme les viandes et les huiles. L'oxydation des lipides est une cause majeure de dégradation des aliments, entraînant des modifications du goût, de l'odeur, et de la couleur, tout en diminuant leur valeur nutritionnelle.

En ajoutant des antioxydants, notamment ceux d'origine végétale, on peut retarder ces processus d'oxydation et prolonger la durée de vie des aliments (**López-Pedrouso et al., 2022**).

Comme alternatives naturelles aux antioxydants synthétiques, de plus en plus de consommateurs privilégient les produits naturels. Ainsi, les antioxydants d'origine végétale sont devenus une alternative prisée aux antioxydants synthétiques, tels que le BHT (butylhydroxytoluène) ou le BHA (butylhydroxyanisole), souvent controversés pour leurs effets potentiellement nocifs à long terme. Les extraits végétaux, comme ceux de *Rosmarinus officinalis* (romarin) et *Artemisia herba alba*, se sont avérés être de puissants conservateurs naturels, améliorant la stabilité oxydative des aliments sans les risques associés aux composés synthétiques (**Gutiérrez-del-Río et al., 2021**).

Dans le domaine agricole, les antioxydants d'origine végétale sont utilisés pour prévenir la dégradation des fruits et légumes et autres produits après leur récolte. En inhibant l'oxydation, ces composés permettent de maintenir la fraîcheur et la qualité des produits plus longtemps, réduisant ainsi le gaspillage alimentaire (**Hrelia et al., 2023**).

### **3.1.2. Rôle des antioxydants dans la conservation des aliments**

Les antioxydants jouent un rôle essentiel dans la conservation des aliments en prévenant et en ralentissant les processus d'oxydation, qui peuvent altérer la qualité, la sécurité et la durée de conservation des produits alimentaires. L'oxydation est une réaction chimique qui se produit lorsque les lipides, les protéines et les vitamines des aliments sont exposés à l'oxygène, à la lumière ou à la chaleur, entraînant des modifications indésirables de la couleur, de la texture, du goût et de la valeur nutritionnelle des aliments (**Chib et al., 2020**).

#### **3.1.2.1. Prévention de l'oxydation lipidique**

L'une des principales préoccupations dans la conservation des aliments, en particulier des produits riches en lipides comme les viandes, les huiles et les produits laitiers, est l'oxydation lipidique. Ce phénomène peut provoquer le rancissement, qui altère le goût et l'odeur des aliments, rendant leur consommation désagréable et parfois même dangereuse. Les antioxydants, comme les tocophérols (vitamine E) et les polyphénols présents dans des plantes telles que le romarin et l'armoise blanche, agissent en inhibant les réactions d'oxydation, permettant ainsi de préserver la qualité organoleptique et nutritionnelle des produits (**Aouadi et al., 2014**).

### 3.1.2.2. Protection des Nutriments

En plus de préserver les lipides, les antioxydants contribuent à la conservation des autres nutriments essentiels dans les aliments. Par exemple, les vitamines C et E, qui sont également des antioxydants, protègent les aliments de l'oxydation, garantissant ainsi que les consommateurs reçoivent les bienfaits nutritionnels escomptés. L'utilisation d'antioxydants d'origine végétale peut donc aider à maintenir la valeur nutritive des aliments au fil du temps (Dangles, 2020).

### 3.1.2.3. Amélioration de la durée de conservation

Les antioxydants naturels prolongent la durée de conservation des aliments en ralentissant les processus de dégradation. En intégrant des extraits de plantes riches en antioxydants dans les formulations alimentaires, les producteurs peuvent améliorer la stabilité des produits, ce qui permet de réduire le gaspillage alimentaire et d'optimiser la rentabilité. Des études ont montré que l'ajout d'extraits de romarin dans les viandes peut significativement augmenter leur durée de conservation sans compromettre la qualité (Dudek-Makuch, et al., 2019).

### 3.1.2.4. Alternatives aux conservateurs synthétiques

Avec l'augmentation de la demande des consommateurs pour des produits alimentaires naturels et sains, l'utilisation d'antioxydants d'origine végétale est devenue une alternative populaire aux conservateurs synthétiques. Les antioxydants naturels, tels que ceux extraits d'*Artemisia herba alba*, non seulement préservent la qualité des aliments, mais contribuent également à répondre aux attentes des consommateurs en matière de santé et de sécurité alimentaire. Ils permettent de conserver les aliments tout en évitant les risques associés à l'utilisation de produits chimiques synthétiques, souvent controversés (Dif et al., 2016).

### 3.1.2.5. Effets synergiques

Des études ont également montré que l'utilisation combinée de différents antioxydants peut entraîner des effets synergiques, renforçant ainsi leur capacité à prévenir l'oxydation. Par exemple, l'association d'extraits de romarin avec d'autres extraits de plantes peut améliorer l'efficacité antioxydante globale, offrant ainsi une meilleure protection contre la dégradation des aliments (Villanueva-Bermejo et al., 2024).

### 3.2. Propriétés et composition d'*Artemisia herba alba*

*Artemisia herba alba*, communément connue sous le nom d'absinthe blanche, est une plante herbacée vivace appartenant à la famille des Astéraceae. Elle est largement répandue dans les régions méditerranéennes et arides, notamment en Afrique du Nord, où elle est valorisée pour ses multiples propriétés médicinales et nutritionnelles (Bezza et al., 2010).

Cette plante est reconnue non seulement pour ses caractéristiques botaniques distinctes, mais aussi pour sa richesse en composés bioactifs ayant des effets bénéfiques sur la santé (Moufid et Eddouks, 2012).

#### 3.2.1. Description botanique et systématique d'*Artemisia herba alba*

L'armoise blanche est une plante des climats arides et semi-arides qui pousse dans les hautes plaines steppiques, les déserts du Moyen-Orient et de l'Afrique du Nord. C'est une plante herbacée à tiges ligneuses, ramifiées et tomenteuses de 30 à 50 cm de long. Les feuilles sont courtes, sessiles, pubescentes et argentées. Les capitules sont groupés en panicules de petite taille de 1,5 à 3 mm allongés et étroits contenant de 3 à 6 des fleurs jaunâtres. Les bractées externes de l'involucre sont orbiculaires et pubescentes (Boudjelal, 2013).

**Embranchement :** Spermatophyta (Angiospermae)

**Classe :** Dicotyledones

**Ordre :** Asteroles

**Famille :** Asteraceae

**Genre :** *Artemisia*

**Espèce:** *herba alba* (Bouldjadj, 2009).



Figure 4. *Artemisia herba-alba* de la région d'El bayadh (Dif et al., 2016).

### 3.2.2. Habitat

L'Armoise blanche (*Artemisia herba alba*), plante des hautes plaines du sud de l'Algérie occidentale et joue un rôle crucial dans les écosystèmes steppique (Ayad et al., 2007).

Largement répandue depuis les îles Canaries et le Sud-Est de l'Espagne jusqu'aux steppes d'Asie centrale et à travers l'Afrique du Nord, l'Arabie et le Proche-Orient. En Afrique du nord, cette espèce couvre d'immenses territoires évalués à plus de dix millions d'hectares, l'*Artemisia herba alba* est absente des zones littorales nord. Cependant, l'espèce se raréfie dans l'extrême sud (Salem, 2016).

### 3.2.3. Identification des composés bioactifs

La composition chimique d'*Artemisia herba alba* est complexe et diversifiée, comprenant une variété de métabolites secondaires (Bourgou et al., 2017 ; Mohamed et al., 2019).

Parmi les composés bioactifs les plus notables, on trouve :

- **Les huiles essentielles** : Riches en monoterpènes et sesquiterpènes, les huiles essentielles extraites de *A. herba alba* possèdent des propriétés antimicrobiennes, anti-inflammatoires et antioxydantes. Les principaux composants des huiles essentielles incluent l' $\alpha$ -thuyone, le  $\beta$ -thuyone et le camphre (Dahmani-Hamzaoui et al., 2021).
- **Les flavonoïdes** : Jouent un rôle essentiel en tant qu'antioxydants, protégeant les cellules contre les dommages oxydatifs. Des flavonoïdes tels que l'apigénine et la lutéoline ont été isolés de cette plante (Seddik, et al., 2010).
- **Les polyphénols** : Ces composés contribuent également aux propriétés antioxydantes de la plante, en inhibant les réactions d'oxydation et en réduisant le stress oxydatif (Dif et al., 2016). Les composés phénoliques (acides phénoliques, flavonoïdes simples et proanthocyanidines) forment le groupe des composés photochimiques le plus important des plantes (Souhila et al., 2019).
- **Les coumarines** : Présentes en faibles concentrations, ces composés ont des propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires (Kirsch et al., 2016).

### 3.2.4. Propriétés antioxydants et antimicrobiennes

*Artemisia herba alba* est bien connue pour ses propriétés antioxydantes, qui sont largement attribuées à sa richesse en flavonoïdes et en polyphénols. Ces composés agissent en neutralisant les radicaux libres et en réduisant le stress oxydatif, contribuant ainsi à la prévention de diverses maladies chroniques et du vieillissement prématuré.

En ce qui concerne ses propriétés antimicrobiennes, plusieurs études ont démontré que les extraits de *A. herba alba* inhibent la croissance de divers agents pathogènes, y compris des bactéries et des champignons. Cela en fait un candidat potentiel pour des applications dans la conservation des aliments, où la réduction de la charge microbienne est essentielle pour garantir la sécurité alimentaire (Almi et al., 2022).

### **3.2.5. Applications traditionnelles et modernes**

Traditionnellement, *Artemisia herba alba* a été utilisée dans la médecine populaire pour traiter une variété de maux, allant des troubles gastro-intestinaux aux affections respiratoires. Les décoctions et les infusions de cette plante sont souvent consommées pour leurs effets bénéfiques sur la digestion et la désinfection.

Dans un contexte moderne, *A. herba alba* trouve des applications dans les domaines de la phytothérapie, de l'aromathérapie et de l'industrie alimentaire. En tant qu'additif naturel, elle est intégrée dans la formulation de produits alimentaires pour ses propriétés antioxydantes et conservatrices, contribuant à prolonger la durée de conservation tout en préservant la qualité organoleptique (Moufid et Eddouks, 2012).

### **3.2.6. Toxicité de la plante**

L'*Artemisia herba alba* des steppes algériennes serait un chémotype à camphre, elle serait moins toxique que l'espèce marocaine (Houmani et al., 2013). Les fortes quantités d'armoise peuvent être abortives, neurotoxiques et hémorragiques, la tuyone constitue le composé toxique et bioactif dans la plante et la forme la plus toxique de ce composé est l' $\alpha$ -tuyone, elle a des effets convulsives (Moufid et Eddouks, 2012).

## **3.3. Propriétés et composition de *Rosmarinus officinalis***

*Rosmarinus officinalis*, communément appelé romarin, est une plante aromatique appartenant à la famille des Lamiacées. Originnaire des régions méditerranéennes, cette plante est largement cultivée pour ses feuilles aromatiques, qui sont utilisées tant en cuisine qu'en phytothérapie.

Le romarin est reconnu non seulement pour ses caractéristiques gustatives, mais également pour ses propriétés médicinales et ses composés bioactifs, qui lui confèrent un intérêt croissant dans le domaine de la santé et de la conservation des aliments (Flores-Villa et al., 2020).

### 3.3.1. Identification des composés bioactifs

La composition chimique de *Rosmarinus officinalis* est riche et variée, comprenant de nombreux métabolites secondaires aux effets bénéfiques sur la santé.

Les principaux composés bioactifs identifiés dans le romarin incluent :

1. **Huiles essentielles** : Les huiles essentielles extraites du romarin sont particulièrement riches en composés comme le 1,8-cinéole, le camphre, le bornéol et l'acide rosmarinique. Ces huiles confèrent au romarin ses propriétés aromatiques distinctives et sont responsables de ses effets thérapeutiques (**Beketi, 2016**).
2. **Flavonoïdes** : Le romarin contient des flavonoïdes tels que la lutéoline et la rosmarinoside, qui jouent un rôle crucial en tant qu'antioxydants. Ces composés aident à neutraliser les radicaux libres et à protéger les cellules contre les dommages oxydatifs.
3. **Acides phénoliques** : Des acides comme l'acide rosmarinique et l'acide caféique sont présents dans le romarin et contribuent à ses propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires.
4. **Triterpènes** : Ces composés, possèdent des effets anti-inflammatoires et antimicrobiens, renforçant ainsi l'intérêt du romarin dans le domaine de la santé (**Del Baño et al., 2004**).

### 3.3.2. Propriétés antioxydantes et antimicrobiennes

Le romarin est particulièrement réputé pour son puissant potentiel antioxydant, largement attribué à la présence de polyphénols, de flavonoïdes et d'acides phénoliques.

Les principaux composés responsables de cette activité sont l'acide rosmarinique, l'acide carnosique et le carnosol.

Les mécanismes d'action antioxydants incluent la capacité de ses composés à inhiber les réactions en chaîne impliquées dans l'oxydation des lipides et des protéines. L'acide carnosique et le carnosol, en particulier, sont connus pour leur aptitude à capter les radicaux libres et à prévenir l'oxydation lipidique dans les aliments gras. Ces propriétés sont particulièrement utiles dans l'industrie alimentaire, où l'ajout d'extraits de romarin peut prolonger la durée de conservation des produits tout en maintenant leur qualité nutritionnelle et organoleptique.

Des études ont montré que l'ajout d'extraits de romarin dans les viandes, les huiles et autres produits riches en lipides peut retarder l'oxydation, réduisant ainsi la rancidité et la perte de saveur (**Yu et al., 2002**).

En plus de ses effets antioxydants, *Rosmarinus officinalis* possède également des propriétés antimicrobiennes significatives. Ces propriétés sont principalement dues à la

présence d'huiles essentielles, qui contiennent des composés tels que le 1,8-cinéole, le camphre, le bornéol et le pinène. Ces composés bioactifs sont capables d'inhiber la croissance de divers microorganismes, y compris les bactéries, les levures et les moisissures.

Plusieurs études ont démontré que l'huile essentielle du romarin présente une efficacité antimicrobienne contre un large éventail de pathogènes alimentaires, tels que *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, et des champignons comme *Aspergillus niger*. Ces propriétés antimicrobiennes sont particulièrement bénéfiques pour l'industrie alimentaire, car elles permettent d'améliorer la sécurité des aliments tout en réduisant la dépendance aux conservateurs chimiques. L'ajout d'extraits ou d'huiles essentielles de romarin dans les emballages alimentaires ou directement dans les produits permet de prévenir la prolifération des microorganismes, prolongeant ainsi la durée de conservation des aliments et réduisant le risque de contamination (Boutabia et al., 2016).

### **3.3.3. Applications traditionnelles et modernes**

Le romarin, reconnu depuis des siècles pour ses vertus médicinales et gastronomiques, a vu ses usages évoluer et s'étendre au fil du temps.

Traditionnellement, ce dernier était employé pour traiter des affections respiratoires, soulager les douleurs musculaires et articulaires, améliorer la mémoire et faciliter la digestion. Son arôme et ses infusions étaient prisés pour leurs effets bénéfiques sur la santé. Dans les usages modernes, le romarin est aujourd'hui largement intégré dans les compléments alimentaires pour ses propriétés antioxydantes, dans l'industrie cosmétique pour revitaliser la peau et les cheveux, ainsi que dans l'agroalimentaire en tant que conservateur naturel retardant l'oxydation des aliments. Il est également exploité pour ses effets antimicrobiens et antioxydants dans les emballages actifs et son potentiel thérapeutique continue d'être exploré pour des traitements contre des maladies chroniques comme l'Alzheimer ou certains cancers, ce qui en fait un ingrédient incontournable, aussi bien en médecine traditionnelle que dans les innovations scientifiques contemporaines (Sharifi-Rad et al., 2020).

## **3.4. Applications dans la conservation des viandes**

### **3.4.1. Utilisation d'*Artemisia herba alba* dans la conservation des viandes**

L'extrait de la plante *Artemisia herba alba*, peut être utilisé de diverses manières pour conserver les viandes. Il peut être intégré dans des marinades ou des enrobages, formant une barrière protectrice contre l'oxygène et réduisant ainsi le processus d'oxydation.

En plus de ses propriétés antioxydantes, *Artemisia herba alba* possède des propriétés antimicrobiennes significatives qui permettent de limiter la prolifération des bactéries pathogènes, telles que *Escherichia coli* ou *Salmonella*, responsables de la dégradation des viandes et des risques pour la santé humaine (Fedhila et al., 2015).

Des études récentes ont montré que l'ajout d'extraits d'*Artemisia* aux formulations carnées ou lors des méthodes d'emballage permet de prolonger la durée de conservation tout en réduisant la formation de composés malodorants issus de l'oxydation. De plus, en tant qu'agent antimicrobien, *Artemisia herba alba* aide à prévenir les contaminations, ce qui est crucial dans l'industrie de la viande où la sécurité alimentaire est une priorité absolue.

L'utilisation de cette plante comme conservateur naturel répond également à une demande croissante pour des alternatives aux additifs chimiques, telles que le nitrate de sodium, souvent controversés pour leurs effets potentiellement nocifs sur la santé. En intégrant *Artemisia herba alba* dans les procédés de conservation, les fabricants de produits carnés peuvent ainsi proposer des produits plus naturels tout en assurant une protection optimale contre la dégradation oxydative et microbienne (Djenane et al., 2006).

### **3.4.2. Utilisation de *Rosmarinus officinalis* dans la conservation des viandes**

Les qualités de la plante *Rosmarinus officinalis* en font un ingrédient naturel de choix dans la conservation des viandes. L'extrait du romarin, riche en composés bioactifs tels que l'acide rosmarinique, l'acide carnosique, et le carnosol, sont capable de retarder l'oxydation lipidique tout en inhibant la croissance des microorganismes pathogènes.

Les antioxydants présents dans *Rosmarinus officinalis* agissent en neutralisant les radicaux libres responsables de l'oxydation des lipides et cet effet protecteur contribue à la stabilité oxydative des produits carnés, prolongeant ainsi leur durée de conservation tout en préservant leurs caractéristiques sensorielles. En intégrant des extraits de romarin dans les formulations de produits carnés, que ce soit sous forme de poudre, d'huile essentielle ou d'extrait aqueux, il est possible de ralentir l'oxydation, ce qui permet de réduire le rancissement et de maintenir une qualité optimale des viandes (Lorenzo et al., 2021).

Par ailleurs, les propriétés antimicrobiennes du romarin renforcent son efficacité dans la conservation des viandes. Les composés phénoliques du romarin, comme l'acide rosmarinique, sont capables de freiner la croissance de nombreuses bactéries pathogènes, telles que *Listeria monocytogenes* et *Staphylococcus aureus*, responsables de l'altération des aliments et présentant un danger pour la santé humaine. En inhibant ces microorganismes,

l'extrait de romarin aide à assurer la sécurité alimentaire et à éviter la contamination des viandes (**Athamena, 2009**).

L'utilisation du romarin dans la conservation des viandes répond également à une tendance croissante vers des produits alimentaires plus naturels. De plus en plus, les consommateurs rejettent les conservateurs synthétiques, tels que les nitrites et les BHT (butylhydroxytoluène), en raison des préoccupations liées à leurs effets potentiels sur la santé. L'extrait de romarin, étant un conservateur naturel, offre une alternative durable et sans risque, tout en garantissant une protection efficace contre la dégradation oxydative et microbienne.

Des études ont montré que les produits carnés traités avec des extraits de *Rosmarinus officinalis* présentent une stabilité oxydative nettement améliorée par rapport aux produits non traités, avec une réduction significative des pertes de qualité liées à l'oxydation. En intégrant cet extrait dans les procédés de transformation et d'emballage, il est possible d'allonger la durée de vie des produits carnés, tout en réduisant les besoins en additifs artificiels (**Senanayake, 2018**).

### **3.4.3. Synergie potentielle entre les deux extraits**

La combinaison des extraits de *Rosmarinus officinalis* et d'*Artemisia herba alba* dans la conservation des viandes présente un potentiel prometteur en raison de la complémentarité de leurs propriétés antioxydantes et antimicrobiennes.

Chacune de ces plantes possède des composés bioactifs spécifiques, mais leur association pourrait renforcer leur efficacité, offrant une protection accrue contre l'oxydation et les contaminations microbiennes.

D'un côté, *Rosmarinus officinalis* est reconnu pour sa forte teneur en composés phénoliques, qui lui confèrent une capacité antioxydante particulièrement puissante. Ces composés inhibent l'oxydation lipidique, un problème majeur dans les viandes, en neutralisant les radicaux libres responsables de la dégradation. De plus, l'extrait du romarin est efficace contre une large gamme de bactéries pathogènes qui peuvent altérer la qualité des produits carnés (**Fadili et al., 2015**).

D'un autre côté, *Artemisia herba alba* apporte des flavonoïdes, des polyphénols et des huiles essentielles qui complètent l'action antioxydante du romarin. L'armoise blanche est également efficace contre les bactéries et champignons responsables de la détérioration des viandes, ajoutant une couche de protection supplémentaire contre les microorganismes.

En plus de leurs effets individuels, certains composés de l'armoise, comme les thuyones et les flavonoïdes, peuvent renforcer les propriétés antimicrobiennes du romarin en ciblant différents mécanismes microbiens (**Kadri, et al., 2022**).

La synergie entre ces deux extraits réside dans leur capacité à agir sur plusieurs fronts à la fois. En effet, la diversité des composés bioactifs présents dans *Rosmarinus officinalis* et *Artemisia herba alba* pourrait non seulement prolonger la durée de vie des viandes, mais aussi améliorer la stabilité de leurs caractéristiques sensorielles (goût, texture, couleur) en retardant les processus oxydatifs et en limitant la prolifération des bactéries responsables des altérations. Cette combinaison pourrait également permettre de réduire les doses nécessaires de chaque extrait, minimisant ainsi le risque de tout effet indésirable potentiel tout en maximisant l'efficacité (**Mohamed et al., 2011**).

Par ailleurs, la combinaison de ces deux plantes répond aux exigences des consommateurs en quête de solutions de conservation naturelles et sans produits chimiques. L'utilisation conjointe de ces extraits peut offrir une alternative viable aux conservateurs synthétiques comme les nitrites ou les BHT, souvent critiqués pour leurs effets potentiellement nocifs à long terme. En alliant les forces du romarin et de l'armoise, il est possible d'obtenir une formule de conservation plus puissante, tout en respectant les standards de naturalité et de sécurité alimentaire (**Aouadi et al., 2014**).

# **Partie expérimentale**

# **Matériel et Méthodes**

### 1. Objectif de l'étude

Cette recherche a pour but d'évaluer l'efficacité des extraits naturels d'*Artemisia herba alba* et de *Rosmarinus officinalis* en tant qu'agents conservateurs pour les viandes rouges et blanches. L'objectif principal consiste à analyser leur impact sur la durée de conservation, la qualité nutritionnelle et les caractéristiques organoleptiques des viandes traitées.

L'étude, menée au sein du laboratoire de technologie alimentaire et nutrition de l'université de Mostaganem, s'articule autour de deux axes principaux :

1. L'extraction et la caractérisation des composés bioactifs présents dans *Artemisia herba alba* et l'analyse physicochimique de l'extrait *Rosmarinus officinalis*.
2. L'évaluation de l'impact des extraits, sur les propriétés nutritionnelles et organoleptiques de la viande hachée de bœuf et de poulet au cours de la conservation. Dans cette partie nous avons voulu mettre l'accent particulier sur *Artemisia herba alba* et viser à développer un modèle innovant de conservation des viandes basé sur ces extraits naturels.

Cette approche ambitieuse d'élaborer une méthode de conservation alternative tout à fait naturelle, préservant à la fois les qualités organoleptiques et nutritionnelles des viandes.

### 2. Matériel biologique

#### 2.1. Viande rouge et blanche

Pour cette étude, des poulets de chair standards commerciaux, du même âge, ont été sélectionnés. Les poulets ont été abattus six heures avant le début de l'expérimentation. Trois lots ont été constitués, comprenant chacun six échantillons de poulets provenant du marché local, avec des conditions d'élevage et une composition alimentaire identiques pour tous les sujets.

Les échantillons de viande bovine ont été prélevés dans deux régions distinctes d'Algérie :

-Dans la région de Mostaganem, la viande de bœuf a été sélectionnée à partir d'une source commerciale locale. Les morceaux de viande ont été choisis à partir d'une seule carcasse désossée, coupés, puis hachés à l'aide d'un hachoir. Les saucisses ont été préparées selon une méthode ordinaire, en mélangeant le hachis de viande avec des épices, puis en utilisant une machine réglée pour la fabrication des saucisses. Toutes les étapes de préparation ont été réalisées dans des conditions d'hygiène appropriées.

-Dans la région de Mascara, les échantillons de viande bovine ont été prélevés directement auprès de l'abattoir quelques heures après l'abattage. Les prélèvements ont eu lieu

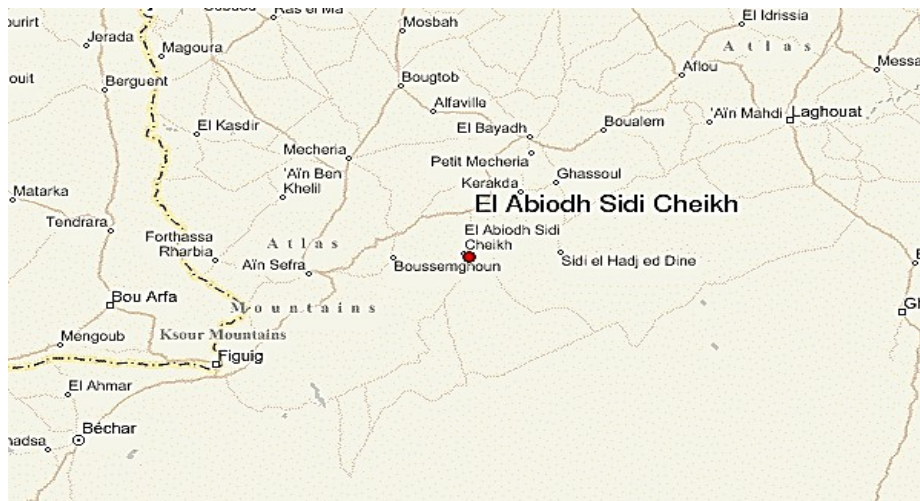
le matin, en respectant les bonnes pratiques d'hygiène. Un morceau de gigot de veau a été haché, placé dans un sachet stérile, puis transporté au laboratoire dans une glacière.

### 2.2. Matériel végétal

Cette étude porte sur deux espèces végétales, *Artemisia herba alba* (armoise blanche) et *Rosmarinus officinalis* (romarin), sélectionnées pour leur potentiel antioxydant, leur usage en médecine traditionnelle et abondance en Algérie.

Les échantillons d'*Artemisia herba alba* ont été récoltés dans deux régions distinctes d'Algérie, choisies pour leurs caractéristiques climatiques variées :

1. El Abiodh, Ouest d'El Bayadh (33°40'59" N, 1°1'9" E), une région au climat aride chaud (Carte n°1).



Carte n°1. Région El Abiodh (Wilaya d'El Bayadh) (google Earth, 2024)

2. Ksar Chellala, dans la province de Tiaret (35°12'43" N, 2°19'08" E), située dans les steppes et hauts plateaux algériens (Carte n°2).



Carte n°2. Région Ksar Chellala (province de Tiaret)  
(google Earth, 2024)

## Matériel et Méthodes

Les échantillons de *Rosmarinus officinalis* proviennent de la région de Sidi Khettab, située à 20 km au nord de Relizane (35°54'39" N, 0°30'40" E), une zone représentative des régions internes de l'Ouest Algérien (Carte n°3). Le matériel végétal concerne ici, la partie rameau herbacé (tige et feuilles) de la plante du romarin.

Dans ce travail, *Rosmarinus officinalis* est étudié comme additif végétal dans le but d'évaluer son effet antioxydant sur la viande bovine.



Carte n°3. Région Sidi Khettab (wilaya de Relizane) (google Earth, 2024)

### 3. Préparation des échantillons

#### 3.1. Préparation et traitement des échantillons de viande

La proportion des différents types de fibres musculaires est un facteur clé influençant la variabilité des caractéristiques lipidiques au sein des muscles d'un même animal. Pour cette expérimentation, le muscle *Sartorius* de la cuisse a été sélectionné en raison de sa composition équilibrée en fibres de type 1 et de type 2, offrant une bonne représentation de cette variabilité. Chaque échantillon de cuisse hachée (provenant de deux cuisses du même poulet) a été divisé en trois parties, puis conservé jusqu'à la préparation finale.

Les échantillons de viande bovine ont été prélevés directement à l'abattoir de la Wilaya de Mascara quelques heures après l'abattage, tôt dans la matinée. Un morceau de gigot de veau a été haché, placé dans un sachet stérile, et transporté au laboratoire dans une glacière. Pour assurer l'origine unique, la viande de bœuf a également été choisie à partir d'une seule carcasse de gigot de veau chez un boucher dans la wilaya de Mostaganem. La viande a été découpée, puis transformée en viande hachée à l'aide d'un hachoir.

Les saucisses ont été préparées de manière traditionnelle, en mélangeant la viande bovine hachée avec des épices, tout en respectant rigoureusement les bonnes pratiques d'hygiène. Les échantillons ont ensuite été transportés au laboratoire dans une glacière pour les analyses.

### 3.2. Récolte et prétraitement des échantillons végétales

La récolte des plantes a été effectuée selon le calendrier suivant :

- Mars 2015 : Récolte d'*Artemisia herba alba* de la région d'El Abiodh ;
- Mars 2016 : Récolte d'*Artemisia herba alba* de la région de Ksar Chellala ;
- Mars 2017 : Récolte de *Rosmarinus officinalis* de la région de Sidi Khettab.

Pour chaque espèce, les parties aériennes (tiges et feuilles) ont été prélevées en quantité suffisante. Après la récolte le matériel végétal a été trié, rincé à l'eau distillée.

Le séchage des plantes a été réalisé en les étalant sur du papier, à l'ombre, dans un endroit bien ventilé, à température ambiante, afin de préserver au mieux l'intégrité des composés bioactifs.

La durée de séchage était de 15 jours pour *Artemisia herba alba* et de 20 jours pour *Rosmarinus officinalis*.

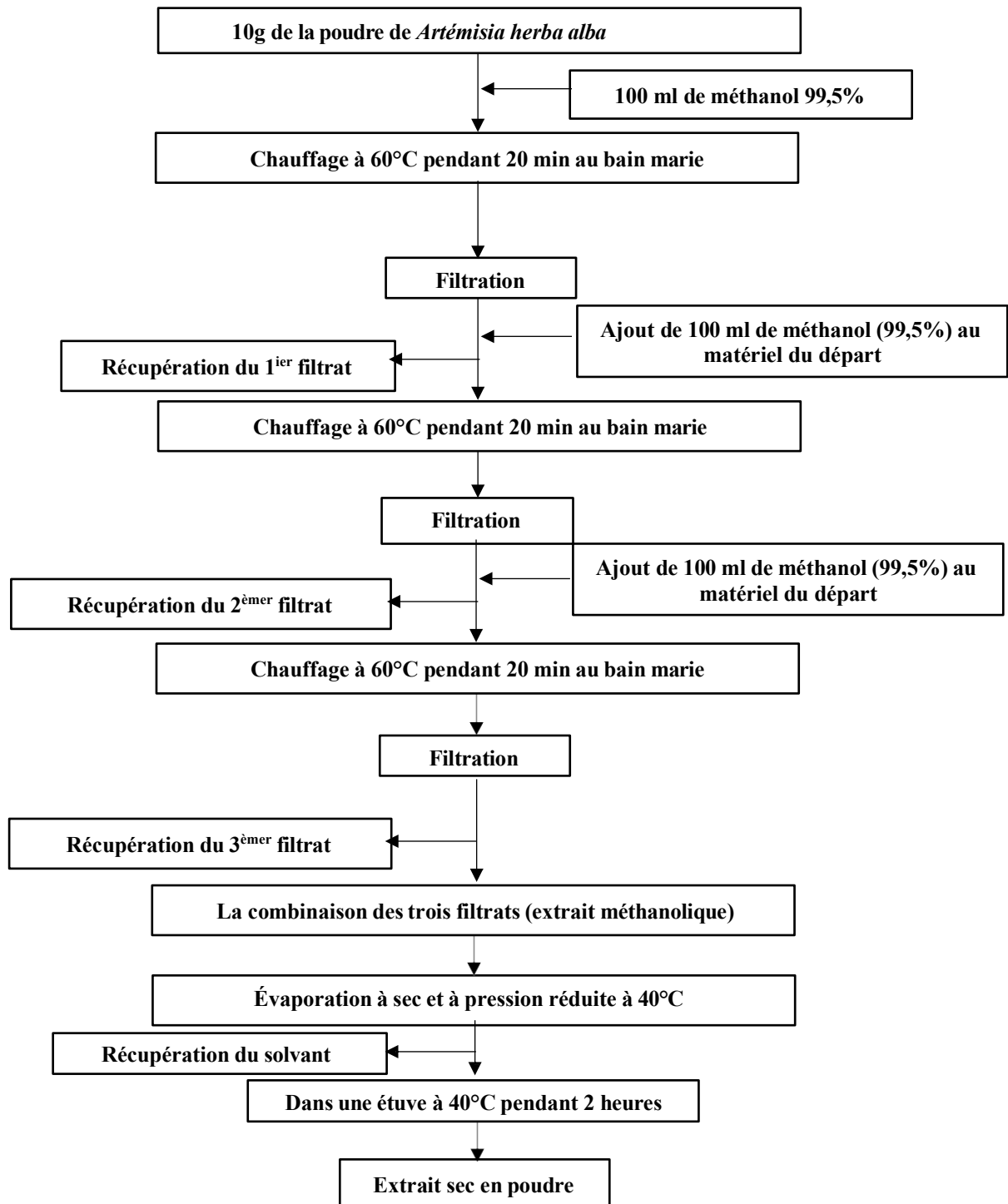
Une fois séchées, les plantes ont été broyées à l'aide d'un broyeur à lames pour obtenir une poudre fine. La poudre d'*Artemisia herba alba*, se distinguait par sa couleur vert foncé. Le matériel végétal séché a ensuite été broyé et tamisé, et les poudres obtenues ont été stockées dans des récipients hermétiques, à l'abri de la lumière, jusqu'à leur utilisation ultérieure.

## 4. Préparation des extraits végétaux

### 4.1. Méthode d'extraction

L'extraction a été réalisée selon la méthode décrite par **Kosar et al. (2005)**, utilisant une extraction solide-liquide discontinue selon le protocole suivant : 10 g de poudre végétale ont été mélangés avec 100 ml de méthanol (99,5%) et le mélange a été chauffé à 60°C pendant 20 minutes dans un bain-marie. La solution a ensuite été filtrée à l'aide d'un papier filtre Whatman n°1, et le processus a été répété trois fois avec le même échantillon de poudre. Les trois filtrats méthanoliques obtenues ont été combinés, puis le solvant a été éliminé par évaporation sous vide à 40°C à l'aide d'un évaporateur rotatif (Modèle R-210, BUCHI Labortechnik AG). L'extrait obtenu a été séché dans une étuve à 40°C pendant deux heures pour éliminer les résidus de solvant, puis conservé dans un flacon hermétique au réfrigérateur jusqu'à son utilisation.

Cette méthodologie a pour objectif de produire des extraits végétaux standardisés afin d'évaluer leur efficacité en tant qu'agents de conservation naturels dans les produits carnés. Le choix de deux régions distinctes pour l'*Artemisia herba alba* permet également d'étudier l'influence potentielle des conditions environnementales sur la composition et l'efficacité des extraits.



**Figure 5.** Schéma d'extraction des extraits d'*Artemisia herba alba herba-alba* selon (Kosar et al., 2005).

### 4.2. Détermination du rendement d'extraction

Le rendement d'extraction a été calculé par rapport à 10g de matière végétale et les résultats obtenus sont exprimés en pourcentage. Selon la méthode décrite par **Maisuthisakul et al., (2007)** le rendement d'extraction est déterminé en utilisant l'équation suivante :

$$\text{Rendement \%} = \frac{W1}{W2} \times 100$$

Où :

W1 représente le poids de l'extrait sec après évaporation du solvant, obtenu en soustrayant le poids du ballon vide de celui du ballon plein.

W2 correspond au poids sec de l'échantillon (10 g).

## 5. Incorporation des extraits végétaux dans les échantillons de viande

### 5.1. Cas d'*Artemisia herba alba* avec la viande de poulet de chair

#### 5.1.1. Préparation des échantillons de poulet de chair

#### 5.1.2. Application de l'extrait végétal

Les deux cuisses de chaque poulet ont été prélevées, désossées, puis hachées dans des conditions d'hygiène rigoureuses. Chaque portion de viande hachée, correspondant aux deux cuisses d'un même poulet, a été divisée en trois parts égales pour créer les groupes expérimentaux suivants :

A. Groupe témoin : Sans additif ni traitement supplémentaire.

B. Groupe expérimental 1 : Addition de 1 g d'extrait d'*Artemisia herba alba* par kg de viande.

C. Groupe expérimental 2 : Addition de 0,02 mg de vitamine C par kg de viande (**Sánchez-Escalante et al., 2001**).

#### 5.1.3. Conservation des échantillons

Chaque échantillon a été emballé soigneusement et individuellement dans du papier alimentaire, étiqueté, puis conservé à -18°C pour une durée de 15 jours jusqu'aux analyses ultérieures.

### 5.1.4. Paramètres mesurés

Les paramètres mesurés portent sur la composition chimique et lipidique de la viande de poulet de chair hachée des trois groupes (sans additif, avec l'extrait d'*Artemisia herba alba* et avec la vitamine C).

Les mesures chimiques réalisées incluent :

- La teneur en matière sèche ;
- La teneur en matière minérale ;
- La teneur en protéines ;
- La teneur et le degré d'oxydation des lipides.

## 5.2. Cas d'*Artemisia herba alba* avec la viande bovine

### 5.2.1. Préparation des échantillons de viande bovine

### 5.2.2. Application de l'extrait végétal

La viande de bœuf a été sélectionnée auprès de sources commerciales, désossée, puis découpée en morceaux avant d'être hachée. Les saucisses ont été préparées selon la méthode classique, suivi de la mise en forme à l'aide d'une machine, tout en respectant les bonnes pratiques d'hygiène.

Chaque lot de produits (viande hachée et saucisses) a été divisé en trois groupes :

- **Lot témoin** : Sans ajout d'additifs.
- **Lot 2** : additionné de 1g d'extrait phénolique d'*Artemisia herba alba* par kg de viande.
- **Lot 3** : Additionné de 0,5 mg de vitamine C par kg de viande (**Sánchez-Escalante et al., 2001**).

### 5.2.3. Conservation des échantillons

Les trois lots de viande hachée et de saucisses ont été conservés dans les mêmes conditions :

- Réfrigération à +4°C pendant une semaine.
- Congélation à -18°C pendant 21 jours.

Les lots ont été emballés, avec un maximum de cinq morceaux de saucisses par barquette, recouverts d'un film plastique afin de préserver la qualité et la fraîcheur des produits.

### 5.2.4. Paramètres mesurés

Les paramètres mesurés portent sur la composition chimique et lipidique de la viande bovine hachée dans les trois lots (sans additif, avec l'extrait d'*Artemisia herba alba* et avec la vitamine C).

Les mesures chimiques incluent :

- La teneur en pH ;
- La teneur en matière sèche ;
- La teneur en matière minérale ;
- La teneur en protéines ;
- La teneur et le degré d'oxydation des lipides.

### 5.3. Cas de *Rosmarinus officinalis* avec la viande bovine

#### 5.3.1. Préparation des échantillons de viande bovine

#### 5.3.2. Application de l'extrait végétal

La viande bovine hachée a été répartie en deux lots :

- **Lot témoin** : Sans ajout d'additifs
- **Lot expérimental** : avec addition de 1g de l'extrait sec de *Rosmarinus officinalis* par kg de viande (Sánchez-Escalante et al., 2001).

Chaque lot est constitué de quatre unités d'environ 100g chacune.

#### 5.3.3. Conservation des échantillons

Les échantillons sont d'abord réfrigérés à 4°C jusqu' à la première partie de l'analyse, réalisée le jour même. Ensuite, ils sont congelés à -18°C pour une période de 21 jours. Avant la congélation, les lots sont conditionnés sous vide pour préserver leur qualité.

#### 5.3.4. Paramètres mesurés

Les paramètres mesurés concernent la composition chimique et lipidique de la viande de poulet de chair hachée, répartie en trois lots (sans additif et avec ajout d'additifs).

Les analyses effectuées comprennent :

- La teneur en pH ;
- La teneur en matière sèche ;
- La teneur en matière minérale ;
- La teneur en protéine ;
- La teneur en lipides.

### 6. Techniques analytiques

#### 6.1. Dosage quantitatif des composés bioactifs d'*Artemisia herba alba*

##### 6.1.1. Dosage des polyphénols totaux

La quantification des polyphénols a été réalisée par spectrophotométrie, suivant la méthode de Folin-Ciocalteu (**Singleton et al., 1999**). Les polyphénols oxydés interagissent avec le réactif Folin en formant un complexe bleu composé d'oxydes de tungstène et de molybdène. L'intensité de la coloration obtenue est proportionnelle à la quantité ou la concentration des composés phénoliques oxydés présents (**Boizot et Charpentier, 2006**).

Pour effectuer cette analyse, 1 ml de l'extrait est placé dans un tube à essai, puis 4 ml de carbonate de sodium ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$  à 7,5 %) et 5 ml du réactif de Folin-Ciocalteu (dilué 10 fois). Après agitation vigoureuse, le mélange est incubé à température ambiante, à l'abri de la lumière pendant 1 heure. L'absorbance est ensuite mesurée à 765 nm, avec un échantillon témoin composé de 1 ml d'eau distillée, 4 ml de carbonate de sodium et 5 ml de réactif de Folin.

Une courbe d'étalonnage est aussi réalisée avec l'acide gallique comme étalon standard de référence, et les résultats obtenus sont exprimés en milligrammes d'équivalent d'acide gallique par gramme de poids sec de la plante (mg EAG/g PS).

##### 6.1.2. Dosage des flavonoïdes

La méthode au trichlorure d'aluminium  $\text{AlCl}_3$  (**Kosalec et al., 2004**) légèrement modifiée, a été adoptée pour quantifier les flavonoïdes dans l'extrait d'*Artemisia herba alba*.

Dans cette procédure, 2 ml de la solution d'extrait (dissoute dans du méthanol) sont ajoutés à 2 ml de solution méthanolique d' $\text{AlCl}_3$  à 2%. Le mélange est ensuite bien agité et laissé reposer à température ambiante, à l'abri de la lumière, pendant 30 minutes. L'absorbance est mesurée à 430 nm.

La quantification des flavonoïdes est déterminée à l'aide d'une courbe d'étalonnage établie avec de la quercétine comme étalon de référence. Les résultats sont exprimés en milligramme équivalent de quercétine par gramme de poids sec de la plante (mg EQ/g PS).

##### 6.1.3. Détermination de l'activité antioxydante

###### ▪ Activité anti radicalaire DPPH

L'activité de piégeage du radical DPPH a été évaluée selon le protocole décrit par **Athamena et al., (2010)**. Pour cela, 50  $\mu\text{l}$  de chaque solution méthanolique des extraits à différentes concentrations ont été ajoutés à 1,95 ml de la solution méthanolique de DPPH

(0,025g/l). En parallèle, un témoin négatif a été préparé en mélangeant 50 µl de méthanol avec 1,95 ml de la solution méthanolique de DPPH.

Les absorbances ont été mesurées par rapport à un blanc spécifique pour chaque concentration, à 515 nm, après une incubation de 30 minutes dans l'obscurité, à température ambiante. Le contrôle positif était représenté par une solution d'un antioxydant standard, l'acide ascorbique, dont l'absorbance a également été mesurée dans les mêmes conditions que celles des échantillons pour chaque concentration (**Bougandoura, 2013**).

Le pourcentage d'activité de piégeage des radicaux libres (%) a été déterminé en utilisant la formule suivante :

$$I \% = 1 - \frac{\text{Abs contrôle négatif} - \text{Abs Echantillon}}{\text{Abs Contrôle négatif}} \times 100$$

Où :

I % : Pourcentage de l'activité anti-radicalaire (%).

Abs Echantillon : Absorbance de l'échantillon.

Abs Contrôle négatif : Absorbance du contrôle négatif (**Meddour, 2013**).

## 6.2. Analyses physico-chimique de *Rosmarinus officinalis*

### 6.2.1. Détermination du pH (Audigie et al., 1984)

Pour mesurer le pH de *Rosmarinus officinalis*, 10 g de poudre de la plante sont dissous dans 100 ml d'eau distillée. Après calibration du pH-mètre à l'aide de deux solutions tampons, l'une acide et l'autre neutre, la mesure du pH de la préparation est effectuée et le résultat est lu directement sur l'instrument de mesure.

### 6.2.2. Détermination de la teneur en matière sèche (AFNOR, 1985)

La teneur en matière sèche est déterminée conventionnellement par le poids d'une prise d'essai. Pour ce faire, 5 g de chaque échantillon sont déshydratés dans une étuve à 105 °C pendant 24h. La teneur en eau ou en matière sèche des échantillons est exprimée en g/100g de tissu.

La matière sèche (MS) de l'échantillon est calculée par la formule suivante :

$$MS(\%) = \frac{\text{Masse (ms)}_{(R)}}{\text{Masse (Ech)}_{(R)}} \times 100$$

Le pourcentage de la teneur en eau est calculé en appliquant le modèle mathématique suivant :

$$Teneur\ en\ eau\ (g/100g\ d'Ech) = (100 - MS\ (\%))$$

### 6.2.3. Détermination de la teneur en matière minérale (AFNOR, 1985)

La teneur en cendres des échantillons correspond au résidu obtenu après destruction de la matière organique par incinération à 550°C dans un four à moufle pendant 2 h et 30 minutes.

Les échantillons déshydratés sont chauffés à 550 °C pendant 2 heures, jusqu'à l'obtention de cendres blanches. La température du four est d'abord réglée à 250°C, puis augmente par paliers de 50 °C toutes les demi-heures jusqu'à atteindre 450 °C, avant d'être portée à 550°C pendant 3 heures.

Une fois les cendres devenues blanches, la température du four est abaissée à environ 200°C. Les creusets sont ensuite retirés du four et placés dans un dessiccateur. Lorsqu'ils ont refroidi à température ambiante, ils sont pesés.

La teneur en matière minérale (MM) de l'échantillon est calculée en appliquant la relation suivante :

$$Teneur\ en\ MM\ (\%) = \frac{M_2 - M_0}{M_1 - M_2} \times 100$$

Avec :

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

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

$M_2$  : Masse du creuset et des minéraux bruts (en gramme)

La teneur en MM est exprimée en g/100g d'échantillon.

## 6.3. Analyse physico-chimique de la viande

### 6.3.1. Cas de la viande bovine et du poulet de chair avec *Artemisia herba alba*

#### 6.3.1.1. Détermination du pH

Pour préparer la solution, prenez 1 g d'échantillon, broyer-le et ajouté 100 ml d'eau distillée. Mesurer ensuite le pH de la préparation en utilisant un pH-mètre, selon le protocole décrit par Audigie *et al.* (1984).

#### 6.3.1.2. Détermination de la teneur en matière sèche (AFNOR, 1985)

Comme déjà dit précédemment, la teneur en matière sèche est généralement mesurée par le poids d'un échantillon prélevé. Pour ce faire, 5 g de chaque échantillon sont séchés dans une étuve à 105 °C pendant 24h. La teneur en eau ou en matière sèche des échantillons est exprimée en g/100g de tissu.

La matière sèche (MS) de l'échantillon est calculée par la formule suivante :

$$MS(\%) = \frac{\text{Masse (ms)}_{(R)}}{\text{Masse (Ech)}_{(R)}} \times 100$$

Le pourcentage de la teneur en eau est calculé en appliquant le même modèle mathématique précédemment cité :

$$\text{Teneur en eau (g/100g d'Ech)} = (100 - MS (\%))$$

### 6.3.1.3. Détermination de la teneur en matière minérale (AFNOR ; 1985)

Comme déjà précité, La teneur en cendres est déterminée en mesurant le résidu restant après incinération des échantillons à 550 °C. Les échantillons déshydratés sont chauffés à cette température dans un four à moufle, suivant un programme de montée thermique spécifique jusqu'à obtention de cendres blanches. Une fois le chauffage terminé, les creusets sont refroidis à environ 200 °C, puis pesés après refroidissement complet dans un dessiccateur.

#### Calcul et expression des résultats :

La teneur en matière minérale (MM) de l'échantillon est calculée suivant la relation :

$$\text{Teneur en MM (\%)} = \frac{M_2 - M_0}{M_1 - M_0} \times 100$$

Avec :

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

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

$M_2$  : Masse du creuset et des minéraux bruts (en gramme)

La teneur en MM est exprimée en g/100g d'échantillon.

### 6.3.1.4. Dosage des lipides totaux selon la méthode de Folch *et al.* (1957)

Pour quantifier la teneur en matière grasse de la viande bovine, les lipides sont extraits d'un échantillon de masse connue en utilisant un mélange de solvants composé de chloroforme et de méthanol dans un rapport de 2 :1 (v/v).

Le protocole consiste à additionner un échantillon de 15 g de viande bovine à 60 ml du réactif de Folch, puis à le broyé pendant 2 minutes à l'aide d'un homogénéisateur. La solution obtenue est ensuite filtrée à l'aide d'un filtre en verre fritté afin de séparer les lipides des autres composants de l'échantillon. Après agitation et décantation pendant environ 2 heures, les phases deviennent incolores et limpides, séparées par un ménisque. Le chloroforme est ensuite évaporé

sous vide, ne laissant que les lipides. La masse des lipides séchés est alors mesurée par rapport au poids initial de l'échantillon.

Le pourcentage total de lipides est calculé en utilisant la formule suivante :

$$\text{Teneur en MG (\%)} = (P_2 - P_1 / P_0) \times 100$$

Avec :

P<sub>0</sub> : Prise d'essai (en gramme)

P<sub>1</sub> : Poids du ballon vide (en gramme)

P<sub>2</sub> : Poids du ballon contenant les lipides (en gramme)

La teneur en MG est exprimée en g/100g d'échantillon.

### 6.3.1.5. Dosage des protéines brutes selon la méthode de Lowry (1951)

Les protéines réagissent avec le réactif Folin-Ciocalteu, formant des complexes colorés, résultant de la réaction du phosphomolybdate avec la tyrosine et le tryptophane. L'intensité de la couleur varie en fonction de la quantité d'acides aminés aromatiques présents et dépend donc de la composition en protéines. Les densités optiques sont mesurées à 600 nm à l'aide d'un spectrophotomètre, contre un blanc qui contient tous les réactifs sauf les protéines.

Pour l'analyse, 1g de chaque type d'échantillon est broyé avec 25 ml d'eau physiologique sur glace. Le broyat est ensuite filtré à l'aide d'un papier filtre, puis 1 ml de ce filtrat est diluée dans 100 ml d'eau distillée. A partir de ce mélange, 1 ml est prélevé et introduit dans un tube à essai, auquel on rajoute le réactif de Lowry. Après un repos de 10 min, du Folin dilué de moitié est ajouté dans chaque tube. Les tubes sont ensuite agités pendant 2 min avec un homogénéisateur électrique, puis laissés au repos pendant 30 min à 4°C dans l'obscurité. La lecture des échantillons se fait au spectrophotomètre à une longueur d'onde de 600 nm et le sérum albumine bovin est utilisé comme protéine de référence pour étalonner les mesures.

Les densités optiques obtenues sont ensuite converties en pourcentage de protéines à l'aide d'une courbe d'étalonnage réalisée dans les mêmes conditions.

### 6.3.1.6. Estimation du degré d'oxydation des lipides de la viande

La méthode TBARS (Thiobarbituric Acid Reactive Substances) permet de déterminer l'effet de la conservation sur l'oxydation des lipides de la viande. L'indice TBA est mesuré ici en suivant la méthode adaptée par **Genot (1996)**.

Un échantillon de viande de 2 g est placé dans un tube de 25 ml contenant 16 ml d'acide trichloroacétique à 5% (p/v) et éventuellement 100 µl d'acide ascorbique (ou de Vitamine C).

Le mélange est homogénéisé 3 fois pendant 15 secondes à l'aide d'un homogénéisateur (Ultra-Turrax) à une vitesse de 20 000 tours par minute. Le broyat obtenu est filtré, puis 2 ml de ce filtrat sont additionnés à 2 ml d'acide thiobarbiturique. Les tubes scellés sont ensuite plongés dans un bain-marie à 70°C pendant 30 min, puis refroidis dans un bain d'eau froide pour arrêter la réaction. Enfin, l'absorbance du mélange réactionnel est mesurée à 532 nm à l'aide d'un spectrophotomètre. Les résultats sont exprimés en mg d'équivalent MDA (Malondialdéhyde) par kg de viande.

Les résultats sont calculés en appliquant la formule suivante :

$$\text{mg Eq MDA/kg} = (0.72/1.56) \times (A_{532} \times V_{\text{solvant}} \times V_f) \text{PE}$$

Avec :

$A_{532}$  : l'absorbance

$V_{\text{solvant}}$  : Volume de la solution de dilution TCA en ml

$V_f$  : Volume du filtrat prélevé.

PE : Prise d'essai en gramme

### 6.3.2. Cas de la viande bovine avec *Rosmarinus officinalis*

#### 6.3.2.1. Détermination du pH

Afin de préparer la solution, prélevez 1g d'échantillon de viande bovine, puis homogénéisez-le dans 100 ml d'eau distillée à l'aide d'un broyeur.

Après étalonnage du pH-mètre, mesurez le pH de la solution. Notez le résultat obtenu (**Audigie et al., 1984**).

#### 6.3.2.2. Détermination de la teneur en matière sèche (AFNOR, 1985)

La mesure de l'humidité permet de quantifier la teneur en eau des aliments. Le principe repose sur la perte d'eau et de substances volatiles à 103°C.

Un échantillon de viande hachée homogénéisée, pesant entre 2,5 à 5 g est placé dans un creuset de masse à vide, préalablement taré.

L'échantillon est réparti uniformément dans le creuset, puis mis à sécher dans une étuve à 103°C pendant un maximum de 4 heures (le temps étant compté à partir de l'atteinte de cette température). A la fin du séchage, l'échantillon est retiré rapidement pour éviter toute réabsorption d'humidité par contact avec l'air, puis placé dans un dessiccateur sous vide. Il est refroidi à température ambiante sous vide pendant environ 1 heure, après quoi le creuset est pesé avec une précision de 0,1mg.

Chaque échantillon fait l'objet de trois déterminations successives, et la différence entre les résultats ne doit pas dépasser 0,2 % d'humidité (**AFNOR, 1985**).

Les résultats sont calculés en appliquant les formules suivantes :

$$Teneur\ en\ humidité\ (\%) = \frac{(P_1 - P_2) \times 100}{(P_1 - P_0)}$$

$$Teneur\ en\ Matière\ Sèche\ (\%) = 100 - Humidité\ (\%)$$

$P_0$  = Poids du creuset vide ;

$P_1$  = Poids du creuset + l'aliment frais,

$P_2$  = Poids du creuset vide + l'aliment après étuvage.

### 6.3.2.3. Détermination de la teneur en matière minérale (AFNOR, 1985)

La teneur en cendres des échantillons correspond au résidu restant après incinération de la matière organique à 550°C dans un four à moufle pendant 2 h 30 min. Les échantillons préalablement déshydratés sont progressivement chauffés à 550°C, en augmentant la température par paliers, jusqu'à obtention des cendres blanches. Une fois la combustion achevée, les creusets sont refroidis à environ 200°C, placés dans un dessiccateur, puis pesés à température ambiante.

La teneur en matière minérale (MM) de l'échantillon est calculée suivant la formule :

$$Teneur\ en\ MM\ (\%) = \left( \frac{M_2 - M_0}{M_1 - M_2} \right) \times 100$$

Avec :

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

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

$M_2$  : Masse du creuset et des minéraux bruts (en gramme)

La teneur en MM est exprimée en g/100g d'échantillon

### 6.3.2.4. Dosage des lipides totaux

La méthode SOXHLET, décrite par **Multon (1991)**, utilise la capacité de l'hexane à solubiliser les lipides pour les extraire des échantillons de viande.

Le processus d'extraction se déroule comme suit : on pèse précisément 5 g de viande, en notant le poids exact, et on place cet échantillon dans une cartouche d'extraction. La cartouche est ensuite insérée dans l'appareil SOXHLET, recouverte de coton ou d'un linge propre. On prépare un ballon en y versant 500 ml d'hexane, puis on assemble l'appareil conformément au schéma, tout en vérifiant le montage avec l'assistant. Le réfrigérant est alimenté avec un cryostat thermostaté de 0 à 4°C, et la température du chauffe-ballon est réglée à 60°C pour éviter toute surchauffe. L'extraction se fait par 4 à 6 cycles de siphonage, après quoi le chauffe-ballon est éteint et le cryostat arrêté. Le solvant est ensuite évaporé à l'aide d'un évaporateur rotatif (ROTA VAPOR) pour récupérer les lipides.

Pour éviter l'ébullition de l'huile et une modification éventuelle de l'acidité, le ballon contenant les lipides est placé à l'étuve à 103°C pendant 30 minutes, puis au dessiccateur pendant 30 minutes supplémentaire. On répète ces étapes de séchage et de pesée jusqu'à l'obtention d'un poids constant.

Le pourcentage de lipides totaux est ensuite calculé à partir des pesées effectuées en utilisant formule suivante :

$$\text{Teneur en MG (\%)} = \left( \frac{P_2 - P_1}{P_0} \right) \times 100$$

Avec :

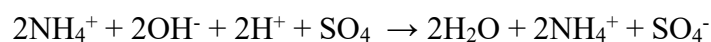
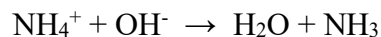
$P_0$  : Prise d'essai (en gramme)

$P_1$  : Poids du ballon vide (en gramme)

$P_2$  : Poids du ballon contenant les lipides (en gramme)

### 6.3.2.5. Dosage des protéines brutes par la méthode de Kjeldahl

La méthode de Kjeldahl, décrite par **Lynch et al. (1998)**, permet de déterminer les protéines totales à partir de la mesure de l'azote contenu dans l'échantillon. Ce dernier est d'abord minéralisé avec de l'acide sulfurique concentré à chaud en présence d'un catalyseur, transformant ainsi l'azote organique en sulfate d'ammonium. L'ammonium est ensuite déplacé de son sel par une solution de soude, puis l'ammoniac ainsi produit est distillé et recueilli dans une solution d'acide borique. Enfin, il est dosé par titration avec de l'acide sulfurique.



#### Mode opératoire

- **Minéralisation** : Environ 0,5 g de l'échantillon est pesé et placé dans un tube de minéralisation avec une pastille de catalyseur et 20 ml d'acide sulfurique concentré. L'échantillon est chauffé à 420°C pendant environ 30 minutes jusqu'à l'obtention d'un résidu vert clair.
- **Distillation** : Après refroidissement, le contenu est distillé. On place 20 ml d'acide borique avec un indicateur coloré dans une fiole conique, adaptée au réfrigérant de l'unité de distillation. Une solution alcaline (80 ml de soude) neutralise l'échantillon, permettant l'entraînement de l'ammoniac par vapeur d'eau en 6 minutes.
- **Titration** : La solution recueillie est titrée avec de l'acide chlorhydrique (0,1N) jusqu'à un changement de couleur indiquant la fin de la réaction.

La teneur en protéines brutes est obtenue en multipliant la teneur en azote par le coefficient 6,25.

La formule utilisée est la suivante :

$$\text{Teneur en protéines brutes (\%)} = [(V \times 1.4008 \times 100) / \text{PMF}] \times 6.25$$

Où :

- V est le volume d'acide sulfurique utilisé lors de la titration,
- PMF est le poids de la matière fraîche de l'échantillon.

Cette méthode ne distingue pas entre l'azote protéique et non protéique.

### 6.4. Analyse sensorielle de la viande bovine (saucisses)

L'analyse sensorielle de la viande bovine a été effectuée sur des saucisses provenant de différents lots : sans additifs, avec *Artemisia herba alba*, et avec la vitamine C, après une conservation à -18°C durant 21 jours. L'évaluation a impliqué 16 dégustateurs, incluant des enseignants et étudiants spécialisés en alimentation.

Les échantillons ont été jugés sur la couleur, l'humidité de surface, la tendreté, la jutosité et la saveur, permettant d'établir un classement de préférence.

Chaque échantillon, codé de manière aléatoire avec trois chiffres, a été présenté dans un ordre équilibré et aléatoire.

Les saucisses ont été grillées à 70°C avant dégustation, un mode de cuisson souvent privilégié pour améliorer la tendreté, la saveur et la jutosité, comme le souligne **Alfaifi Bandar (2023)**.

Il est noté que la cuisson sèche et rapide est recommandée pour les viandes pauvres en tissu conjonctif, tandis que la cuisson humide et lente est préférable pour celles riches en collagène, permettant ainsi sa gélatinisation (**Cazeau, 1997**).

Les dégustateurs ont utilisé des échelles structurées de 10 cm pour évaluer les attributs d'apparence, d'odeur, de saveur, de texture, et l'acceptabilité globale. La session s'est tenue dans une salle dédiée à l'analyse sensorielle, conforme à la norme **ISO 8589 (2007)**. De l'eau plate et des crackers non salés étaient fournis pour neutraliser les saveurs entre les échantillons et éviter toute interférence sensorielle.

### 6.5. Traitements statistiques des données

Les données ont été traitées statistiquement en répétant chaque essai trois ou cinq fois, et les résultats ont été exprimés sous forme de moyenne  $\pm$  écart-type.

Le logiciel Stat Box a été utilisé pour analyser les résultats des tests physicochimiques et organoleptiques relatifs à la viande bovine.

Concernant la viande de poulet de chair, l'analyse statistique a été effectuée avec le logiciel SPSS, version 20. Des statistiques descriptives, telles que la moyenne et l'écart-type, ont été calculées pour chaque variable. Les effets des traitements et de la durée de conservation ont été évalués à l'aide d'une analyse de variance à deux facteurs, en utilisant la procédure GLM (General Linear Model).

# **Résultats et Discussion**

## Résultats et Discussion

### 1. Rendement d'extraction de l'*Artemisia herba alba*

Le rendement a été déterminé par rapport à 10 grammes de matière végétale récoltée, dans la région de Tiaret a donné 28,4%, bien que le rendement de la plante de la région d'El Bayedh qui a révélé un pourcentage de 20,71 %.

Nous avons remarqué que le rendement d'extraction de l'*Artemisia herba alba* de la région de Tiaret est le plus élevé, par rapport aux rendements obtenues de feuilles et tiges de la région d'El Bayedh sur la même plante. La différence de rendement entre les deux extraits de la plante *Artemisia herba alba* est due à la composition chimique qui diffère d'un extrait à l'autre, puisque l'origine de la matière végétale des deux extraits est différente.

De nombreuses études ont démontré que le rendement d'extraction de l'extrait d'*Artemisia herba alba* est variable en fonction de la situation géographique et des méthodes d'extraction (**Dahmani-Hamzaoui et al., 2021**).

Les recherches menées sur les espèces d'*Artemisia herba alba* ont montré une variabilité des rendements d'extraction et de la composition chimique en fonction de la situation géographique, de la période de récolte, des techniques d'extraction et du solvant utilisé (**Endrias, 2006 ; Ghanmi et al., 2010 ; Benmeziane et al., 2023**).

### 2. Dosage quantitatif des composés bioactifs d'*Artemisia herba alba herba alba*

#### 2.1. Teneur en polyphénols

La teneur en polyphénols de l'extrait méthanolique est obtenue à partir d'une courbe d'étalonnage ( $y=71,45x + 0,09$ ) ;  $R^2$  0,9842 établi avec des concentrations croissantes en acide gallique, elles sont exprimées en mg d'équivalent d'acide gallique par gramme de l'extrait brute (**Annexes : Courbe d'étalonnage de l'acide gallique**).

L'analyse de la teneur en polyphénols totaux a révélé que l'extrait méthanolique d'*Artemisia herba alba* issue de Tiaret contient 366 mg équivalents d'acide gallique (EAG) par 100g de poids sec (mg EAG/100g PS) bien que l'extrait de la deuxième plante d'El Bayedh renferme 850 mg EAG/100g PS. Ces deux concentrations restent supérieures aux valeurs précédemment rapportées par **Kheir-eddine (2013)** avec 236,61 mg EAG/100g PS de composés phénoliques totaux. Cette teneur suggère une certaine richesse en polyphénols de l'échantillon analysé dans le cadre de notre étude.

## Résultats et Discussion

Les variations observées dans la teneur en polyphénols peuvent être attribuées à plusieurs facteurs notamment des aspects génétiques, environnementaux et techniques qui jouent un rôle crucial dans la variabilité des composés phénoliques, affectant à la fois la quantité et la qualité selon les espèces et les stades de développement (**Nurzynska-Wierdak, 2023**). D'après **Rapinski et al. (2014)**, le taux de polyphénols varie selon des facteurs environnementaux tels que, la température, le rayonnement solaire, la sécheresse et la photopériode ont un impact significatif sur la production de composés phénoliques.

### 2.2. Teneur en flavonoïdes

Le dosage des flavonoïdes a été réalisé selon la méthode de trichlorure d'aluminium ( $AlCl_3$ ), dont la quercétine a été utilisée comme étalon. L'absorbance a été lue dans une longueur d'onde de 430 nm. Les résultats obtenus sont représentés dans une courbe d'étalonnage, ayant l'équation:

$$y = 0,032x + 0,072 \text{ (avec } R^2 = 0,998)$$

La quantité des flavonoïdes a été rapportée en milligramme d'équivalent de la quercétine par gramme de poids sec de l'extrait (mg EQ/100g PS) (**Annexes : courbe d'étalonnage de la quercitine**).

À partir de la courbe d'étalonnage, la concentration des flavonoïdes est de 17,13 mg EQ/100g PS, pour l'extrait méthanolique de l'armoise blanche. Cette quantité apparaît comme étant inférieure à celle trouvée par **Kheir-eddine (2013)** (20,61mg EQ/100g PS).

La distribution des métabolites secondaires peut changer pendant le développement de la plante. Celle-ci peut être liée aux conditions pédoclimatiques sévères telle que : la température élevée, exposition solaire, sécheresse et salinité, qui stimulent la biosynthèse des métabolites secondaires tels que les polyphénols (**Fallah et al., 2008**). Il a été prouvé que leurs teneurs et celles des flavonoïdes sont élevées lorsque le milieu de vie de la plante n'est pas adéquat. Dans ce cas la plante privilégie la synthèse des métabolites secondaires afin de s'adapter et de survivre (**Apak et al., 2007**).

## Résultats et Discussion

### 2.3. Analyse de l'activité anti-radicalaire (DPPH)

L'activité anti-oxydante exprime la capacité de réduction des radicaux libres. Pour l'extrait des échantillons de la présente étude, nous avons employé la méthode au DPPH, ce radical libre présente une coloration violet sombre, lorsqu'il est piégé par des substances anti-oxydantes, la forme réduite confère à la solution une coloration jaune pâle. Le virage vers cette coloration et l'intensité de la décoloration de la couleur de la forme libre en solution dépend de la nature, la concentration et la puissance de la substance anti-radicalaire.

L'absorbance du DPPH est mesurée à 517 nm, les résultats obtenus représentés dans une courbe d'étalonnage, ayant l'équation :

$$y = -1,490x + 100,2 \text{ (avec } R^2 = 0,995)$$

La concentration requise pour la neutralisation et la stabilité de 50% de la concentration du DPPH (IC50) est de 33,69 mg/ml. Le présent extrait possède une capacité de réduction du radical libre puissante, puisqu'elle agisse à de faible dose. En ce qui concerne l'activité de piégeage du radical DPPH, nous remarquons que l'extrait d'armoise blanche réduit la concentration de ce radical. Ces résultats montrent clairement que l'extrait d'armoise blanche a un grand pouvoir antioxydant à différentes concentrations. La concentration qui représente 50% d'inhibition (IC50) est de 33, 69 mg/ml (**Annexes : courbe d'étalonnage de DPPH**).

### 3. Analyses physico-chimiques de *Rosmarinus officinalis*

#### 3.1. pH

L'utilisation de l'additif de *Rosmarinus officinalis*, peut légèrement entraîner certaines modifications de la viande hachée, notamment au niveau des caractéristiques physico-chimiques, qui peuvent avoir des conséquences positives ou négatives sur la qualité finale de la viande.

D'après les résultats obtenus, la poudre utilisée comme additif a un pH de 6,03 qui est très proche à celui de la viande (6,28 : pH physiologique).

#### 3.2. Teneur en matière minérale

La teneur en cendres représente la quantité totale en sels minéraux présente dans un échantillon. Une teneur en sel minéraux faible explique une teneur élevée en matière organique. D'après les résultats élaborés par **Arslan et al. (2007)**, le romarin possède une quantité importante d'éléments minéraux.

Les résultats montrent que la matière végétale sèche utilisée dans cette étude a un pourcentage de cendres de 5,04 %. Ces résultats sont conformes au résultat de 8 % rapporté par **Benaniba et Rahal (2022)**.

## Résultats et Discussion

### 4. Analyse physico-chimique de la viande

#### 4.1. Cas de la viande bovine et du poulet de chair additionnée d'*Artemisia herba alba*

##### 4.1.1. Cas de la viande du poulet de chair

##### 4.1.1.1. Teneur en matière sèche

La teneur en matière sèche de la viande de poulet de chair durant une période de 15 jours de conservation à -18 °C (sans additif, avec l'extrait de l'armoise blanche et vitamine C) est illustrée dans le tableau 5.

**Tableau 5.** Teneur en matière sèche de la viande de poulet de chair exprimée en pourcentage (%). Chaque valeur est la moyenne de 3 échantillons (n=3) suivie de l'écart type.

	Traitement	Durée	Teneur en matière sèche (%)
	<b>Témoin</b>	J <sub>4</sub>	23,93 ± 1,07 <sup>c</sup>
		J <sub>8</sub>	26,10 ± 0,64 <sup>a</sup>
		J <sub>15</sub>	23,30 ± 0,84 <sup>c</sup>
	<b>Armoise</b>	J <sub>4</sub>	24,07 ± 0,77 <sup>b</sup>
		J <sub>8</sub>	23,47 ± 0,65 <sup>c</sup>
		J <sub>15</sub>	24,57 ± 0,77 <sup>b</sup>
	<b>Vit C</b>	J <sub>4</sub>	25,50 ± 0,92 <sup>a</sup>
		J <sub>8</sub>	25,63 ± 1,51 <sup>a</sup>
		J <sub>15</sub>	23,67 ± 0,39 <sup>c</sup>
<b>Effet facteur</b>	P<0,05	P<0,05	

Les résultats sont exprimés en moyennes ± écart types. P<0,05 = Significatif. Les valeurs en ligne affectées de lettres différentes sont significativement différentes (a, b, c).

Les résultats montrent que le type d'additif et la durée de conservation ont entraîné un effet significatif (P<0,05) sur la proportion de la matière sèche. Globalement, les teneurs en matière sèche ont évolué d'une manière légèrement significative.

Le muscle peut contenir de 60 à 80 % d'eau dont 90 à 95 % sous forme libre et 5 à 10 % sous forme liée (Coibion, 2008). La viande de poulet de chair a un taux d'humidité de l'ordre de 75 % (Kamoun, 1993). La teneur en eau du muscle est variable selon l'âge de l'animal, le type de muscle et surtout la teneur en lipides.

La teneur en eau varie avec l'âge en sens inverse, une viande jeune et /ou maigre contient 70% d'eau et 10% lipides. Tandis qu'une viande issue d'un animal âgé et /ou grasse contient 60% d'eau et 20 % de lipides (Craplet et al., 1979).

## Résultats et Discussion

### 4.1.1.2. Teneur en matière minérale

L'évolution de la teneur en matière minérale de la viande de poulet de chair durant une période de 15 jours de conservation est présentée dans le tableau 6.

**Tableau 6.** Teneurs en matière minérale de la viande de poulet de chair exprimés en (%). Chaque valeur est la moyenne de 3 échantillons (n=3) suivie de l'écart type.

Traitement	Durée	Teneur en matière minérale (%)
<b>Témoin</b>	J <sub>4</sub>	2,10 ± 0,25 <sup>b</sup>
	J <sub>8</sub>	1,90 ± 0,29 <sup>c</sup>
	J <sub>15</sub>	1,65 ± 0,21 <sup>c</sup>
<b>Armoise</b>	J <sub>4</sub>	1,86 ± 0,28 <sup>c</sup>
	J <sub>8</sub>	2,04 ± 0,42 <sup>b</sup>
	J <sub>15</sub>	2,21 ± 0,40 <sup>b</sup>
<b>Vit C</b>	J <sub>4</sub>	1,21 ± 0,13 <sup>c</sup>
	J <sub>8</sub>	3,49 ± 0,21 <sup>a</sup>
	J <sub>15</sub>	2,10 ± 0,25 <sup>b</sup>
<b>Effet facteur</b>	P<0,05	P<0,05

Les résultats indiquent que le type d'additif et la durée de conservation ont entraîné un effet significatif ( $p < 0,05$ ) sur la proportion de matière minérale. Globalement, les teneurs en matière minérale ont évolué d'une manière légèrement significative. La viande de poulet de chair additionnée d'extrait d'armoïse blanche apparaît plus riche en matière minérale de l'ordre de 2,21% à 15 jours de conservation, par rapport aux échantillons témoin (1,65%) et à celui contenant de la Vitamine C (2,10%). Cette différence est vraisemblablement attribuée à l'effet de l'addition de l'extrait d'*Artemisia herba alba*.

### 4.1.1.3. Teneur en lipides totaux

Les teneurs en lipides totaux de la viande de poulet de chair sont rapportées dans le tableau 7.

Les résultats (Tableau 7) démontrent que le type d'additif a entraîné un effet significatif ( $P < 0,05$ ) sur les proportions des lipides. Une élévation en teneur lipidique a été constatée avec l'échantillon traité avec de l'armoïse, tandis qu'une diminution de l'échantillon traité avec la Vitamine C par rapport au témoin (viande sans additif). Dans ce cas, les teneurs lipidiques évoluent d'une manière significative, même si la durée de conservation n'apparaît pas avoir un effet significatif.

## Résultats et Discussion

**Tableau 7.** Teneurs en lipides totaux de la viande de poulet de chair exprimés en pourcentage (%). Chaque valeur est la moyenne de 3 échantillons (n=3) suivie de l'écart type.

	Traitement	Durée	Teneur en Lipides totaux (%)
	<b>Témoin</b>	J <sub>4</sub>	2,43 ± 0,93 <sup>b</sup>
		J <sub>8</sub>	3,50 ± 0,75 <sup>a</sup>
		J <sub>15</sub>	2,75 ± 0,83 <sup>b</sup>
	<b>Armoise</b>	J <sub>4</sub>	4,99 ± 1,84 <sup>a</sup>
		J <sub>8</sub>	4,39 ± 1,13 <sup>a</sup>
		J <sub>15</sub>	4,76 ± 1,21 <sup>a</sup>
	<b>Vit C</b>	J <sub>4</sub>	1,82 ± 0,50 <sup>c</sup>
		J <sub>8</sub>	2,18 ± 0,31 <sup>b</sup>
		J <sub>15</sub>	2,38 ± 0,65 <sup>b</sup>
<b>Effet facteur</b>	P<0,05	NS	

Les résultats sont exprimés en moyennes ± écart types. p<0,05 = Significatif. NS : Non Significatif. Les valeurs en ligne affectées de lettres différentes sont significativement différentes (a, b, c).

Pour l'échantillon traité avec de la Vitamine C en comparaison avec le témoin, la teneur en lipides semble être comparable durant les trois étapes d'analyses.

Après une durée de conservation de 15 jours à une température de congélation de -18°C, nous avons constaté qu'avec l'addition de l'extrait d'*Artemisia herba alba* il y a eu une augmentation de la teneur des lipides, par rapport au témoin. L'extrait de l'armoise blanche contient des huiles essentielles qui se composent surtout de terpènes. Des études montrent que la plante d'*Artemisia herba alba* est plus riche en matière grasse (4,2%) qui joue un rôle important dans l'alimentation ovine car c'est une source d'énergie et d'engraissement naturel (Eloukili, 2013).

Selon Hwang et al., (2013), l'ajout d'un extrait d'*Artemisia herba alba* s'est révélé efficace pour retarder l'oxydation des lipides des galettes de poulet crues stockées pendant 12 jours à 4°C en réfrigération, ce qui a pour effet de prolonger la durée de conservation des galettes de poulet.

### 4.1.1.4. Teneur en protéines

La teneur en protéines de la viande de poulet de chair durant une période de 15 jours de conservation (sans additif, avec l'extrait de l'armoise blanche et vitamine C) est donnée dans le tableau 8.

## Résultats et Discussion

**Tableau 8.** Teneurs en protéines de la viande de poulet de chair exprimés en pourcentage (%).  
Chaque valeur est la moyenne de 3 échantillons (n=3) suivie de l'écart type.

	Traitement	Durée	Teneur en protéines (%)
	<b>Témoin</b>	J <sub>4</sub>	19,63 ± 1,41 <sup>a</sup>
		J <sub>8</sub>	19,20 ± 1,16 <sup>a</sup>
		J <sub>15</sub>	18,96 ± 1,24 <sup>b</sup>
	<b>Armoise</b>	J <sub>4</sub>	19,23 ± 1,13 <sup>a</sup>
		J <sub>8</sub>	18,81 ± 1,08 <sup>b</sup>
		J <sub>15</sub>	18,29 ± 1,57 <sup>b</sup>
	<b>Vit C</b>	J <sub>4</sub>	17,53 ± 0,90 <sup>c</sup>
		J <sub>8</sub>	18,86 ± 0,81 <sup>b</sup>
		J <sub>15</sub>	18,62 ± 0,84 <sup>b</sup>
<b>Effet facteur</b>	P<0,05	NS	

Les résultats sont exprimés en moyennes ± écart types. P<0,05 = Significatif. NS : Non Significatif. Les valeurs en ligne affectées de lettres différentes sont significativement différentes (a, b, c).

La teneur en protéines est restée relativement stable. Le taux de protéines dans l'armoise blanche est de 4,7%. La plus grande partie des protéines végétales est concentré dans la partie supérieure de la plante et dépend des conditions pédoclimatiques.

Le pourcentage protéique varie avec l'âge et l'engraissement de l'animal, mais aussi très fortement avec la position anatomique du morceau sur l'animal (**Virling, 2003**). Les valeurs extrêmes de teneurs protéiques des viandes de volaille, quelle que soit l'âge et l'espèce (Dinde ou Poulet), se situent entre 20 et 24 % pour l'escalope et 16 et 20 % pour le pilon (**CDIEF, 2003**).

La viande de poulet de chair a une teneur en protéines de 19 % à 23 %, et elle évolue avec l'âge de l'animal (**Monin, 1991 ; Pereira et Vicenete, 2013**).

### 4.1.1.5. Estimation du degré d'oxydation des lipides de la viande

L'analyse de variance pour les résultats de TBARS indique que les valeurs TBA ont montré un effet significatif (P<0.05) par les deux paramètres simultanément : la durée de conservation et la nature de l'additif.

L'indice TBA de l'oxydation des lipides dans la viande de poulet de chair durant une période de 15 jours de conservation (sans additif, avec l'extrait de l'armoise blanche et vitamine C) est illustré dans le tableau 9.

## Résultats et Discussion

D'après les analyses statistiques, le type d'additif et la durée de conservation ont montré un effet significatif sur le niveau de l'oxydation des lipides de la viande de poulet de chair.

On a constaté des augmentations sur la peroxydation lipidique et les teneurs en MDA, particulièrement dans la viande sans additif, et légèrement dans la viande avec Vitamine C. Toutefois, une diminution de cette teneur a été observée sur la viande additionnée de l'armoise blanche.

L'ajout de la vitamine C dans la formulation du poulet de chair protège les lipides du phénomène de peroxydation au cours de la période de conservation qui était de quinze jours. Les valeurs de TBA décelées au cours des quatre premiers jours de stockage sont de 0,02 mg équivalent MDA/kg de poulet contre 0,04 mg équivalent de MDA/kg de viande de poulet témoin (sans additif), soit une différence de l'ordre de 34%.

Au bout du huitième jour de conservation, les valeurs TBA ont continué à augmenter dans les deux lots, mais moins intensément ( $P < 0,05$ ) dans les viandes traitées avec la vitamine C et sans additifs, avec des valeurs respectives de 0,02 contre 0,04 mg équivalent de MDA/kg de viande de poulet.

**Tableau 9.** Variation de la teneur en MDA de la viande de poulet de chair exprimée en mg eq MDA/Kg. Chaque valeur est la moyenne de 3 échantillons ( $n=3$ ) suivie de l'écart type.

Traitement	Durée	Teneur en MDA mg eq/Kg
<b>Témoin</b>	J <sub>4</sub>	0,04 ± 0,00 <sup>b</sup>
	J <sub>8</sub>	0,05 ± 0,01 <sup>a</sup>
	J <sub>15</sub>	0,06 ± 0,01 <sup>a</sup>
<b>Armoise</b>	J <sub>4</sub>	0,02 ± 0,01 <sup>c</sup>
	J <sub>8</sub>	0,02 ± 0,00 <sup>c</sup>
	J <sub>15</sub>	0,02 ± 0,01 <sup>c</sup>
<b>Vit C</b>	J <sub>4</sub>	0,02 ± 0,02 <sup>c</sup>
	J <sub>8</sub>	0,03 ± 0,00 <sup>b</sup>
	J <sub>15</sub>	0,05 ± 0,01 <sup>a</sup>
<b>Effet facteur</b>	P<0,05	P<0,05

Les résultats sont exprimés en moyennes ± écart types.  $P < 0,05$  = Significatif. MDA= Malondialdéhyde. Les valeurs en ligne affectées de lettres différentes sont significativement différentes (a, b, c).

D'après les analyses statistiques, le type d'additif et la durée de conservation ont montré un effet significatif sur le niveau de l'oxydation des lipides de la viande de poulet de chair.

On a constaté des augmentations sur la peroxydation lipidique et les teneurs en MDA, particulièrement dans la viande sans additif, et légèrement dans la viande avec Vitamine C. Toutefois, une diminution de cette teneur a été observée sur la viande additionnée de l'armoise blanche.

## Résultats et Discussion

L'ajout de la vitamine C dans la formulation du poulet de chair protège les lipides du phénomène de peroxydation au cours de la période de conservation qui était de quinze jours. Les valeurs de TBA décelées au cours des quatre premiers jours de stockage sont de 0,02 mg équivalent MDA/kg de poulet contre 0,04 mg équivalent de MDA/kg de viande de poulet témoin (sans additif), soit une différence de l'ordre de 34%.

Au bout du huitième jour de conservation, les valeurs TBA ont continué à augmenter dans les deux lots, mais moins intensément ( $P < 0.05$ ) dans les viandes traitées avec la vitamine C et sans additifs, avec des valeurs respectives de 0,02 contre 0,04 mg équivalent de MDA/kg de viande de poulet.

Les valeurs TBA enregistrés pendant la durée restante d'entreposage ont évolué dans le même sens avec des valeurs aux quinzièmes jours, de 0,05 mg équivalent de MDA/kg de viande haché additionné de la vitamine C et 0,06 mg équivalent de MDA/kg de viande de poulet témoin, soit un écart de 18,33%

Ces résultats démontrent que l'acide ascorbique a entraîné une diminution de la teneur en MDA dans la viande de poulet de chair. L'acide ascorbique était largement utilisé pour prolonger la durée de leur conservation et protéger la couleur rouge vive, même à des températures supérieures à 9 °C (**Wheeler et al., 1996**). C'est l'un des agents réducteurs capable d'inhiber la peroxydation lipidique par inactivation des radicaux libres (**Decker et Mei, 1996**).

L'ajout de l'extrait de l'armoise blanche dans la formulation du poulet de chair a également protégé les lipides du phénomène de peroxydation. Les valeurs TBA décelées au cours des quatre premiers jours de stockage de 0,02 mg équivalent MDA/kg de viande de poulet contre 0,04 mg équivalent de MDA/kg de viande de poulet témoin, d'un un écart chiffré à plus de 45%

Au huitième jour de conservation, les valeurs TBA ont continué à augmenter dans les deux lots mais moins intensément ( $P < 0,05$ ) dans les viandes traitées avec l'extrait que dans celles qui contiennent l'additif vit C, avec des valeurs respectives de 0,02 contre 0,05 mg équivalent de MDA/kg de viande de poulet soit une différence de plus de la moitié par rapport à la valeur initiale.

Les valeurs TBA enregistrées pendant la durée restante d'entreposage ont évolué dans le même sens avec des valeurs au quinzième jour, de 0,02 mg équivalent de MDA/kg de viande haché additionné d'extrait et 0,06 mg équivalent de MDA/kg de viande de poulet témoin.

On remarque aussi que les teneurs en MDA augmentent significativement ( $P < 0,05$ ) pendant les quinze jours de conservation dans la viande de témoin. Ces résultats concordent avec ceux de **Gokalp et al., (1983)** et **Kuo et al. (1987)** qui ont expliqué cela par le fait que durant le stockage, le malondialdéhyde produit intermédiaire de l'oxydation des lipides et par

## Résultats et Discussion

la suite oxydés en d'autres composés organiques et en alcools qui ne peuvent plus réagir au TBA. C'est sans doute pour cette raison, que les valeurs TBA commencent à se stabiliser.

Cette étude a montré que les valeurs de MDA ont diminué dans les lots traités, ce qui suggère que l'extrait de l'*Artemisia herba alba* a une activité antioxydante. Cela corrobore les résultats réalisés, qui ont démontré une forte activité antioxydante et une teneur élevée en composés phénoliques dans cette plante médicinale rencontrée dans les parcours steppiques d'Algérie. Il a été également noté dans cette étude que cette plante est dotée de forts pièges de radicaux libres et peuvent être considérés comme une bonne source d'antioxydants naturels à des fins médicinales et commerciale et conservatrices (**Djeridane et al., 2006**).

L'excès de radicaux libres est la principale cause de la peroxydation des lipides. La stabilité oxydative de la viande de volaille après l'abattage est liée à la capacité de piégeage des radicaux libres de la musculature et à la supplémentation en antioxydants alimentaires (**Zhang et al., 2015**). Les composés phénoliques et les flavonoïdes présents dans l'*Artemisia herba alba* (**Zheng et Wang, 2001 ; Cai et al., 2004**) peuvent être utilisés comme antioxydants en raison de leur capacité à réduire la formation de radicaux libres et à les piéger (**Shahidi et al., 1992 ; Pietta, 2000**). Des études antérieures ont démontré qu'*Artemisia annua* possède des profils phénoliques et des flavonoïdes diversifiés (**Brisibe et al., 2009 ; Ferreira et al., 2010**). D'après **Wan et al. (2017)**, les composés phénoliques, les flavonoïdes et les profils nutritionnels ont permis d'établir que l'*Artemisia annua* est un excellent fournisseur d'antioxydants pour la volaille.

### 4.1.2. Cas de la viande bovine (viande hachée et saucisses) avec *Artemisia herba alba*

#### 4.1.2.1. Viande hachée

##### 4.1.2.1.1. pH

L'analyse de la variance a révélé un effet significatif ( $P < 0,05$ ) du traitement et de la durée de conservation sur le pH (tableau 10). Le lot sans additif présentait des valeurs de pH inférieures à celles des lots avec *Artemisia herba alba* et vitamine C, dont les valeurs étaient presque identiques. Un pH compris entre 5,4 et 5,6 est considéré comme souhaitable pour la viande (**Young et al., 2004**), tandis qu'un pH de 6,9 indiquerait un début d'altération. Il est bien établi que la variation du pH influence fortement la conservation et la transformation des viandes (**Bruce et Ball, 1990**).

Nos résultats, avec un pH de 5,4 - 5,8 correspondant à une viande de bœuf de haute qualité selon **Śmiecińska et al. (2015)**, sont comparables aux tendances précédemment observées pour la viande de poulet crue traitée avec divers extraits d'épices (**Radha-Krishnan et al., 2014**). La réfrigération provoque généralement une augmentation progressive du pH (**Bhat et al., 2013**).

## Résultats et Discussion

**Tableau 10.** Évolution des valeurs du pH de la viande hachée de bœuf selon la durée et le mode de conservation. Chaque valeur est la moyenne de 5 échantillons (n=5) suivie de l'écart type.

	<i>Sans additif</i>					<i>Artemisia herba alba</i>					<i>Vitamine C</i>					<i>Effet facteur</i>		
	<i>Réfrigération 4°C</i>		<i>Congélation-18 °C</i>			<i>Réfrigération</i>		<i>Congélation</i>			<i>Réfrigération</i>		<i>Congélation</i>			<i>Traitement</i>	<i>Durée</i>	
<i>pH</i>	<i>J0</i>	<i>J7</i>	<i>J7</i>	<i>J15</i>	<i>J21</i>	<i>J0</i>	<i>J7</i>	<i>J7</i>	<i>J15</i>	<i>J21</i>	<i>J0</i>	<i>J7</i>	<i>J7</i>	<i>J15</i>	<i>J21</i>			
	5,20	5,43	5,60	5,70	5,70	5,40	5,50	5,56	5,60	5,70	5,40	5,50	5,60	5,63	5,80	<i>P&lt;0.05</i>	<i>P&lt;0.05</i>	
	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±				
	0,10 <sup>c</sup>	0,11 <sup>b</sup>	0,10 <sup>ab</sup>	0,10 <sup>ab</sup>	0,10 <sup>ab</sup>	0,10 <sup>bc</sup>	0,17 <sup>ab</sup>	0,15 <sup>a</sup>	0,10 <sup>ab</sup>	0,10 <sup>ab</sup>	0,10 <sup>bc</sup>	0,10 <sup>ab</sup>	0,20 <sup>ab</sup>	0,05 <sup>a</sup>	0,10 <sup>a</sup>			

Les résultats sont exprimés en moyennes ± écart types. Les valeurs en ligne affectées de lettres différentes sont significativement différentes (a, b, c). p<0,05 = Significatif. pH = potentiel Hydrogène

### 4.1.2.1.2. Teneurs en matière sèche

L'analyse de variance pour les résultats de l'évolution de la teneur en matière sèche (tableau 11) a montré que les facteurs traitement et durée de conservation ont un effet significatif ( $P < 0,05$ ).

Au bout d'une semaine de réfrigération, la teneur en matière sèche varie dans l'intervalle « de 26,44 à 26,71% » pour le lot conservé par l'*Artemisia herba alba* contre une valeur variante entre « 25,02 et 25,43% » et entre « 24,11 et 24,42% » pour les lots vitamines C et sans additif respectivement. Toutefois, durant la période de congélation le pourcentage en matière sèche passe ainsi de 26,52% à 26,66% de la première à la deuxième semaine, puis à 30,96% au 21ème jour suivi du lot traité par la vitamine C qui manifestent des pourcentages de (25,47), (26,17) et de (27,15%), et entre (24,82), (25,47) et (26,62%) pour le lot sans additif.

L'étude menée par **Guillemin (2009)** a démontré que la teneur en matière sèche de la viande bovine varie en fonction de plusieurs facteurs tel que le muscle et origine génétique. De plus, **Jiménez-Colmenero et al. (2003)** ainsi que **Serrano et al. (2005)** ont constaté que les viandes conservées à -18 °C présentent des teneurs en matière sèche plus importante par rapport aux viandes conservées à - 4°C et -7°C respectivement.

## Résultats et Discussion

**Tableau 11.** Évolution de la teneur en matière sèche et en minéraux de la viande hachée de bœuf durant toute la durée de conservation (g/100g). Chaque valeur est la moyenne de 5 échantillons (n=5) suivie de l'écart type.

	<i>Sans additif</i>					<i>Artemisia herba alba</i>					<i>Vitamine C</i>					<i>Effet facteur</i>	
	<i>Réfrigération 4°C</i>		<i>Congélation-18 °C</i>			<i>Réfrigération</i>		<i>Congélation</i>			<i>Réfrigération</i>		<i>Congélation</i>			<i>Traitement</i>	<i>Durée</i>
	<i>J0</i>	<i>J7</i>	<i>J7</i>	<i>J15</i>	<i>J21</i>	<i>J0</i>	<i>J7</i>	<i>J7</i>	<i>J15</i>	<i>J21</i>	<i>J0</i>	<i>J7</i>	<i>J7</i>	<i>J15</i>	<i>J21</i>		
<i>MS (%)</i>	24,11 ± 1,06 <sup>b</sup>	24,42 ± 1,19 <sup>b</sup>	24,82 ± 0,72 <sup>cd</sup>	25,47 ± 0,35 <sup>abcd</sup>	26,62 ± 0,50 <sup>bcd</sup>	26,44 ± 1,12 <sup>a</sup>	26,71 ± 0,28 <sup>a</sup>	26,52 ± 1,55 <sup>bcd</sup>	26,66 ± 0,21 <sup>bcd</sup>	30,96 ± 0,77 <sup>a</sup>	25,02 ± 1,31 <sup>b</sup>	25,43 ± 0,25 <sup>b</sup>	25,47 ± 0,35 <sup>bcd</sup>	26,17 ± 1,54 <sup>abcd</sup>	27,15 ± 0,01 <sup>bc</sup>	<i>P&lt;0.05</i>	<i>P&lt;0.05</i>
<i>MM (%)</i>	3,03 ± 0,55 <sup>a</sup>	1,39 ± 0,31 <sup>b</sup>	2,53 ± 0,54 <sup>b</sup>	2,20 ± 0,04 <sup>b</sup>	1,38 ± 0,25 <sup>b</sup>	4,00 ± 0,39 <sup>a</sup>	1,89 ± 0,10 <sup>b</sup>	2,71 ± 0,37 <sup>b</sup>	2,48 ± 0,24 <sup>b</sup>	1,80 ± 0,03 <sup>b</sup>	3,78 ± 0,30 <sup>a</sup>	1,72 ± 0,03 <sup>b</sup>	2,73 ± 0,25 <sup>b</sup>	2,25 ± 1,37 <sup>b</sup>	1,59 ± 3,53 <sup>b</sup>	<i>P&lt;0.05</i>	<i>P&lt;0.05</i>

Les résultats sont exprimés en moyennes ± écart types. MS= Matière Sèche, MM = Matière minérale. Les valeurs en ligne affectées de lettres différentes sont significativement différencées (a, b, c), p<0,05= Significatif.

### 4.1.2.1.3. Teneur en matière minérale

L'analyse de variance pour les résultats de la teneur en matière minérale a révélé que les facteurs traitement et durée de conservation ont un effet significatif ( $P < 0,05$ ) sur l'évolution de la teneur en matière minérale (tableau 11).

Il ressort de cette observation des résultats que le pourcentage de matière minérale diminue de plus de la moitié, notamment durant la semaine de réfrigération, et chute progressivement pendant la congélation. La viande traitée avec l'extrait d'*Artemisia herba alba* apparaît plus riche en minéraux par rapport aux autres lots (sans additif et traité par la vitamine C). Il est possible que l'exsudation à provoquer également une perte en minéraux, comme le montre **Genot (2000)**.

Selon **Dave et Ghaly (2011)**, la teneur en matière minérale de la viande de bœuf fraîche est de 1,2 %.

### 4.1.2.1.4. Teneur en lipides totaux

Les résultats de la teneur en lipides totaux de la viande hachée des trois lots sont illustrés dans le tableau 12.

L'analyse de variance pour les résultats de la teneur en matière grasse a révélé que les facteurs traitement et durée de conservation ont un effet significatif ( $P < 0,05$ ) sur l'évolution de la teneur en matière grasse de la viande hachée.

L'analyse des résultats de la teneur en lipides totaux (LT) de la viande hachée des trois lots a révélé un effet significatif ( $P < 0,05$ ) du traitement et de la durée de conservation. Plusieurs auteurs, dont **Bauchart et al. (2010)**, ont rapporté que la teneur en lipides de la viande fraîche varie de 2,3 à 8,7 g/100g.

Une diminution progressive de la teneur en LT a été observée durant la conservation. Cette baisse est marquée dans le lot traité avec l'extrait d'*Artemisia herba alba* par rapport aux deux autres lots (sans additif et avec vitamine C).

En réfrigération, la teneur en lipides a diminué de 4,32 à 3,32 g/100g de viande ( $P < 0,05$ ) dans le lot d'*Artemisia herba alba*, de 3,57 à 3,26 g/100g de viande dans le lot vitamine C, et de 3,1% à 2,14% ( $P < 0,05$ ) dans le lot sans additif. En mode congélation, la diminution a été d'environ la moitié dans le lot *Artemisia herba alba*, passant de 3,10% à 2% dans le lot vitamine C, et de 2,26% à 1,99% dans le lot sans additif.

Selon **Akter et al. (2009)**, cette diminution de la teneur en LT pourrait être liée à l'oxydation des acides gras, qui augmentent de façon linéaire durant le stockage en réfrigération. L'activité enzymatique pourrait également influencer la dégradation lipidique.

## Résultats et Discussion

---

L'ajout d'extraits végétaux, comme celui d'*Artemisia herba alba* permettrait de maintenir la qualité des produits carnés grâce à ses propriétés antioxydantes, similaires voire supérieures aux additifs synthétiques. Leur incorporation dans la viande fraîche aide à maintenir la stabilité oxydative, stabiliserait les paramètres de couleur, diminuerait la formation de méthyoglobine, l'oxydation des lipides et des protéines, ainsi que la génération de composés volatils dérivés des lipides, sans affecter les qualités sensorielles (**Pateiro *et al.*, 2021**).

**Tableau 12.** Évolution de la teneur en lipides totaux de la viande hachée de bœuf pendant toute la durée de conservation (g/100g). Chaque valeur est la moyenne de 5 échantillons (n=5) suivie de l'écart type.

	<i>Sans additif</i>					<i>Artemisia herba alba</i>					<i>Vitamine C</i>					<i>Effet facteur</i>	
	<i>Réfrigération 4°C</i>		<i>Congélation-18 °C</i>			<i>Réfrigération</i>		<i>Congélation</i>			<i>Réfrigération</i>		<i>Congélation</i>			<i>Traitement</i>	<i>Durée</i>
	<i>J0</i>	<i>J7</i>	<i>J7</i>	<i>J15</i>	<i>J21</i>	<i>J0</i>	<i>J7</i>	<i>J7</i>	<i>J15</i>	<i>J21</i>	<i>J0</i>	<i>J7</i>	<i>J7</i>	<i>J15</i>	<i>J21</i>		
<i>MG (%)</i>	3,1 ± 0,48 <sup>a</sup>	2,14 ± 0,37 <sup>b</sup>	2,26 ± 1,4 <sup>ab</sup>	2,08 ± 0,16 <sup>ab</sup>	1,99 ± 0,13 <sup>b</sup>	4,32 ± 0,28 <sup>a</sup>	3,32 ± 0,87 <sup>b</sup>	4,12 ± 0,38 <sup>ab</sup>	3,68 ± 0,7 <sup>ab</sup>	3,2 ± 0,18 <sup>b</sup>	3,57 ± 0,5 <sup>a</sup>	3,26 ± 0,24 <sup>b</sup>	3,10 ± 0,46 <sup>ab</sup>	2,16 ± 0,24 <sup>ab</sup>	2 ± 0,03 <sup>b</sup>	<i>P&lt;0.05</i>	<i>P &lt;0.05</i>

Les résultats sont exprimés en moyennes ± écart types. MG= Matière Grasse. Les valeurs en ligne affectées de lettres différentes sont significativement différencées (a, b, c), p<0,05= Significatif.

### 4.1.2.1.5. Teneur en protéines

L'analyse de variance a révélé un effet significatif ( $P < 0,05$ ) du traitement et de la durée sur la teneur en protéine (Tableau 13), qui a diminué significativement ( $P < 0,05$ ) entre le début et la fin de la période de conservation pour tous les lots. Cette diminution était de 16% pour le lot sans additif et à 6,01% pour les lots avec extrait d'*Artemisia herba alba* et vitamine C.

La teneur en protéines a diminué au cours de la conservation, mais cette baisse est restée plus faible pour le lot traité avec l'extrait d'*Artemisia herba alba* (de 28,84% à 24,86% en réfrigération et de 24,49% à 23,10% en congélation) comparé au lot vitamine C (de 28,4% à 19,20% en réfrigération et de 20,11% à 18,90% en congélation) et au lot sans additif (de 20,56% à 13,01% en réfrigération et 17,75% à 14,91% en congélation). Ces valeurs sont similaires à celles rapportées par **Williams (2007)** et **Salifou et al. (2013)** pour la viande bovine fraîche.

La dégradation des protéines pourrait être due à la peroxydation lipidique, entraînant la formation de produits susceptibles de dégrader les protéines (**Marnett, 1999**).

Le lot *Artemisia herba alba* a présenté la teneur en protéines la plus élevée, bien que des diminutions aient été observées pour tous les lots au cours de la conservation, comme l'expliqué **Lakehal et al. (2023)** et **Chan et al. (2011)** dans leurs travaux qui ont montré une réduction de la solubilité des protéines lors de la congélation.

## Résultats et Discussion

**Tableau 13.** Évolution des teneurs en protéines de la viande hachée durant la conservation (g/100g). Chaque valeur est la moyenne de 5 échantillons (n=5) suivie de l'écart type.

	<i>Sans additif</i>					<i>Artemisia herba alba</i>					<i>Vitamine C</i>					<i>Effet facteur</i>		
	<i>Réfrigération 4°C</i>		<i>Congélation-18 °C</i>			<i>Réfrigération</i>		<i>Congélation</i>			<i>Réfrigération</i>		<i>Congélation</i>			<i>Traitement</i>	<i>Durée</i>	
	<i>J0</i>	<i>J7</i>	<i>J7</i>	<i>J15</i>	<i>J21</i>	<i>J0</i>	<i>J7</i>	<i>J7</i>	<i>J15</i>	<i>J21</i>	<i>J0</i>	<i>J7</i>	<i>J7</i>	<i>J15</i>	<i>J21</i>			
<i>Protéine (%)</i>	20,56	13,01	17,75	16,33	14,91	28,84	24,86	24,49	23,43	23,10	28,40	19,20	20,11	19,17	18,90	<i>P &lt;0.05</i>	<i>P &lt;0.05</i>	
	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±				
	0,94 <sup>ab</sup>	2,05 <sup>b</sup>	3,55 <sup>b</sup>	1,87 <sup>b</sup>	2,56 <sup>b</sup>	0,40 <sup>a</sup>	3,55 <sup>a</sup>	4,09 <sup>a</sup>	1,87 <sup>a</sup>	1,80 <sup>a</sup>	0,94 <sup>b</sup>	1,80 <sup>ab</sup>	4,09 <sup>b</sup>	1,87 <sup>b</sup>	2,20 <sup>b</sup>			

Les résultats sont exprimés en moyennes ± écart types. Les valeurs en ligne affectées de lettres différentes sont significativement différentes (a, b, c), p<0,05 = Significatif.

### 4.1.2.1.6. Résultats de l'estimation du degré d'oxydation des lipides de la viande

Les résultats sont présentés par tableau 14, dont le MDA est exprimé en mg par Kg de viande. Le degré de la peroxydation des lipides, est estimé par la quantité du Malonaldialdéhyde (MDA) mesurée dans chaque lot est pendant toute la durée de conservation.

**Tableau 14.** Évolution de degré de peroxydation lipidique de la viande hachée de bœuf pendant toute la durée de conservation (mg eq MDA/kg). Chaque valeur est la moyenne de 5 échantillons (n=5) suivie de l'écart type.

	<i>Sans additif</i>					<i>Artemisia herba alba</i>					<i>Vitamine C</i>					<i>Effet facteur</i>	
	<i>Réfrigération 4°C</i>		<i>Congélation-18 °C</i>			<i>Réfrigération</i>		<i>Congélation</i>			<i>Réfrigération</i>		<i>Congélation</i>			<i>Traitement</i>	<i>Durée</i>
	<i>J0</i>	<i>J7</i>	<i>J7</i>	<i>J15</i>	<i>J21</i>	<i>J0</i>	<i>J7</i>	<i>J7</i>	<i>J15</i>	<i>J21</i>	<i>J0</i>	<i>J7</i>	<i>J7</i>	<i>J15</i>	<i>J21</i>		
<i>mg eq MDA /kg</i>	0,37 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,38 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,45 ± 0,17 <sup>a</sup>	0,46 ± 0,03 <sup>a</sup>	0,49 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,29 ± 0,01 <sup>c</sup>	0,29 ± 0,01 <sup>c</sup>	0,31 ± 0,03 <sup>b</sup>	0,32 ± 0,08 <sup>b</sup>	0,33 ± 0,01 <sup>b</sup>	0,31 ± 0,01 <sup>b</sup>	0,33 ± 0,01 <sup>b</sup>	0,35 ± 0,01 <sup>b</sup>	0,36 ± 0,03 <sup>b</sup>	0,38 ± 0,02 <sup>b</sup>	<i>P&lt;0.05</i>	<i>P&lt;0.05</i>

Les résultats sont exprimés en moyennes ± écart types. Les valeurs en ligne affectées de lettres différentes sont significativement différentes. (a, b, c), MDA= Malondialdéhyde, p<0,05 = Significatif.

Nous avons remarqué que le lot sans additif présente un degré de peroxydation lipidique plus important que celui des autres lots, le lot traité par l'extrait d'*Artemisia herba alba* présente des valeurs de MDA presque identiques ce qui nous laisse penser que l'évolution de la peroxydation est presque nulle dans ce lot.

L'ajout de l'extrait d'*Artemisia herba alba* a protégé les lipides de la viande hachée de bœuf contre la peroxydation lipidique, au cours de la semaine de réfrigération et des 21 jours de congélation. Les valeurs de substances réactives à l'acide Thio-barbiturique (TBA), indicatrices de l'oxydation lipidique, étaient de 0,29 mg équivalents de Malondialdéhyde (EQ MDA) /kg pour le lot traité avec l'extrait d'*Artemisia herba alba*, contre 0,37 et 0,38 mg EQ MDA/kg pour le lot témoin sans addition après réfrigération. Après congélation, ces valeurs varient de 0,31 à 0,33 mg EQ MDA/kg pour le lot *Artemisia herba alba*, tandis que le lot témoin a affiché des valeurs plus élevées allant de 0,45 à 0,49 mg EQ MDA/kg, ce qui est environ le double par rapport au lot *Artemisia herba alba*.

Cette diminution du MDA peut être attribuée au pouvoir antioxydant d'*Artemisia herba alba* grâce à ses composés phénoliques, capable de capturer les radicaux libres et le dioxygène, inhibant ainsi l'oxydation lipidique (**Brunnhofweg, 2014**).

Dans ce cadre et en accord avec **Djeridane et al. (2006)**, qui ont mis en évidence la forte activité antioxydante de l'*Artemisia herba alba* parmi d'autres plantes médicinales récoltées en Algérie, Nos résultats semblent indiquer le fort pouvoir antioxydant de cette plante. **Fennema (1996)** a montré qu'un antioxydant est une substance qui retarde l'oxydation en inhibant la formation initiale de radicaux libres ou en les empêchant de produire davantage de radicaux libres pouvant perpétuer la réaction.

La présente étude a montré que les valeurs d'MDA ont diminué progressivement par rapport aux deux lots ce qui signifie que l'extrait d'armoise blanche a une activité antioxydante importante, dans le but est l'évaluation de par un procédé chimique de la capacité antioxydante des composés phénoliques dans certaines plantes médicinales Algériennes, y a compris l'*Artemisia herba alba*. Ces plantes médicinales ont montré une forte activité antioxydante et une teneur en composés phénoliques comme les plantes alimentaires courantes (curcuma et le gingembre...etc.). Il a été également noté dans cette étude que ces plantes sous des conditions pédoclimatiques algériennes sont de pièges forts de radicaux libres et peuvent être considérées comme une bonne source d'antioxydants naturel (**Djeridane et al., 2006**).

**Hayes et al., (2009)** ont évalué le potentiel des feuilles d'olive en tant qu'antioxydant dans la viande hachée conservée à 4°C, afin de prolonger la durée de conservation en retardant les réactions d'oxydation pendant son stockage. On peut noter dans ce cadre que les feuilles d'olivier se sont avérées capables de retarder la dégradation de l'oxydation dans la viande hachée pendant 24 heures.

La vitamine C a également réduit l'oxydation lipidique, avec des valeurs allant de 0,31 et 0,33 mg EQ MDA/kg après réfrigération (contre 0,37 et 0,38 mg EQ MDA/kg pour le témoin), et 0,35 à 0,38 mg EQ MDA/kg après congélation (contre 0,45 à 0,49 mg EQ MDA/kg pour le témoin). Ces résultats concordent avec le rôle antioxydant reconnu de la vitamine C, capable d'inhiber la peroxydation lipidique par une inactivation des radicaux libres (**Decker et Mei, 1996**). Son utilisation dans la viande permet de maintenir la myoglobine sous sa forme réduite et de préserver la couleur rouge (**Watts et Lehmann, 1952 ; Shivas et al., 1984**). Toutefois, l'activité antioxydante de la vitamine C dépend de sa concentration, de la présence d'ions métalliques et de tocophérols (**Yen et al., 2002 ; Decker et Xu, 1998**).

Malgré les basses températures, une légère formation de MDA a été observée au cours de la congélation prolongée, en lien avec une activité enzymatique résiduelle (**Fellows, 1994 ; Reid, 1997**). L'utilisation combinée de la vitamine C et d'autres antioxydants pourrait promouvoir leurs effets respectifs (**Mitsumoto et al., 1991**).

### 4.1.2.2. Saucisses

#### 4.1.2.2.1. pH

L'analyse de variance pour les résultats de pH a fait ressortir que les facteurs traitement et la durée de conservation ont un effet significatif ( $P < 0,05$ ) sur l'évolution du pH. Le pH a enregistré une augmentation progressive (de 5,5 à 5,9) avec le temps de la conservation notamment, pour le traitement vitamine C (tableau 15). Ces valeurs correspondent au pH ultime de la viande, dont la valeur finale autour de 5,6 ; influence et impacte grandement l'aptitude à la conservation et la transformation (**Bilgglı, 2002**).

Un pH supérieur à 6 favoriserait le développement de micro-organismes altérants et pathogènes (**Monin, 1988**). La variation du pH est en fonction du taux de glycogène en réserve chez l'animale ante mortem, le glycogène en réserve dans le muscle est converti en acide lactique qui diminue le pH de la viande (**Boudjellal et al., 2008**).

**Ziani et ses collaborateurs (2018)**, ont rapportés une valeur moyenne de  $5.67 \pm 0.18$  pour des viandes congelées provenant du Brésil.

Le pH est l'un des paramètres physiques les plus utilisés pour prédire les qualités technologiques et sensorielles de la viande (**El Rammouz et al., 2004**).

## Résultats et Discussion

**Tableau 15.** Variation du pH des saucisses de bœuf selon la durée et le mode de conservation. Chaque valeur est la moyenne de 5 échantillons (n=5) suivie de l'écart type.

	<i>Sans additif</i>					<i>Artemisia herba alba</i>					<i>Vitamine C</i>					<i>Effet facteur</i>	
	<i>Réfrigération 4°C</i>		<i>Congélation-18°C</i>			<i>Réfrigération</i>		<i>Congélation</i>			<i>Réfrigération</i>		<i>Congélation</i>			<i>Traitement</i>	<i>Durée</i>
	<i>J0</i>	<i>J7</i>	<i>J7</i>	<i>J15</i>	<i>J21</i>	<i>J0</i>	<i>J7</i>	<i>J7</i>	<i>J15</i>	<i>J21</i>	<i>J0</i>	<i>J7</i>	<i>J7</i>	<i>J15</i>	<i>J21</i>		
<i>pH</i>	5,50 ± 0,77 <sup>b</sup>	5,50 ± 0,10 <sup>ab</sup>	5,60 ± 0,10 <sup>ab</sup>	5,60 ± 0,10 <sup>ab</sup>	5,70 ± 0,10 <sup>b</sup>	5,60 ± 0,10 <sup>ab</sup>	5,70 ± 0,10 <sup>ab</sup>	5,70 ± 0,20 <sup>ab</sup>	5,70 ± 0,10 <sup>ab</sup>	5,72 ± 0,10 <sup>ab</sup>	5,50 ± 0,10 <sup>b</sup>	5,50 ± 0,15 <sup>ab</sup>	5,63 ± 0,10 <sup>ab</sup>	5,70 ± 0,10 <sup>b</sup>	5,90 ± 0,10 <sup>a</sup>	<i>P</i> <0.05	<i>P</i> <0.05

Les résultats sont exprimés en moyennes ± écart types. Les valeurs en ligne affectées de lettres différentes sont significativement différentes (a, b, c). p<0,05 = Significatif. pH = potentiel Hydrogène.

### 4.1.2.2.2. Teneurs en matière sèche

Les résultats de la teneur en matière sèche des saucisses des trois lots conservés sont consignés dans le tableau 16. L'analyse statistique a révélé un effet significatif ( $p < 0,05$ ) du traitement et de la durée de conservation sur les teneurs en matière sèche et en minéraux. Le lot avec extrait d'*Artemisia herba alba* présente une teneur en matière sèche significativement plus élevée (34,4%) que les lots vitamine C (32,7%) et sans additif (31,45%) à la fin de la conservation.

Au bout d'une semaine de réfrigération, la teneur en matière sèche varie dans l'intervalle « 32,35 à 32,87% » pour le lot conservé par l'*Artemisia herba alba* contre une valeur variant entre « 30,7 à 32,7% » et entre « 29,33 à 31,24 % » pour les lots vitamine C et sans additif respectivement, alors que durant la période de congélation la teneur en matière sèche passe de 23,71% dans la première semaine à 32,82% dans la deuxième semaine puis à 34,4% au 21<sup>ème</sup> jour suivi le lot traité par la vitamine C qui possède des teneurs en matière sèche de 29,88%, 31,8% et de 32,7 %, et de valeur variante entre 29,8%, 30,34%, et 31,45% pour le lot sans additif.

Au cours de la conservation on observe qu'il y a une perte d'eau plus importante dans le traitement de congélation pour les trois lots par rapport aux autres lots dans la semaine de réfrigération. Les teneurs en matière sèche étaient liées à la teneur en eau de la viande, inversement proportionnelle (**Benhamed, 2007**). Une augmentation de la matière sèche lors de la congélation indique une rupture des cellules musculaires et une baisse de la capacité de rétention d'eau (**Moumeni et Zeffane, 2019**).

### 4.1.2.2.3. Teneur en matière minérale

Les résultats de la teneur en matière minérale des saucisses des trois lots (SA, ART, vitamine C) sont rapportés dans le tableau 16.

L'analyse de variance pour les résultats de la teneur en matière minérale a révélé que les facteurs nature du traitement et la durée de conservation ont un effet significatif ( $P < 0,05$ ) sur l'évolution de la teneur en matière minérale.

Une diminution rapide de la teneur en minéraux a été observée durant la réfrigération et la première semaine de congélation, suivie d'une baisse progressive. Le lot *Artemisia herba alba* contenait davantage de minéraux que les autres lots, bien qu'une chute importante ait été constatée. Cette perte en cendres lors de la conservation au froid pourrait s'expliquer par une perte en minéraux volatils provenant de la viande (**Akter et al., 2009**).

**Tableau 16.** Évolution de la teneur en matière sèche et en minéraux des saucisses de bœuf selon la durée et le mode de conservation (g/100g).  
Chaque valeur est la moyenne de 5 échantillons (n=5) suivie de l'écart type.

	<i>Sans additif</i>					<i>Artemisia herba alba</i>					<i>Vitamine C</i>					<i>Effet facteur</i>	
	<i>Réfrigération 4°C</i>		<i>Congélation-18 °C</i>			<i>Réfrigération</i>		<i>Congélation</i>			<i>Réfrigération</i>		<i>Congélation</i>			<i>Traitement</i>	<i>Durée</i>
	<i>J0</i>	<i>J7</i>	<i>J7</i>	<i>J15</i>	<i>J21</i>	<i>J0</i>	<i>J7</i>	<i>J7</i>	<i>J15</i>	<i>J21</i>	<i>J0</i>	<i>J7</i>	<i>J7</i>	<i>J15</i>	<i>J21</i>		
MS (%)	29,33 ± 1,25 <sup>a</sup>	31,24 ± 3,56 <sup>ab</sup>	29,80 ± 0,94 <sup>ab</sup>	30,34 ± 2,64 <sup>ab</sup>	31,45 ± 0,94 <sup>b</sup>	32,35 ± 1,2 <sup>a</sup>	32,87 ± 0,74 <sup>ab</sup>	32,71 ± 2,77 <sup>ab</sup>	32,82 ± 0,95 <sup>ab</sup>	34,4 ± 1,42 <sup>b</sup>	30,7 ± 1,2 <sup>a</sup>	32,7 ± 2,7 <sup>ab</sup>	29,88 ± 1,43 <sup>ab</sup>	31,80 ± 0,27 <sup>ab</sup>	32,7 ± 0,27 <sup>b</sup>	<i>P &lt;0.05</i>	<i>P &lt;0.05</i>
MM (%)	2,41 ± 0,31 <sup>b</sup>	1,92 ± 0,15 <sup>b</sup>	2,10 ± 0,27 <sup>b</sup>	1,76 ± 0,22 <sup>b</sup>	1,40 ± 0,27 <sup>b</sup>	4,02 ± 0,39 <sup>a</sup>	3,05 ± 0,38 <sup>a</sup>	4,45 ± 1,01 <sup>a</sup>	2,28 ± 1,04 <sup>a</sup>	1,94 ± 0,03 <sup>a</sup>	3,22 ± 0,94 <sup>b</sup>	2,17 ± 0,71 <sup>b</sup>	2,68 ± 0,26 <sup>b</sup>	2,02 ± 0,04 <sup>b</sup>	1,66 ± 0,12 <sup>b</sup>	<i>P &lt;0.05</i>	<i>P &lt;0.05</i>

Les résultats sont exprimés en moyennes ± écart types. MS= Matière Sèche, MM= Matière Minérale. Les valeurs en ligne affectées de lettres différentes sont significativement différentes (a, b, c), p<0,05= Significatif.

### 4.1.2.2.4. Teneur en lipides totaux

Les résultats de la teneur en lipides totaux des saucisses des trois lots sont illustrés dans le tableau 17. L'analyse de variance appliquée aux résultats de la teneur en matière grasse a révélé que les facteurs traitement et durée de conservation ont un effet significatif ( $P < 0,05$ ) sur l'évolution de la teneur en matière grasse de la viande hachée.

Il semble que la durée et le mode de conservation entraînent une diminution significative ( $P < 0,05$ ) de la teneur en lipides totaux, si bien qu'une diminution progressive a été observée pour tous les lots, mais la baisse est faible pour le lot *Artemisia herba alba* (2,53%) comparé aux lots sans additif (7,26%) et vitamine C (2,52%). Ainsi, le lot *Artemisia herba alba* demeure le lot le plus riche en lipides pendant toute la durée de conservation.

**Tableau 17.** Évolution de la teneur en lipides totaux des saucisses de bœuf pendant toute la durée de conservation (g/100g). Chaque valeur est la moyenne de 5 échantillons (n=5) suivie de l'écart type.

	<i>Sans additif</i>					<i>Artemisia herba alba</i>					<i>Vitamine C</i>					<i>Effet facteur</i>	
	<i>Réfrigération 4°C</i>		<i>Congélation -18</i>			<i>Réfrigération 4°C</i>		<i>Congélation -18°C</i>			<i>Réfrigération 4°C</i>		<i>Congélation -18°C</i>			<i>Trait</i>	<i>Durée</i>
	<i>J0</i>	<i>J7</i>	<i>J7</i>	<i>J15</i>	<i>J21</i>	<i>J0</i>	<i>J7</i>	<i>J7</i>	<i>J15</i>	<i>J21</i>	<i>J0</i>	<i>J7</i>	<i>J7</i>	<i>J15</i>	<i>J21</i>		
<i>MG (%)</i>	5,35 ± 0,45 <sup>b</sup>	4,48 ± 0,50 <sup>b</sup>	4,54 ± 0,27 <sup>b</sup>	4,42 ± 0,22 <sup>b</sup>	4,21 ± 0,27 <sup>b</sup>	6,79 ± 0,87 <sup>a</sup>	5,34 ± 0,86 <sup>a</sup>	6,44 ± 1,01 <sup>a</sup>	5,17 ± 1,04 <sup>a</sup>	4,81 ± 0,03 <sup>a</sup>	6,72 ± 0,80 <sup>a</sup>	4,84 ± 0,67 <sup>a</sup>	6,26 ± 0,26 <sup>a</sup>	4,95 ± 0,04 <sup>a</sup>	4,68 ± 0,12 <sup>a</sup>	<i>P</i> <0.05	<i>P</i> <0.05

Les résultats sont exprimés en moyennes ± écart types. MG= Matière Grasse. Les valeurs en ligne affectées de lettres différentes sont significativement différentes (a, b, c), p<0,05= Significatif.

L'extrait d'*Artemisia herba alba*, riche en matières grasses (4,2%), pourrait retarder l'oxydation des lipides, prolongeant ainsi la durée de conservation (**Eloukili, 2013**). Des études récentes, comme celle de **Munekata et al. (2020)**, suggèrent que les extraits de plantes retardent l'oxydation et prolongent la conservation de la viande. Les composés phénoliques et flavonoïdes présents dans l'*Artemisia herba alba* agissent comme antioxydants, réduisant la formation de radicaux libres (comme c'est le cas pour la viande fraîche, les galettes, les nuggets et les saucisses).

D'autres études menées par **Kim et al. (2013)** ; qui consiste à évaluer le potentiel des extraits aqueux des 10 types de plantes utilisées en tant qu'antioxydant dans la viande hachée pour prolonger la durée de conservation en retardant les réactions d'oxydation pendant son stockage accéléré à 4°C. Les résultats de cette étude montrent que les feuilles de marguerite de la couronne et les feuille de pétasite sont parmi les 10 types des plantes jugées prometteuses pour retarder l'oxydation de la viande hachée bovine pendant 12 jours de stockage.

L'amélioration de la qualité de la viande peut être liée à l'augmentation de la capacité antioxydante de la viande (**Cao et al., 2012 ; Zhang et al., 2015**). La viande fraîche est plus sensible à l'oxydation que la viande de saucisse additionnée d'*Artemisia herba alba*. Cela est dû à l'effet antioxydant de l'extrait rajouté aux saucisses. Les composés phénoliques et les flavonoïdes sont présents dans un grand nombre de plantes (**Zheng et Wang, 2001 ; Cai et al., 2004**) et peuvent être utilisés comme antioxydants en raison de leur capacité à réduire la formation de radicaux libres et à piéger les radicaux libres (**Shahidi et al., 1992 ; Pietta, 2000**).

### 4.1.2.2.5. Teneur en protéines

L'analyse de variance a révélé un effet significatif ( $P < 0,05$ ) du traitement et de la durée sur la teneur en protéines (Tableau 18).

Au bout de la semaine de réfrigération, la teneur en protéine chute pendant la conservation dans l'intervalle « 26,62 et 19,53% » pour le lot conservé par l'*Artemisia herba alba* contre une valeur variable entre « 23,9 et 18,9 % » et entre « 23,07 et 15,74% » pour les lots vitamines C et sans additif respectivement, alors que durant la période de congélation la teneur en protéine passe de 24,85% dans la première semaine à 20,11% dans la deuxième semaine puis à 19,5% au 21<sup>ème</sup> jour suivi le lot traité par la vitamine C qui possède des teneurs en protéines de 21,65%, 16,56% et de 15,7%, et de valeur qui oscille entre 21,3%, 15,38%, et 13,01% pour le lot sans additif.

Le lot *Artemisia herba alba* manifeste la teneur la plus élevée, bien qu'une diminution soit observée pour tous les lots au cours de la conservation. Ces résultats sont cohérents avec ceux de **Lakehal et al. (2023)** et **Chan et al. (2011)** qui signalent une réduction de la solubilité des protéines lors de la congélation.

L'*Artemisia herba alba*, avec une teneur en protéines de 4,7%, contribue à améliorer la qualité de la viande grâce à ses protéines végétales et à son effet antioxydant (**Eloukili, 2013**).

## Résultats et Discussion

**Tableau 18.** Variation des teneurs en protéines selon la durée et le mode de conservation des saucisses (g/100g). Chaque valeur est la moyenne de 5 échantillons (n=5) suivie de l'écart type.

	<i>Sans additif</i>					<i>Artemisia herba alba</i>					<i>Vitamine C</i>					<i>Effet facteur</i>	
	<i>Réfrigération 4°C</i>		<i>Congélation-18°C</i>			<i>Réfrigération</i>		<i>Congélation</i>			<i>Réfrigération</i>		<i>Congélation</i>			<i>Traitement</i>	<i>Durée</i>
	<i>J0</i>	<i>J7</i>	<i>J7</i>	<i>J15</i>	<i>J21</i>	<i>J0</i>	<i>J7</i>	<i>J7</i>	<i>J15</i>	<i>J21</i>	<i>J0</i>	<i>J7</i>	<i>J7</i>	<i>J15</i>	<i>J21</i>		
<i>Protéine (%)</i>	23,07 ± 1,77 <sup>a</sup>	15,74 ± 6,80 <sup>b</sup>	21,3 ± 3,55 <sup>b</sup>	15,38 ± 4,09 <sup>b</sup>	13,01 ± 2,05 <sup>b</sup>	26,62 ± 1,77 <sup>a</sup>	19,53 ± 3,07 <sup>b</sup>	24,85 ± 3,55 <sup>a</sup>	20,11 ± 2,05 <sup>a</sup>	19,5 ± 1,77 <sup>a</sup>	23,9 ± 4,96 <sup>a</sup>	18,9 ± 4,10 <sup>b</sup>	21,65 ± 3,6 <sup>b</sup>	16,56 ± 2,05 <sup>b</sup>	15,7 ± 1,82 <sup>b</sup>	<i>P &lt; 0,05</i>	<i>P &lt; 0,05</i>

Les résultats sont exprimés en moyennes ± écart types. Les valeurs en ligne affectées de lettres différentes sont significativement différentes (a, b, c). P<0,05 = Significatif.

### 4.1.2.2.6. Résultats d'estimation du degré d'oxydation des lipides de la viande

Les analyses ont montré un effet significatif du traitement et de la durée sur le degré de peroxydation lipidique, évalué par la quantité du MDA (Tableau 19). L'ajout d'*Artemisia herba alba* a réduit les valeurs MDA, enregistrant les plus faibles concentrations (0,30 à 0,32 mg EQ MDA/kg), qui sont restées stables pendant la conservation. Le lot traité avec la vitamine C a montré des valeurs de 0,34 à 0,39 mg eq MDA/kg, tandis que lot sans additif a montré des valeurs les plus élevées allant de 0,44 à 0,53 mg eq MDA/kg.

Il semble à travers nos résultats que l'extrait d'*Artemisia herba alba* a significativement protégé significativement les lipides contre la peroxydation ( $P < 0,05$ ), avec des valeurs TBA de 0,30 et 0,31 mg EQ MDA/kg en réfrigération, contre 0,46 et 0,53 mg EQ MDA/kg pour le lot témoin. En congélation, les valeurs varient de 0,31 et 0,32 mg EQ MDA/kg pour le lot *Artemisia herba alba*, contre 0,44 à 0,53 pour le témoin. **Djeridane et al. (2006)** et **Kadri et al. (2023)**. De plus, l'augmentation des valeurs de MDA en congélation peut être attribuée à la réduction des acides gras insaturés de la viande au cours du stockage et aux facteurs liés à l'alimentation animale (**Genot, 1996**).

On remarque aussi que les valeurs du MDA augmentent significativement ( $p < 0,05$ ) durant toute la durée de conservation dans la viande du lot témoin. Ces résultats concordent avec ceux de **Gokalp et al. (1983)** et **Kuo et al. (1987)**.

## Résultats et Discussion

**Tableau 19.** Évolution du degré de peroxydation lipidique des saucisses de bœuf selon la durée et le mode de conservation (mg eq MDA/kg). Chaque valeur est la moyenne de 5 échantillons (n=5) suivie de l'écart type.

	<i>Sans additif</i>					<i>Artemisia herba alba</i>					<i>Vitamine C</i>					<i>Effet facteur</i>	
	<i>Réfrigération 4°C</i>		<i>Congélation -18°C</i>			<i>Réfrigération</i>		<i>Congélation</i>			<i>Réfrigération</i>		<i>Congélation</i>			<i>Traitement</i>	<i>Durée</i>
	<i>J0</i>	<i>J7</i>	<i>J7</i>	<i>J15</i>	<i>J21</i>	<i>J0</i>	<i>J7</i>	<i>J7</i>	<i>J15</i>	<i>J21</i>	<i>J0</i>	<i>J7</i>	<i>J7</i>	<i>J15</i>	<i>J21</i>		
<i>MDA (mg/kg)</i>	0,46	0,53	0,44	0,46	0,53	0,30	0,31	0,31	0,31	0,32	0,36	0,39	0,34	0,36	0,37	<i>P &lt;0.05</i>	<i>P &lt;0.05</i>
	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±		
	0,14 <sup>a</sup>	0,03 <sup>a</sup>	0,24 <sup>a</sup>	0,05 <sup>a</sup>	0,01 <sup>a</sup>	0,01 <sup>b</sup>	0,01 <sup>b</sup>	0,02 <sup>b</sup>	0,05 <sup>b</sup>	0,01 <sup>b</sup>	0,15 <sup>ab</sup>	0,02 <sup>ab</sup>	0,01 <sup>b</sup>	0,04 <sup>b</sup>	0,03 <sup>b</sup>		

Les résultats sont exprimés en moyennes ± écart types. Les valeurs en ligne affectées de lettres différentes sont significativement différentes. (a, b, c), MDA= Malondialdéhyde, p<0,05 = Significatif.

Des études antérieures ont démontré qu'*Artemisia herba alba* est riche en composés phénoliques et en flavonoïdes (Almi, 2022 ; Bourgou et al., 2015), renforcent ainsi son pouvoir antioxydants dans la viande bovine.

Les saucisses additionnées d'extrait d'*Artemisia herba alba* présentaient des valeurs de MDA inférieures à celles des saucisses sans additif, comparable à celle obtenues sur d'autres produits carnés, tels que la viande de dinde (Papageorgiou et al., 2003).

On peut dire que l'extrait d'armoise blanche a un effet antioxydant prononcé durant toute la période de conservation. Nos résultats sont comparables à ceux Sanchez-Escalante et al ; (2001) qui affirment que l'extrait d'armoise blanche ajouté aux saucisses conservées à (+4C°) et (-18C°) était hautement efficace pour inhiber l'oxydation des lipides.

La vitamine C a également permis de réduire la peroxydation lipidique, avec des valeurs TBA de 0,36 et 0,39 mg EQ MDA/kg en réfrigération et de 0,34 à 0,37 mg EQ MDA/kg en congélation, en comparaison aux valeurs de 0,44 à 0,53 mg EQ MDA/kg pour le témoin. Son activité antioxydante provient de son effet inhibiteur sur les radicaux libres (Decker et Mei, 1996), et elle renforce l'action d'autres antioxydants lorsqu'elle est combinée (Mitsumoto et al., 1991). Toutefois, à de faibles concentrations (0,02-0,03%), elle peut avoir un effet pro-oxydant (Decker et Xu, 1998). Les valeurs TBA enregistrés pendant la durée restante d'entreposage évoluaient dans le même sens avec des valeurs au 7<sup>me</sup> jour, de 0.36et 0.39 mg EQ MDA/kg des saucisses traitée et 0.46 et 0.53 mg EQ MDA/kg des saucisses non traitées. Ces résultats démontrent que l'acide ascorbique a fait diminuer la teneur en MDA dans les saucisses.

Les résultats mettent en évidence l'efficacité de l'extrait d'*Artemisia herba alba* et de la vitamine C pour retarder l'oxydation des lipides dans la viande, avec l'*Artemisia herba alba* offrant une meilleure protection dans le cadre de la réfrigération et de la congélation.

### 4.2. Cas de la viande bovine avec *Rosmarinus officinalis*

#### 4.2.1. pH

Le pH est un facteur clé dans les changements physico-chimiques et biochimiques de la viande, influençant notamment l'oxydation, qui est un des principaux processus d'altération.

Les résultats montrent (figure 6) que le pH de la viande témoin diminue progressivement au cours du temps. Cet abaissement du pH post-mortem est lié à des réactions biochimiques, comme la glycogénolyse, où le glycogène est transformé en acide lactique (**Ouled el Hadj et al., 2002**). Selon **Laurent (1974)**, ce phénomène est naturel, entraînant un pH inférieur à 7, proche des valeurs physiologiques observées après abattage (**Craplet, 1966**).

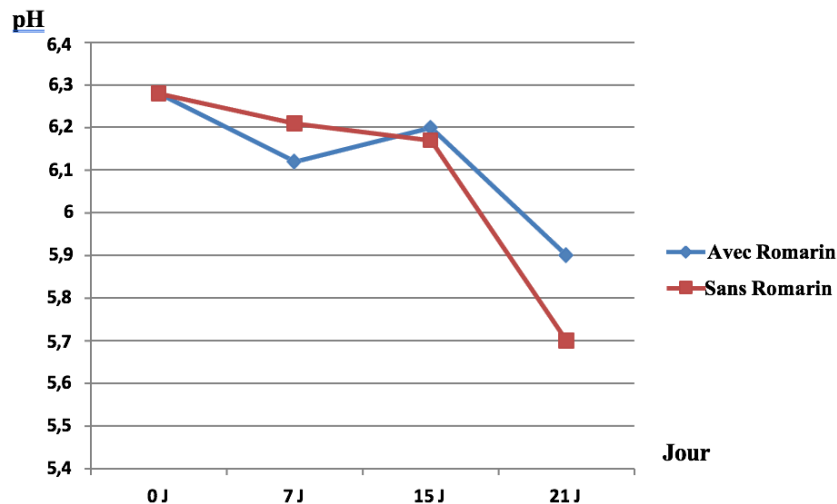
Dans le lot sans additif, une légère diminution du pH est observée pendant les 15 premiers jours (de 6,21 à 6,17), suivi d'une chute notable de potentiel à 5,7 au 21<sup>ème</sup> jour. Ce phénomène d'altération progressive de la viande est causé principalement par les réactions d'oxydation ; et cette dernière passe par deux étapes, la première étant la perte de proton et la deuxième étant la fixation d'O<sub>2</sub> ; ces premières réactions qui doivent être limitées à une température de congélation, peuvent avoir un effet sur l'accumulation des protons (H<sup>+</sup>) dans la viande et par conséquent, le pH tend vers une légère diminution et entraînent une acidification de la viande.

Par contre, dans le lot avec l'ajout de romarin une baisse rapide du pH est notée durant les 7 premiers jours (de 6,28 à 6,12), et par comparaison le pH s'abaisse plus rapidement que celui du lot sans additif (de 6,28 à 6,21). Cette diminution peut être due au pH naturellement plus bas de la poudre *Rosmarinus officinalis* (qui est de 6,03).

Au cours de la deuxième semaine, une augmentation du pH le pH jusqu'à 6,20 est observée au 15<sup>ème</sup> jour, probablement en raison de la diffusion des antioxydants présent dans le romarin qui ralentissent la perte des protons. Après cette période, le pH continue à diminuer, mais de manière moins prononcée dans la viande traitée (5,90 contre 5,70 dans le lot sans additif).

Cet abaissement limité de pH le lot avec romarin n'a pas un impact significatif, permettant ainsi de maintenir un pH physiologiquement proche de celui de la viande bovine (**Craplet, 1966 ; Laurent, 1974**).

L'effet antioxydant du romarin semble donc ralentir l'oxydation des lipides dans la viande traitée, retardant ainsi l'acidification et prolongeant la durée de conservation en maintenant un pH légèrement plus élevé que dans la viande non traitée.



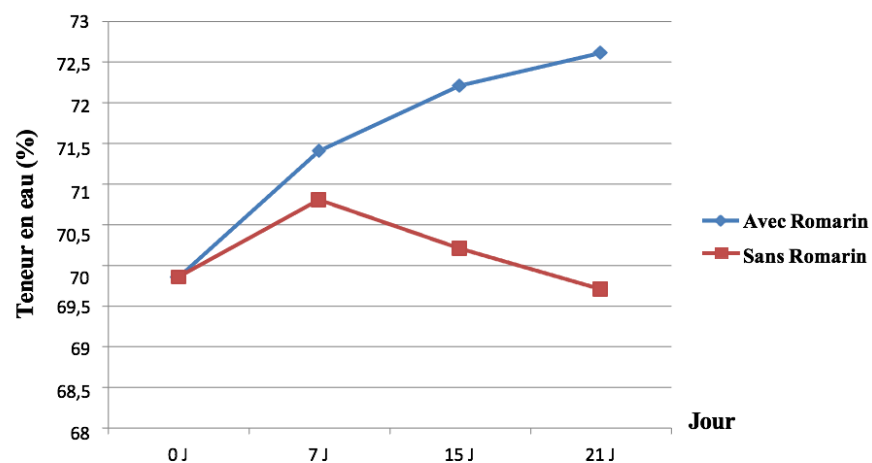
**Figure 6.** Évolution de pH de la viande hachée de bœuf conservée avec l'extrait de *Rosmarinus officinalis*.

### 1.1.1. Teneurs en eau

La teneur en eau de la viande varie en fonction de l'âge, du type de muscle et de la quantité de lipides, qui joue un rôle central dans cette variation. Néanmoins, pour un muscle donné, la matière sèche reste presque constante (Craplet, 1966).

Les résultats de la figure 7 montrent que la teneur en eau des échantillons varie entre 69,7 % et 72,6 %, en accord avec les normes indiquant une humidité entre 60 % et 80 % dans le muscle (Laurant, 1974 ; Staron, 1982). Concernant la matière sèche, sa teneur, qui est inversement proportionnelle à celle de l'eau, varie entre 27,4 % et 30,12 %.

Les échantillons de la viande traités avec la poudre du romarin présentent une teneur en eau plus élevée que les échantillons témoins. Cela suggère que l'ajout de romarin a amélioré la capacité de rétention d'eau de la viande. Ce phénomène peut être dû aux propriétés antioxydantes et stabilisantes du romarin, qui préservent les fibres musculaires.



**Figure 7.** Évolution de la teneur en eau de la viande hachée de bœuf conservée par l'extrait de

### *Rosmarinus officinalis.*

#### 1.1.2. Teneurs en matière minérale

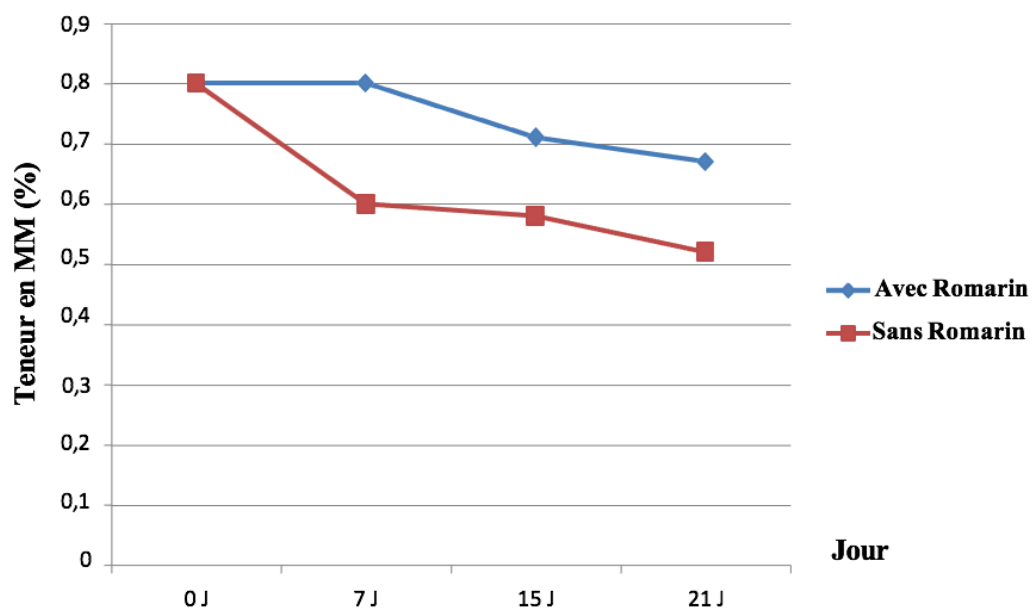
Les cendres brutes sont définies comme étant le résidu obtenu après calcination à 550°C (Karleskind, 1992).

Les résultats de la figure 8 montrent que la matière minérale des échantillons se situe entre 0,52 % et 0,8 %, ce qui est conforme aux normes, qui recommandent un taux de cendres inférieur à 2 % (Craplet, 1966).

Les échantillons sans romarin montrent une diminution progressive de la teneur en minéraux, probablement due à une perte d'eau causée par la congélation. En effet, la congélation peut entraîner une fuite des éléments minéraux dans le jus de décongélation, ce qui altère la qualité de la viande.

En revanche, dans les échantillons traités avec la poudre du romarin, la matière minérale reste relativement stable durant les 7 premiers jours. Cette stabilité peut s'expliquer par l'effet du romarin, dont la teneur en matière minérale est de 5,04 %. Toutefois, la faible proportion de romarin utilisée dans les échantillons n'a qu'un impact minime sur la teneur globale en minéraux de la viande, représentant environ 0,005 % de l'échantillon.

Au-delà de 7 jours, bien que la matière minérale diminue légèrement, la réduction est moins marquée que dans les échantillons sans additif. Cela montre que le romarin soutient non seulement la rétention d'eau mais aussi celle des minéraux, ce qui prolonge la qualité de la viande pendant la conservation.



**Figure 8.** Évolution de la matière minérale de la viande hachée de bœuf conservée par l'extrait de *Rosmarinus officinalis*.

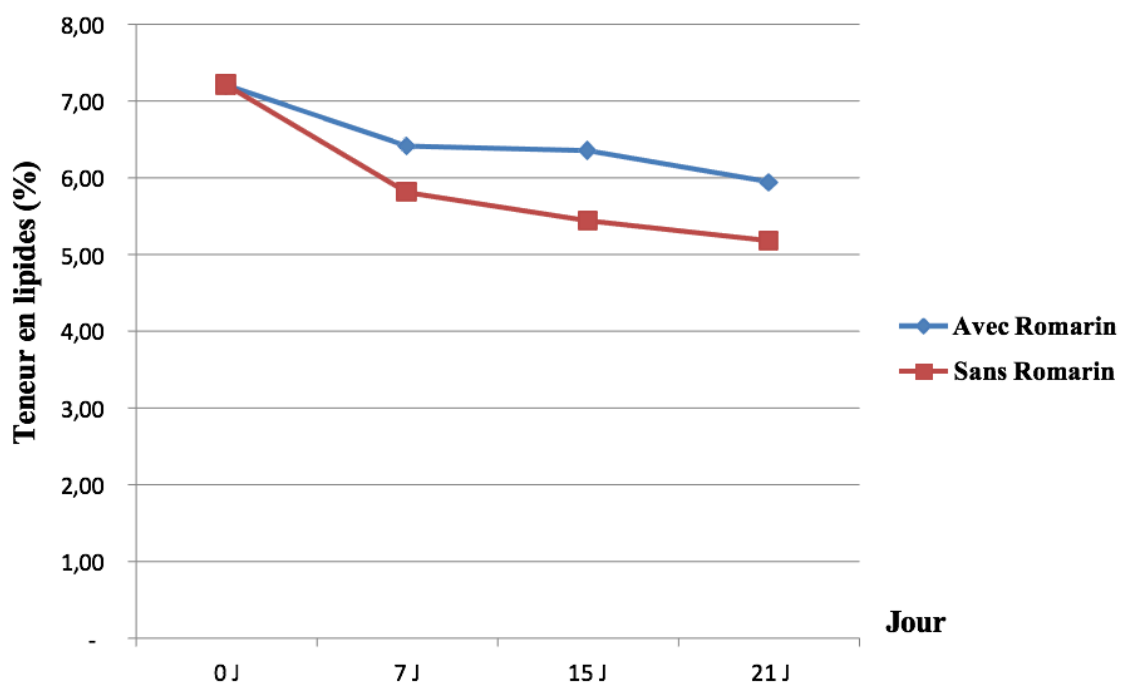
### 1.1.3. Teneurs en lipides totaux

Le taux de lipides bruts correspond à la matière grasse présente dans la viande, et peut varier selon le morceau de viande utilisé.

La teneur en lipides diminue progressivement au cours de la conservation pour tous les échantillons (figure 9). Cependant, la viande traitée avec de l'extrait de romarin présente une teneur en lipides légèrement plus élevée que celle du témoin non traité.

La diminution du taux de lipides observée dans les échantillons témoins (sans additif) peut être due à l'oxydation des graisses pendant le stockage, favorisée par l'exposition à l'oxygène et la libération d'eau lors de la décongélation. Ces phénomènes entraînent une perte progressive de la matière grasse.

En revanche, dans les échantillons traités avec du romarin, la baisse des lipides est moins importante, surtout après 7 jours de conservation. Le romarin, grâce à ses propriétés antioxydantes, ralentit l'oxydation des lipides, protégeant ainsi la teneur en matière grasse dans la viande. Après 21 jours, les échantillons avec romarin conservent une teneur en lipides de 5,93 %, contre 5,17 % pour le lot sans additif, indiquant un effet positif du romarin sur la stabilisation des lipides.



**Figure 9.** Évolution de la teneur en lipides de la viande hachée de bœuf conservée par l'extrait de *Rosmarinus officinalis*.

Les valeurs de lipides obtenues se situent entre 7,20 % et 5,17 %, correspondant aux valeurs rapportées par **Virling (2003)**, qui varient de 2 à 15 %. Tous les échantillons montrent une diminution progressive de la teneur en lipides totaux, avec des valeurs plus élevées pour l'échantillon additionné de romarin.

Cette diminution peut être attribuée à l'oxydation des lipides, un facteur majeur de dégradation des aliments au cours de leur conservation, affectant les acides gras insaturés (**Genot, 2000**). Cela confirme l'effet antioxydant du romarin, qui protège une partie des lipides contre l'oxydation.

Le mécanisme d'action des antioxydants a été largement étudié. Par exemple, **Francisco José et al. (2020)** ont montré que les propriétés antioxydantes du romarin sont dues à sa richesse en huiles essentielles, qui piègent les radicaux libres et chélatent les espèces réactives de l'oxygène (ROS). **Erkan et al. (2008)** ont indiqué que les composés phénoliques présents dans les extraits de romarin agissent comme antioxydants en réagissant avec les radicaux libres pour les transformer en produits stables.

En général, l'ajout d'extrait de romarin dans les produits à base de viande ou dans l'alimentation animale améliore la stabilité lipidique de la viande. Les composés antioxydants présents dans les extraits et huiles essentielles de romarin retardent l'oxydation des lipides dans les systèmes biologiques et alimentaires (**Nieto et al., 2018**).

Comme mentionné précédemment, l'effet antioxydant du romarin est dû aux polyphénols présents dans les feuilles, tels que l'acide rosmarinique, le carnosol et l'acide carnosique, qui s'accumulent dans les membranes grasses des cellules, où l'effet antioxydant

est nécessaire (Govaris *et al.*, 2007).

Le romarin, riche en carnosol et en acide carnosique, représente des antioxydants puissants dans les extraits et conserve les charcuteries, viandes et produits alimentaires riches en graisses (Ribeiro-Santos *et al.*, 2015). L'utilisation d'huile de romarin a également été envisagée pour améliorer la qualité de l'agneau, en réduisant l'oxydation de la myoglobine, ce qui assure une meilleure stabilité de la couleur et une apparence optimale de la viande.

L'huile essentielle de romarin inhibe le développement de l'oxydation des lipides et des protéines, la stabilisation étant proportionnelle à la concentration. Des concentrations plus élevées d'huile augmentent la stabilité antioxydante de la viande (Hernández *et al.*, 2016). L'utilisation de conservateurs naturels pour contrôler l'oxydation des produits carnés est prometteuse (Nieto *et al.*, 2013).

La lipolyse et l'oxydation ont des effets néfastes sur la conservation de la viande, influencées par divers facteurs tels que la température, l'activité de l'eau, le pH, la nature du milieu, les forces ioniques et la composition de l'atmosphère de stockage. Govaris *et al.* (2010) ont rapporté que l'incorporation de romarin dans l'alimentation des dindes retardait l'oxydation lipidique des filets durant le stockage réfrigéré, avec une teneur en phénols totaux de 29,4 EAG/kg.

Selon nos résultats et des études antérieures (Yesilbag *et al.*, 2011), même de faibles doses de romarin peuvent induire une protection antioxydante significative, agissant en inactivant les radicaux libres produits lors de l'auto-oxydation (Pokorný *et al.*, 2003).

Plusieurs études ont démontré l'addition directe d'huiles essentielles et d'extraits de plantes aromatiques aux aliments pour des effets antimicrobiens ou antioxydants. L'huile essentielle de romarin a été ajoutée aux saucisses de Bologne avec des résultats prometteurs, montrant une réduction des niveaux de nitrite résiduel, une diminution de l'oxydation des lipides, et une migration de flavonoïdes tels que l'héspéridine et la narirutine (Viuda *et al.*, 2010). Les extraits de romarin ajoutés aux boulettes de viande ont également montré une efficacité dans la réduction de l'oxydation des lipides (Fernandez *et al.*, 2005).

Le romarin est riche en composés phénoliques, qui pourraient inhiber la formation de radicaux libres, ce qui relie l'inhibition de l'oxydation des lipides aux polyphénols présents dans le romarin (Yesilbag *et al.*, 2011).

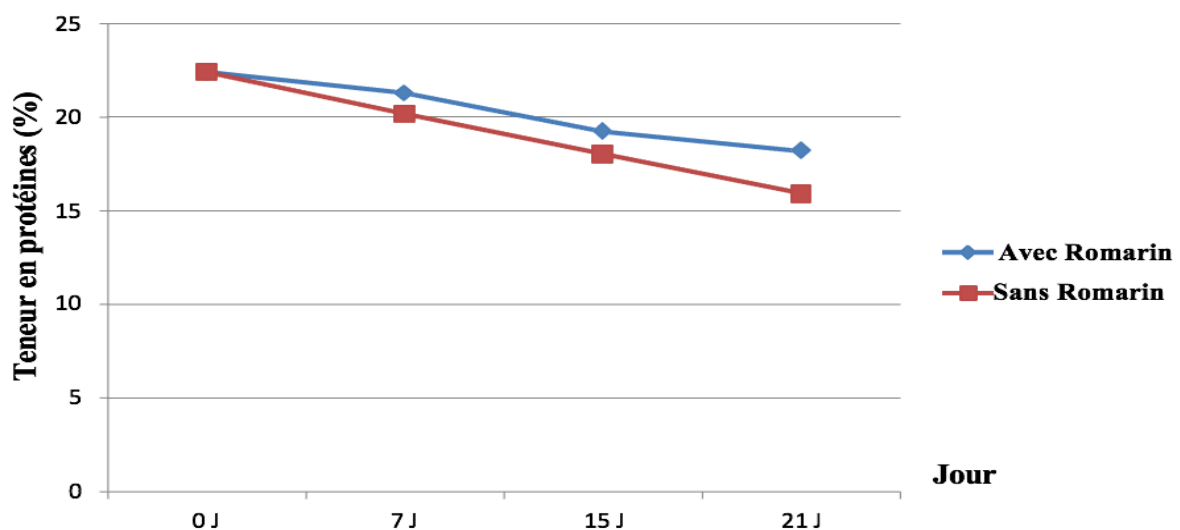
### 1.1.4. Teneur en protéines

La viande est une source importante de protéines, équilibrée en acides aminés essentiels (CIV, 1996).

## Résultats et Discussion

Les valeurs obtenues (Figure 10), proches de 20 %, sont conformes à celles rapportées dans d'autres études (CIV, 1996). Avec l'augmentation du temps de congélation, une diminution progressive du taux de protéines brutes est observée dans les deux échantillons de viande bovine, avec des réductions respectives de 4,20 % pour le lot avec romarin et de 6,50 % pour le lot sans additif. Cela indique que le romarin a permis de conserver une certaine proportion de protéines durant la conservation.

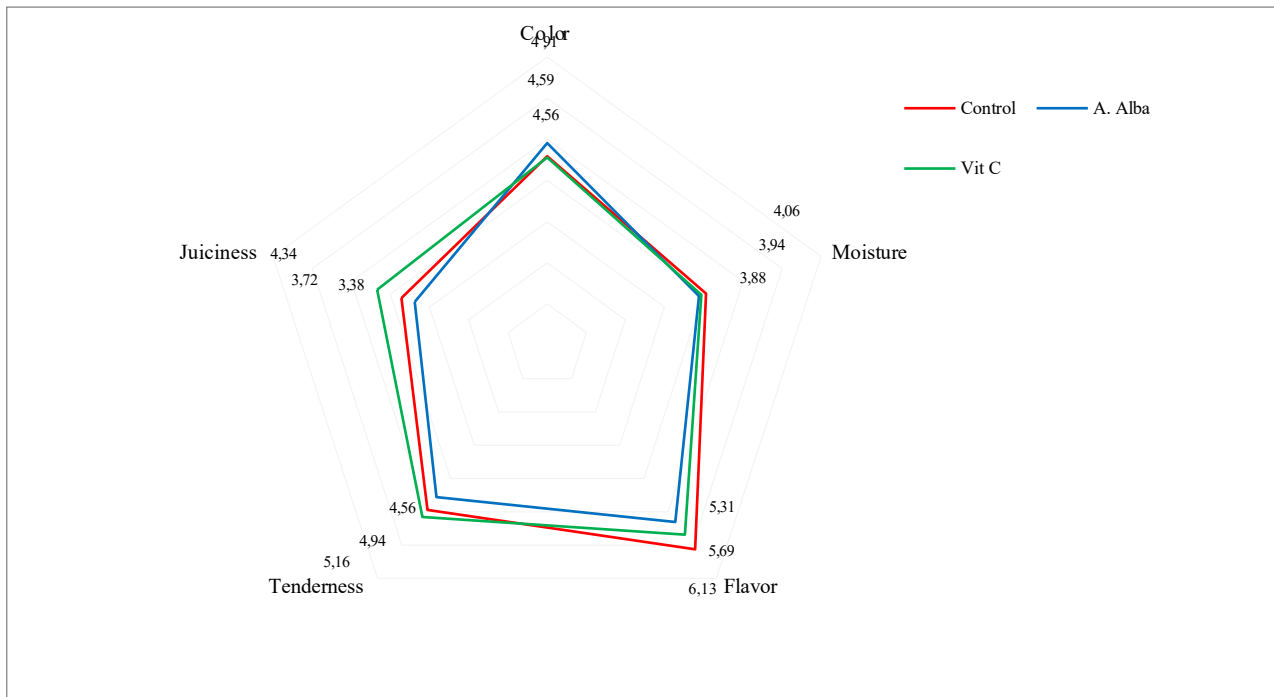
Cette diminution peut être due à la dénaturation des protéines myofibrillaires, causée d'une part par l'acidification du milieu (baisse du pH durant la conservation) et, d'autre part, par les agressions mécaniques exercées par les cristaux de glace formés lors de la congélation. Il est important de noter que la dégradation des protéines musculaires peut survenir pendant le stockage et la conservation, souvent sous l'effet de facteurs pro-oxydants tels que les produits d'oxydation des lipides (Jeuge et al., 2020). Des réductions similaires des protéines dans la viande de poulet et de bœuf congelée ont été signalées par Nahar et al. (2014) et Farouk et al. (2004) respectivement. Chan et al. (2011) ont également indiqué que la congélation entraîne une réduction significative des protéines, liée à l'instabilité des protéines résultant d'agréations pendant le processus de congélation.



**Figure 10.** Évolution de la teneur en protéines de la viande hachée de bœuf par l'extrait de *Rosmarinus officinalis*.

### 2. Analyse sensorielle des saucisses

Les résultats de l'analyse sensorielle effectuée sur les saucisses conservées à -18°C pendant 11 jours sont illustrés dans le diagramme en toile d'araignée suivant :



**Figure 11.** Évaluation de la qualité sensorielle des saucisses.

Les membres du panel ont déclaré que le lot traité avec l'extrait d'*Artemisia herba alba* est classé comme étant le lot le plus apprécié par rapport à la majorité des critères, 33% du panel ont jugé que ce lot présente une couleur non répulsive et une tendreté recherchée, 32,49% ont suggéré aussi qu'il porte une humidité de surface et une saveur agréable, cependant ce dernier a été déclassé par 32% du panel comme étant le moins juteux.

Pour le lot conservé à la vitamine C, 33% des panélistes considèrent que l'échantillon possède une couleur adorable et une jutosité demandée ce qui le qualifie le lot le plus aimé par rapport au critère jutosité, 30% ce sont mis d'accord que ce dernier présente une certaine humidité de surface, 32% du panel ont jugé que ce lot est tendre et porte une saveur moyennement agréable.

D'après ces résultats (tableau 20), le lot sans additif est classé comme étant le lot le plus dur, décoloré, sec et de saveur faible, cependant il représente un certain degré d'humidité de surface (31,36%), cette dernière le qualifie par rapport au lot traité par la vitamine C (30%).

Nos résultats apparaissent concordés avec les recherches démontrant que l'utilisation d'additifs naturels comme le romarin permet de conserver une belle couleur de la viande sur une période prolongée (CMC, 2014).

La capacité de rétention d'eau influence la tendreté de la viande bovine et la quantité de jus retenu, paramètres physico-chimiques dépendant des conditions d'entreposage et de cuisson (Harkati, 2007). Une meilleure rétention d'eau se traduit par une jutosité accrue, les pertes en eau peuvent atteindre 15% pour les viandes grillées et 40% pour les viandes bouillies (Dudouet,

2004 ; Vierling, 2008 ; Pascua *et al.*, 2013).

La flaveur dépend de la composition chimique de la viande et des changements induits par la maturation, la conservation et la cuisson (Fortin et Durand, 2004). Parmi les 650 composés volatils et non volatils responsables des impressions olfactives et gustatives (Vierling, 2008), l'oxydation des lipides (MDA) conduit à des molécules d'odeur désagréable, impactant négativement sur la flaveur.

La cuisson entraîne la dénaturation de la globine vers 65°C et la modification de l'hème, responsable du passage du rouge au brun-doré (Akli, 2014). Les traitements technologiques comme la conservation, l'utilisation de conservateurs et le conditionnement influencent la couleur et la jutosité, une congélation mal maîtrisée favorise l'exsudation de jus lors de la décongélation (Vierling, 2008).

La capacité de rétention d'eau, importante caractéristique de qualité, affecte la valeur nutritionnelle, l'apparence et la palatabilité de la viande (Kadim *et al.*, 2008).

**Tableau 20.** Les résultats de dégustation des trois lots traités différemment et conservés pendant 21 jours.

Paramètres	Critères	A	B	C
Humidité	Sèche	37,50%	68,75%	43,75%
	Extrêmement sèche	31,25%	6,25%	12,50%
	Moyennement Hum	31,25%	12,50%	37,50%
	Humide	0,00%	12,50%	6,25%
Tendreté	Dure	43,75%	50,00%	31,25%
	Très dure	0,00%	6,25%	6,25%
	Moyennement tendre	37,50%	31,25%	43,75%
	Tendre	18,75%	12,50%	18,75%
Jutosité	Sèche	43,75%	50,00%	25,00%
	Très sèche	18,75%	31,25%	25,00%
	Moyennement juteux	37,50%	18,75%	43,75%
	Juteux	0,00%	0,00%	6,25%
Flaveur	Néant	0,00%	0,00%	6,25%
	Faible	6,25%	43,75%	25,00%
	Modéré	37,50%	25,00%	56,25%
	Moyenne	56,25%	31,25%	12,50%
Couleur	Forte	31,25%	12,50%	18,75%
	Légère	12,50%	18,75%	25,00%
	Modérée	25,00%	31,25%	25,00%
	Moyenne	31,25%	37,50%	31,25%

- A : saucisses sans additif
- B : saucisses avec *Artemisia herba alba*
- C : saucisses avec Vit C

## **Discussion générale**

### Discussion générale

Cette étude a permis de montrer que l'utilisation de quelques plantes aromatiques locales dans la conservation de viande rouge et blanche est tout à fait possible. Nos résultats rejoignent globalement les études antérieures qui ont montré que l'addition de l'extrait de plante d'*Artemisia herba alba* et *Rosmarinus officinalis* a non seulement entraîné une amélioration de la qualité physico-chimique de la viande, inhiber efficacement l'oxydation des lipides et prolonger la durée de conservation.

Dans le cadre de notre recherche, l'application d'extraits naturels dans la conservation des aliments s'aligne sur les préférences des consommateurs en vue de réduire l'usage des additifs synthétiques. Nous avons pu montrer qu'en plus les extraits des espèces d'*Artemisia herba alba* et de *Rosmarinus* ont pour effet d'inhiber efficacement l'oxydation des lipides et l'obtention de couleur de viande désirable par les panélistes dégustateurs, ce qui rejoint les observations apportées par **Yu et al. (2002)** qui ont montré que des changements de couleur des produits de dinde cuits pendant le stockage réfrigéré. IL est évident que les extraits de ces deux plantes essayées dans nos essais ont montré des propriétés antioxydantes, où cette activité est le plus souvent due aux composés phénoliques, aux flavonoïdes et aux huiles volatiles.

Dans cette optique, on s'est concentré sur l'effet des extraits végétaux sélectionnés en tant qu'antioxydants naturels riches en molécules bioactives sur l'amélioration positive de la qualité nutritionnelle, pour une durée de conservation de viande un peu plus longue. Ainsi, nous avons pu observer que la durée de conservation par réfrigération à 4°C des viandes de bœuf et de poulet, et dans une moindre mesure les saucisses, s'est vue augmentée jusqu'à une durée de 15 jours sans pour autant que les qualités nutritionnelles et organoleptiques ne soient diminuées

Il est évident que tous les travaux réalisés dans ce cadre ont montré que l'oxydation des lipides et des protéines est la principale cause de la détérioration de la qualité de la viande et de la limitation de la durée de conservation des produits carnés. Elle entraîne des changements défavorables dans la valeur nutritive, les propriétés sensorielles et physicochimiques de la viande. Mais, l'addition de produits naturels riches en antioxydants rentrent en concurrence avec les substances et organismes responsables de l'altération par oxydation et ainsi minimiser leurs effets négatifs.

Cette présente étude récente sur l'usage de *l'Artemisia* a le mérite d'être parmi les premières ou si non la première en Algérie. L'usage d'extrait de *l'Artemisia herba alba* locale en viande et produits carnés comparativement aux nombreuses autres études qui ont utilisé le romarin (*Rosmarinus officinalis*) comme conservateur naturel dans les viandes et produits carnés a eu des effets avantageux sur la viande de poulet et de bœuf. Dans une expérience

similaire, mené par **Lorenzo et al. (2021)**, ont également mis en évidence l'effet antioxydants du romarin dans les viandes et produits carnés notamment les galettes, les hamburgers et les saucisses.

Nos travaux sur cette ressource locale ont le mérite également de montrer que la durée de conservation est relativement supérieure du moins dans le lot viande poulet par rapport aux lots où le romarin et Vit C ont été ajoutés.

De ce qui précède nous avons observé que l'analyse physicochimique de la viande de poulet hachée additionnée de l'extrait d'*Artemisia herba alba* a révélée des teneurs élevées en matières sèche et minérale dans le lot conservé par l'armoise blanche que celle conservée par la vitamine C et sans additive, pendant la durée de congélation. Cependant, la teneur en protéine de la viande de poulet est restée constante pour les trois lots étudiés.

En outre, des variations très nettes ont été observées, pour les teneurs en lipides entre les trois lots où il apparaît que l'échantillon traité par l'*Artemisia herba alba* renferme des proportions lipidiques plus élevées par rapport aux deux autres échantillons de vitamine C et sans additif, respectivement : 4,76%, 2,37 % et 2,74%. Cette richesse en lipides des échantillons *Artemisia herba alba* est vraisemblablement attribuable aux contenues lipidiques initiales de l'armoise.

Les valeurs faibles en MDA de la viande de poulet additionnée de l'armoise (0,02 mg eq/Kg de viande), par rapport à la viande traitée par la vitamine C (0,04 mg eq/Kg de viande) et sans additive (0,06 mg eq/Kg de viande) sont une preuve de l'efficacité de cette plante. En effet, ces résultats démontrent que le traitement à l'*Artemisia herba alba* et à la vitamine C a un effet significatif sur l'abaissement de la peroxydation lipidique de la viande par rapport à l'échantillon témoin même après 15 jours de congélation. On peut ainsi affirmer que l'extrait de l'armoise a joué un rôle essentiel dans la stabilité de la viande de poulet et diminuer la formation de substances réactives à l'acide thiobarbiturique (TBA).

Toutefois, le stockage de la viande bovine hachée et saucisse à 4°C pendant 7 jours et 21 jours à -18°C a révélé un effet significatif concernant les échantillons de la viande bovine conservés par l'armoise et la vitamine C, contre l'échantillon témoin. Il est utile de de rapporter que d'après les résultats obtenus un gain plus élevé en matière sèche, matière minérale et en protéines pour la viande conservée par l'*Artemisia herba alba* que dans la viande traitée par la vitamine C et sans additif a été observé.

La valeur TBA est l'un des principaux indicateurs de l'oxydation des lipides dans les aliments (**Turgut et al. ,2017**). Ce paramètre nous permet de détecter les produits d'oxydation secondaires dérivés de la dégradation des acides gras polyinsaturés et contribuent aux saveurs désagréables des produits à base de viande (**Sun et al., 2019**).

Nos résultats ont montré que les extraits de l'*Artemisia herba alba* ont la capacité d'inhiber ( $p < 0,05$ ) l'oxydation des lipides. Dès les premiers jours de réfrigération, les valeurs de TBA étaient de 0,31 mg de malondialdéhyde / kg pour le lot traité par l'armoise, contre 0,35 et 0,37 mg de malondialdéhyde / kg, puis elles sont augmentées de manière significative ( $p < 0,05$ ) au cours du temps (21 jours) de congélation pour le lot de la vitamine C et sans additif respectivement 0,38 et 0,49 mg de malondialdéhyde / kg. Bien que, on remarque une diminution des valeurs TBA pour la viande haché et saucisses conservée par l'armoise.

L'oxydation des lipides et des protéines est la principale cause de la détérioration de la qualité de la viande et de la limitation de la durée de conservation des viandes. Les résultats ont montré que l'oxydation des lipides était plus élevée dans tous les échantillons de viande bovine (sans traitement ou avec la vitamine C) pendant le stockage, mais faible pour les échantillons de l'armoise blanche et le romarin peut être reconnue comme un antioxydant efficace, retardant l'oxydation des lipides jusqu'à 21 jours de stockage au congélateur.

Les résultats ont montré que l'application des deux extraits de plante peut protéger le bœuf contre l'oxydation pendant le stockage. Ces résultats corroborent ceux de **Skřivan et al. (2011)** et **Govaris et al. (2010)** qui démontrent que l'incorporation de la vitamine C et des feuilles du romarin dans l'alimentation des animaux retardent l'oxydation lipidique de la viande pendant le stockage réfrigéré.

L'armoise blanche et le romarin contiennent des composés phénoliques et sont riches en flavonoides, l'*Artemisia herba alba* possède une activité antioxydante. Ces principaux composants comprennent la chrysanthénone, le camphre, l' $\alpha$ -thuyone et le 1,8-cinéole (**Ouchelli et al., 2022**), qui contribuent à leurs effets conservateurs. Le *Rosmarinus officinalis* a montré un potentiel antioxydant significatif en tant que conservateurs naturels dans les produits carnés. Des études ont montré leur efficacité pour réduire l'oxydation des lipides dans diverses préparations de viande (**Perlo et al., 2020**) et les saucisses de bœuf (**Azizkhani et Tooryan, 2015**). Les propriétés antioxydantes du romarin sont attribuées à des composés tels que le carnosol, l'acide rosmarinique et l'acide carnosique (**Hernández-Hernández et al., 2009**).

Les résultats ont démontré que l'armoise blanche et le romarin réduisaient significativement l'oxydation. Les données rapportées ont démontré que l'armoise est plus efficace comme antioxydant dans les deux types de viande que le romarin, comme le démontre le taux des lipides et les valeurs de TBA.

En plus des espèces d'*Artemisia herba alba*, les extraits de romarin ont également montré leur efficacité pour inhiber l'oxydation des lipides et le changement de couleur des produits de dinde cuits pendant le stockage réfrigéré (**Yu et al., 2002**).

Nous pouvons aussi noter notamment que les échantillons de viande hachée et les saucisses traités avec l'extrait d'*Artemisia herba alba* ont montré des valeurs significativement plus faibles de TBA, que les échantillons témoins et les échantillons traités avec le romarin pendant la conservation. Cela veut dire que l'armoise blanche possède un pouvoir antioxydant plus fort que le romarin.

En effet, les résultats des analyses effectuées par **Aouadi et al. (2014)** sur les huiles de romarin ont montré que celle-ci était dominée par le 1,8-cinéole et le camphre, suivis par d'autres composés, tels que l' $\alpha$ - et le  $\beta$ -pinène et le  $\beta$ -cariophyllène. Alors que la composition des huiles d'*Artemisia herba alba* utilisées dans cette étude était principalement dominée par le camphre, la chrysanthénone et la  $\beta$ -thuyone (**Bekka-Hadji, 2022**), prouvant que l'huile d'armoise serait plus efficace que le romarin.

Parallèlement, les résultats des analyses sensorielles ont révélé que l'ajout de l'extrait d'*Artemisia herba alba* aux boulettes de viande et aux saucisses était efficace pour prévenir la formation d'odeurs de rances, préserver la qualité nutritionnelle et sensorielle de la viande. Au-delà des applications alimentaires, l'extrait est aussi doué d'un potentiel dans la prévention des maladies cardiovasculaires en réduisant le stress oxydatif et en améliorant les profils lipidiques dans les modèles animaux (**Anversa et al., 1990**).

L'application des deux extraits pour obtenir des viandes avec une meilleure oxydation et une meilleure stabilité lipidique pendant un stockage prolongé sans aucun effet sur les attributs sensoriels pourrait être envisagée comme une voie alternative.

On peut conclure que l'antioxydant naturel *Artemisia herba alba* est ajouté à la viande fraîche et transformée aux produits carnés pour prévenir l'oxydation des lipides, retarder le développement de saveurs désagréables (rancissement), améliorer la stabilité de la couleur et prolonger la durée de conservation, sans aucun dommage aux propriétés sensorielles ou nutritionnelles.

# Conclusion

# Conclusion

La viande est une source majeure de protéines essentielles à la santé humaine, et les consommateurs la conservent par congélation généralement après l'avoir achetée pour gérer leur approvisionnement. Contrairement aux idées reçues, une viande congelée n'est pas stable. Certes, sa stabilité est acquise mais le produit reste le siège de réactions physiques et biochimiques susceptibles de compromettre ses qualités organoleptiques à long terme.

Conserver les viandes reste une nécessité pour les individus afin d'avoir des apports nutritionnels qualitatifs et quantitatifs répondant à leurs besoins journaliers.

Les techniques traditionnelles de conservation de la viande sont utilisées depuis des siècles pour prolonger la durée de conservation et rehausser la saveur. Ces méthodes comprennent le séchage, le fumage et la saumure, puis ont été remplacées par de nouvelles techniques de froid et l'utilisation d'agent conservateur naturel.

Bien que ces deux derniers processus interviennent comme agents de conservation dans les technologies actuelles et industrielles en association, il est intéressant de se pencher sur la conservation à froid par des additifs végétaux, afin d'améliorer les qualités nutritionnelles et organoleptiques des viandes et leurs dérivés. Les extraits de plantes sont apparus comme des alternatives naturelles prometteuses pour pallier aux conservateurs synthétiques pour préserver la qualité et prolonger la durée de conservation.

Des études récentes ont révélé que les consommateurs considèrent plus sûres et sains les produits élaborés à partir des ingrédients naturels au lieu des additives synthétiques.

De nos jours la recherche et l'identification de nouvelles substances naturelles capables d'être utilisées comme des ingrédients alimentaires est devenue une priorité pour le consommateur actuelle au regard du bénéfice santé que cet usage va en procurer. Selon les différents rapports édités sur les résultats de recherche, il est clairement montré que l'activité inhibitrice des extraits de plantes est attribuée principalement à sa richesse en flavonoïdes et polyphénols. Et constitue ainsi une voie que la majorité des nutritionnistes diététiciens la recommandent

Dans ce contexte, le présent travail de recherche vise principalement la valorisation de deux plantes médicinales et aromatiques naturelles occupant des superficies non négligeables dans la steppe algérienne : *Artemisia herba alba* et *Romarinus officinalis*. Les biomolécules actives contenus dans ces deux ressources telles les polyphénols et les flavonoïdes, en font d'excellents antioxydants.

L'extraction solide-liquide des tiges et feuilles d'*Artemisia herba alba*, ont donné des rendements respectifs de 20.71 % (la région de El Bayadh) et 28,4 % (la région de Tiaret)

## Conclusion

---

supérieures par rapport à ceux obtenus dans le cadre des études antérieures

En effet, la richesse en polyphénols de l'extrait de l'*Artemisia herba alba* obtenu dans le cadre de cette recherche semble diminuer le niveau d'oxydation de la viande blanche, par rapport à l'échantillon témoin, et également celui avec l'additif vitamine C.

Ainsi et en se basant sur les travaux antérieurs nous pouvons affirmer que les polyphénols les plus importants dans l'extrait méthanolique sont l'acide chlorogénique et vecenine 2. Ces deux constituants bioactifs, ont un rôle principal de piégeage des espèces réactives à l'oxygène.

L'activité anti-oxydante, mesurée à travers l'indice TBA des viandes blanches traitées par l'armoise blanche apparaît très efficace puisqu'au bout de 15 jours de conservation nous n'avons enregistré que, 0.02 mg de MDA /Kg de viande traitée contre 0,06 mg de MDA/Kg de celle non traitée.

Ces résultats révèlent que cette ressource peut réellement contribuer à la diminution de processus de peroxydation lipidique dans la viande de poulet.

A travers nos analyses nous avons constaté que l'extrait de cette plante a augmenté la teneur en matière grasse de la viande du poulet de chair qui est attribué aux huiles essentielles que renferme cette plante.

La comparaison des résultats obtenus sur les analyses physico-chimiques et organoleptiques de deux produits carnées (viande bovine hachée et saucisse) et subissant les deux traitements de conservation par le froid positif (+4°C) pendant une semaine et le froid négatif (-18°C) pendant 21 jour de stockage additionné de deux conservateurs différents contre un lot témoin, a révélé l'effet positif de l'extrait phénolique de l'*Artemisia herba halba* rajouté sur la conservabilité de la viande hachée et les saucisses de bœuf.

L'analyse détaillée de la composition biochimique et de l'oxydation lipidique de la viande de bœuf entreposé au froid et conservé par l'*Artemisia*, nous a permis d'établir des différences très nette entre les différents types de conservation étudiés.

La teneur en matière minérale ainsi que le gain en matière sèche sont plus élevées dans la viande conservée par l'*Artemisia* que dans la viande conservée par la vitamine C et sans additif. En outre, la teneur en matière sèche a augmenté avec le temps de conservation contre une diminution de la matière minérale.

Par ailleurs, les lipides totaux apparaissent dans des proportions relativement élevées dans le lot conservé par l'extrait d'*Artemisia* suivi du lot traité par la vitamine C, et du témoin sans additifs., La même tendance peut être notée pour la teneur en protéines qui demeure plus élevée dans la viande conservée par l'extrait d'*Artemisia* que les autres lots, mais nous avons noté une certaine diminution en fin de la période de conservation

## Conclusion

---

Une forte oxydation lipidique a été remarquée chez les lots conservés sans additif par rapport aux lots conservés avec la vitamine C et ceux traités par l'extrait d'armoise blanche. Il est clair que, cette teneur faible en MDA est vraisemblablement induite par la présence des composés phénoliques.

Sur le plan sensoriel, le test de dégustation a également permis de démontrer les effets de l'ajout de l'extrait d'*Artemisia* sur les propriétés sensorielles des saucisses, pour évaluer les conséquences de ce dernier sur les choix des consommateurs.

Selon ce test, l'addition de l'*Artemisia* au produit n'affecte pas les caractéristiques sensorielles originales de la viande des saucisses, mais elle aide à en préserver. Les panelistes jugent, le lot contenant l'extrait comme le moins riche en jus, en flaveur, en couleur agréable et le plus tendre.

Au terme de cette étude, la comparaison des résultats obtenus sur les analyses physico-chimiques d'un produit carné (viande hachée) subit un traitement de conservation par le froid à -18°C pendant 21 jours de stockage additionné d'un conservateur contre un lot témoin (sans romarin), a révélé l'effet positif de l'extrait sec de *Rosmarinus officinalis* rajouté sur la conservabilité de la viande hachée.

La teneur en matière minérale ainsi que le gain en eau sont plus enlevées dans la viande conservée par le romarin que dans la viande sans extrait. En outre la teneur en eau a été augmentée avec le temps dans le lot conservé avec du romarin, et diminuée dans le lot témoin. En ce qui concerne la matière minérale elle a diminué progressivement avec la durée du stockage.

Cependant, les deux lots, se caractérisent par leurs teneurs différentes en lipides. En effet, les lipides totaux apparaissent dans des proportions relativement enlevées dans le lot conservé par l'extrait du romarin que dans la viande entreposée sans additif.

Il a été démontré que des viandes traitées avec 0,1% d'extrait du romarin ont la possibilité de maintenir leurs caractéristiques physico-chimiques durant l'entreposage et, par conséquent, acquérir une longue durée de conservation.

De ce qui précède nous serons tentés de conclure que l'extrait phénolique de l'*Artemisia herba alba* et l'extrait sec du *Rosmarinus officinalis*, se manifestent comme des agents conservateurs très recommandés dans le domaine de la conservation de la viande et les produits carnés gras démontré par les meilleures aptitudes à préserver la composition biochimique et les propriétés organoleptiques de ce produit.

L'évaluation de l'efficacité de la stabilité oxydative de la viande par les extraits de feuilles et tiges d'*Artemisia herba alba* et *Rosmarinus officinalis*, ont pu prolonger la durée de stabilité de la viande à 15 jours pour la viande de poulet de chair et 21 jours pour la viande

## Conclusion

---

bovine respectivement.

Les industries agroalimentaires devraient encourager l'utilisation des extraits naturels en substitution à ceux synthétiques non seulement pour les aptitudes de conservation de la plante mais aussi pour profiter le maximum de leur composition et leur richesse en composés phénoliques bénéfiques pour la santé.

En perspective ; l'ensemble des résultats obtenus au cours de notre investigation, constitue une première étape dans la recherche des substances de source naturelle biologiquement active, dans le cadre de valoriser ces résultats, il est intéressant de :

- Étudier les effets synergiques entre les antioxydants des extraits d'*Artemisia herba alba* et de *Rosmarinus officinalis* ;
- Élargir le rôle de plantes aromatiques ;
- Mener une étude plus approfondie pour isoler, purifier, et identifier les molécules responsables de l'activité antioxydante des deux plantes *Artemisia herba alba* et *Rosmarinus officinalis* ;
- Étudier les mécanismes d'action et les facteurs influençant l'efficacité des huiles essentielles ;
- Employer les huiles essentielles d'*Artemisia herba halba* et *Romarinus officinalis* comme un antioxydant naturel dans l'industrie agroalimentaire ;
- Évaluer le potentiel des huiles essentiels d'*Artemisia herba halba* et *Romarinus officinalis* comme antibactérien naturel pour prévenir l'altération microbiologique du viande hachées cru.

# Références bibliographiques

## Références Bibliographiques

---

- **AFNOR. (1985).** (Association Française de Normalisation). Aliments des animaux, méthodes d'analyses française et communautaire. 2ème édition, 200 p.
- **Akli, H. (2014).** Contribution à l'évaluation discriminante de la qualité sensorielle de la viande bovine de la région de Tizi Ouzou. Mémoire de magistère.
- **Akter, H., Akhter, S., Rahman, S. M. E., Rahman, M. M., Hossain, M. M., Ra, C. S., Kim, J.M., & Oh, D.H. (2009).** Effect of Different Preservation Methods on Physicochemical Quality of Beef. *Journal of Food Hygiene and Safety*, vol. 24 : 217-225.
- **Alfaifi, B. M., Al-Ghamdi, S., Othman, M. B., Hobani, A. I., & Suliman, G. M. (2023).** Advanced Red Meat Cooking Technologies and Their Effect on Engineering and Quality Properties: A Review. *Foods*, 12(13), 2564. <https://doi.org/10.3390/foods12132564>
- **Almi, D., Sebbane, H., Lahcene, S., Habera, F., Laoudi, K., & Mati, A. (2022).** Antibacterial and antioxidant activities of various extracts and essential oil from dried leaves of *Artemisia herba-alba* Asso of Tamanrasset (south Algeria). doi: 10.53552/ijmfmap.8.1.2022.47-55.
- **Amaral, A.B., Silva, M., Lannes, S. (2018).** Sciences et technologies alimentaires. Oxydation des lipides dans la viande : mécanismes et facteurs de protection – une revue. *Animals*, 4 (2), 151-160.
- **Anversa, P., Sonnenblicke, E. (1990).** Cardiomyopathie ischémique : mécanismes physiopathologiques. *Prog Cardiovasc Dis*. 33 : 49-70.
- **Aouadi, D., Luciano, G., Vasta, V., Nasri, S., Brogna, D. M., Abidi, S., ... & Salem, H. B. (2014).** The antioxidant status and oxidative stability of muscle from lambs receiving oral administration of *Artemisia herba alba* and *Rosmarinus officinalis* essential oils. *Meat science*, 97(2), 237-243.
- **Apak, R. Güçlü, K. Demirata, B. Özyürek, M. Esin Çelik, S. Bektaşoğlu, B. Berker, K.i. et Özyurt, D., (2007).** “Comparative evaluation of various total antioxidant capacity assays applied to phenolic compounds with the CUPRAC assay”, *Molecules*, V.12, 1496- 1547.
- **Arslan, D. and Ozcan, M. (2007).** Evaluation of drying methods with respect to drying kinetics, mineral content and colour characteristics of rosemary leaves. *Energy conversion and management* 49, 1258-1264.
- **Ashraf, A., Sarfraz, A., Rashid, A. & Shahid, M. (2015).** Antioxidant, antimicrobial, antitumor, and cytotoxic activities of an important medicinal plant (*Euphorbia royleana*) from Pakistan. *J.F.D.A.*, 23 : 109-115. <https://doi.org/10.1016/j.jfda.2014.05.007>
- **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 (Doctoral dissertation, Université de Batna 2).
- **Athamena, S., Chalhghem, I., Kassah-Laouar, A., Laroui, S., & Khebri, S. (2010).** Activité antioxydante et antimicrobienne d'extraits de *Cuminum cyminum* L. *Lebanese science journal*, 11(1), 69-81.
- **Audigie, Cl., Dupont, G. et Zouszain, F. (1984).** Principes des méthodes d'analyse biochimique. Tome 1. Ed. Doin. pp : 136-155.
- **Ayad, N. (2008).** Etude éco-phytochimique et apport nutritionnel de l'armoise blanche (*Artemisia herba-alba* Asso) du sud Oranais, dans l'aliment du cheptel - Thèse de doctorat. Univ. Djillali Liabes. Sidi-Bel-Abbès. 98 P.
- **Ayad, N., Hellal, B., & Maatoug, M. H. (2007).** Dynamique des peuplements d'*Artemisia herba alba* Asso dans la steppe du Sud oranais (Algérie occidentale). *Science et changements planétaires/Sécheresse*, 18 (3), 193-198.
- **Azizkhani, M., & Tooryan, F. (2015).** Antioxidant and antimicrobial activities of rosemary extract, mint extract and a mixture of tocopherols in beef sausage during storage at 4 C. *Journal of Food Safety*, 35(1), 128-136.
- **Bauchart, D., Chantilot F, Gandemer G. (2008).** Qualité nutritionnelle de la viande et des abats chez le bovin : données récentes sur les principaux constituants d'intérêt nutritionnel. *Cah Nut Diet*; 43 (hors-série I) IS29-39.
- **Bauchart, D., Thomas, A., Durand, D., & Parafita, E. (2010).** Qualité nutritionnelle des lipides et acides gras des viandes bovines ww: Influence des conditions de cuisson des viandes. *Viandes Prod. Carnés* 28 (4): 117-124.
- **Bax, M.L. (2012).** Impact des procédés de transformation sur le devenir digestif des protéines de la viande. Thèse de doctorat. Université d'Auvergne

## Références Bibliographiques

---

- **Bchir, B., Besbes, S., Giet, J. M., Attia, H., & Blecker, C. (2011).** Synthèse des connaissances sur la déshydratation osmotique. BASE.
- **Beketi, M. A. E. (2016).** *Le romarin et l'acide rosmarinique : intérêts thérapeutiques.* Editions universitaires européennes.
- **Bekka-Hadji, F., Bombarda, I., Djoudi, F., Bakour, S., & Touati, A. (2022).** Chemical composition and synergistic potential of *Mentha pulegium* L. and *Artemisia herba alba* Asso. essential oils and antibiotic against multi-drug resistant bacteria. *Molecules*, 27(3), 1095.
- **Belitz, H. D., Grosch, W., & Schieberle, P. (2009).** Food additives. *Food chemistry*, 429-466.
- **Bellucci, E. R. B., Bis-Souza, C. V., Domínguez, R., Bermúdez, R., & Barretto, A. C. D. S. (2022).** Addition of natural extracts with antioxidant function to preserve the quality of meat products. *Biomolecules*, 12(10), 1506.
- **Benaniba, I.E et Rahal, N. (2022).** Evaluation de l'activité antioxydante de *Rosmarinus officinalis*. Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi- B.B.A.
- **Benhamed, D.A. (2007).** Étude et optimisation d'un processus de fabrication traditionnel de vinaigre à partir de deux variétés de dattes communes cultivées dans le sud algérien. (Doctoral dissertation, Boumerdes, Université M'hamed Bougara. Faculté des sciences de l'ingénieur).
- **Benmeziane, S., Haddadin, M. S., & Al-Domi, H. A. (2023).** Extraction yield, phytochemicals analysis, and certain in vitro biological activities of *Artemisia Herba Alba* extracts. *Jordan Journal of Agricultural Sciences*, 19(2), 125-141.
- **Bensebia, O., Barth, D., Bensebia, B., & Dahmani, A. (2009).** Supercritical CO<sub>2</sub> extraction of rosemary: Effect of extraction parameters and modelling. *The Journal of Supercritical Fluids*, 49(2), 161-166. <https://doi.org/10.1016/j.supflu.2009.01.007>
- **Kada, S., El Hachimi, Y., Khalil, A. (2018).** In vitro Antioxint effect of *Globularia alpuml L* Hydromethanolic extraction . *indian. J. pharmacol*, 37(4), 227-231.
- **Berkel, B.M., B.V. Boogaard and C. Heijnen, (2004).** Preservation of fish and meat. Agromisa Foundation, Wageningen, The Netherlands. pp: 8: 78-80. ISBN: 90-72746-01-9.
- **Berset, C., & Cuvelier, M. E. (1996).** Revue : méthodes d'évaluation du degré d'oxydation des lipides et mesure du pouvoir antioxydant. *Sciences des aliments. Food science: an international journal of food science and technology*, 16, 219-245.
- **Bezza, L., Mannarino, A., Fattarsi, K., Mikail, C., Abou, L., Hadji-Minaglou, F., & Kaloustian, J. (2010).** Composition chimique de l'huile essentielle d'*Artemisia herba alba* provenant de la région de Biskra (Algérie). *Phytothérapie*, 8(5), 277-281.
- **Bhat, Z. F., Pathak, V., & Fayaz, H. (2013).** Effect of refrigerated storage on the quality characteristics of microwave cooked chicken seekh kababs extended with different non-meat proteins. *Journal of food science and technology*, 50, 926- 933. <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0410-4>
- **Bilggli, S.F. (2002).** La qualité de l'abattage et la période de retrait alimentaire. *Word's Poultry Science Journal*.18, 123- 233.
- **Birben, E., Sahiner, U. M., Sackesen, C., Erzurum, S., & Kalayci, O. (2012).** Oxidative stress and antioxidant defense. *World allergy organization journal*, 5, 9-19.
- **Boizot, N., Charpentier, J. P. (2006).** Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre forestier. *Le Cahier des Techniques de l'INRA*,In:Numéro spécial, 79-82.
- **Bonazzi, C., & Bimbenet, J. J. (2003).** Séchage des produits alimentaires. Principes. *Techniques de l'Ingénieur. Agroalimentaire (France)*, (3000).
- **Bot, M. (2022).** Influence de l'alimentation dans la prévention de la maladie d'Alzheimer. *Sciences pharmaceutiques*. ffdumas-03982989ff.
- **Boudjelal, A. (2013).** Extraction, identification et détermination des activités biologiques de quelques extraits actifs de plantes spontanées (*Ajuga iva*, *Artemisia herba alba* et *Marrubium vulgare*) de la région de M'Sila, Algérie (Doctoral dissertation, Université de Annaba-Badji Mokhtar).
- **Boudjellal, A., Becila, S., Coulis, G., Herrera-Mendez, C. H., Aubry, L., Lepetit, J., & Ouali, A. (2008).** Is the pH drop profile curvilinear and either monophasic or polyphasic Consequences on the ultimate bovine meat texture. *African Journal of Agricultural Research*, 3(3), 195-204.

## Références Bibliographiques

---

- **Bougandoura, N., & Bendimerad, N. (2013).** Evaluation de l'activité antioxydante des extraits aqueux et méthanolique de *Satureja calamintha ssp. Nepeta* (L.) Briq. *Nature & Technology*, (9), 14.
- **Boukhalfa. (2006).** L'aviculture en Algérie. Journées sur la grippe aviaire (Batna les 15-16/03/2006).
- **Bouldjadj, R. (2009).** Étude de l'effet antidiabétique et antioxydant de l'extrait aqueux lyophilisé d'*Artemisia herba alba Asso* chez des rats sains et des rats rendus diabétiques par streptozotocine (Doctoral dissertation, Thèse de magister). P31
- **Bourgou, S., Rebey, I. B., Mkadmini, K., Isoda, H., Ksouri, R., & Ksouri, W. M. (2017).** LC-ESI-TOF-MS and GC-MS profiling of *Artemisia herba-alba* and evaluation of its bioactive properties. *Food Research International*, 99, 702-712.
- **Bourre, J. M. (2011).** Apports nutritifs des viandes bovines. *Bulletin de l'Académie nationale de médecine*, 195(8), 1787-1799.
- **Boutabia, L., Telailia, S., Bouguetof, I., Guenadil, F., & Chefrou, A. (2016).** Composition chimique et activité antibactérienne des huiles essentielles de *Rosmarinus officinalis* L. de la région de Hammamet (Tébessa-Algérie). *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège*, 85, 174-189.
- **Brisibe, E. A., Umoren, U. E., Brisibe, F., Magalhães, P. M., Ferreira, J. F., Luthria, D., & Prior, R. L. (2009).** Nutritional characterisation and antioxidant capacity of different tissues of *Artemisia annua* L. *Food chemistry*, 115(4), 1240-1246.
- **Bruce, H. L., & Ball, R. O. (1990).** Postmortem interactions of muscle temperature, pH and extension on beef quality. *Journal of animal science*, 68(12), 4167-4175. <https://doi.org/10.2527/1990.68124167x>
- **Brunel, V., Jehl, N., Drouet, L., Portheau, M. C. (2006).** Viande de volailles : Sa valeur nutritionnelle présente bien des atouts. *Viandes et produits carnés*, 25(1), 18-20.
- **Brunnhofweg, P. (2014).** Importance des graisses de viande dans l'alimentation. 37.
- **Cai, Y., Luo, Q., Sun, M., & Corke, H., (2004).** Antioxidant activity and phenolic compounds of 112 traditional Chinese medicinal plants associated with anticancer. *Life Sci.* 74 :2157–2184. <https://doi.org/10.1016/j.lfs.2003.09.047>
- **Cao, F. L., X. H. Zhang, W. W. Yu, L. G. Zhao, & T. Wang. (2012).** Effect of feeding fermented Ginkgo biloba leaves on growth performance, meat quality, and lipid metabolism in broilers. *Poult. Sci.* 91 :1210–1221. <https://doi.org/10.3382/ps.2011-01886>
- **Cazeau, O. (1997).** Rapport sur la tendreté de la viande. [En ligne]. 19 p. **ISO 8589 (2007).** Analyse sensorielle — Directives générales pour la conception de locaux destinés à l'analyse, Sensory analysis — General guidance for the design of test rooms, iteh standard preview.
- **Chan, T., Kyere, K., Davis, B. R., Shemyakin, A., Kabitzke, P. A., Shair, H. N., & Wiedenmayer, C. P. (2011).** The role of the medial prefrontal cortex in innate fear regulation in infants, juveniles, and adolescents. *Journal of Neuroscience*, 31(13), 4991-4999. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.5216-10.2011>
- **Cheftel, J. C. (1980).** Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments. Ed. Technique et Documentation, Paris, vol 1.
- **Cheng, J. H. (2016).** Lipid Oxidation in Meat. *Journal of Nutrition & Food Sciences*, 6(3), 1-3. <https://doi.org/10.4172/2155-9600.1000494>
- **Chib, A., Gupta, N., Bhat, A., Anjum, N., & Yadav, G. (2020).** Role of antioxidants in food. *Int. J. Chem. Stud.*, 8, 2354-2361.
- **CIDEF, (2003).** « Certiferme » Comité interprofessionnel de la dinde française.
- **Cioroi, M and Dumitriu, D. (2010).** Studies on total polyphenols and reducing power of aqueous extracts from selected Lamiaceae species. *The Annals of the University Dunarea de Jos of Galati, Fascicle VI-Food Technology*, 34(1), 42-46.
- **CIV (Centre d'information des viandes).(1996).**Valeurs nutritionnelles des viandes, Analyses réalisées par la société scientifique d'hygiène Alimentaire, CIV, 64 rue Taitbout, 75009 Paris.
- **CMC, Canadian Meat Council. (2014).** Fiche de renseignements sur le conditionnement sous atmosphère modifiée 305-955, croissant Green Valley, Ottawa ON K2C 3V4, [www.cmc-cvc.com](http://www.cmc-cvc.com).
- **Coibion, L. (2008).** Acquisition des qualités organoleptiques de la viande bovine ; (thèse de doctorat): 03 – TOU 3 – 4018.

## Références Bibliographiques

---

- **Coibion, L. (2008).** Acquisition Des Qualités Organoleptiques De La Viande Bovine. Adaptation A La Demande Du Consommateur. (Doctoral dissertation, Mémoire de fin d'études. Médecine vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE). P.7-25.
- **Cooper, J., Suman, S., Wiegand, B., Schumacher, L., Lorenzen, C. (2018).** Impact de la source lumineuse sur la stabilité de la couleur et de l'oxydation des lipides d'un muscle de bœuf à couleur modérément stable lors de la présentation au détail.
- **Craplet, C et Craplet, M. J. (1979).** Dictionnaire des aliments et de la nutrition. Ed Le Hamed, Paris. P 450-451.
- **Craplet, C. (1966).** La viande de bovins. Tome 1. (F. Végnot, Éd.) Paris.
- **CSS. Conseil Supérieur de la Santé. (2019).** Recommandation Alimentaires pour la population Belge adulte. Bruxelles : CSS. N° 9284.
- **CSS. Conseil Supérieur de la Santé. (2016).** Recommandations nutritionnelles pour la Belgique. Bruxelles : CSS. 2016. Avis N° 9285.
- **Dahmani-Hamzaoui, N., Sabaou, N., & Baaliouamer, A. (2021).** Variabilité infraspécifique de l'*Artemisia herba-alba* d'Algérie. *Phytothérapie*.
- **Dang, DS, Bastarrachea, LJ, Martini, S., & Matarneh, SK (2021).** Comportement de cristallisation et qualité de la viande congelée. *Foods*, 10 (11), 2707.
- **Dangles, O. (2020).** Le potentiel antioxydant des aliments : Mythes et réalités. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, 55(4), 176-183.
- **Dave, D., and Ghaly, A. E. (2011).** Meat spoilage mechanisms and preservation techniques: a critical review. *Am J Agric Biol Sci*, 6(4), 486-510.
- **De Oliveira Otto, M.C, Nettleton, J.A, Lemaitre, R.N. (2013).** Biomarkers of dairy fatty acids and risk of cardiovascular disease in the Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis. *J Am Heart Assoc*; 2:000092.
- **Decker, E. A., & Mei, L. O. N. G. Y. U. A. N. (1996).** Antioxidant mechanisms and applications in muscle foods. In *Reciprocal meat conference proceedings* (Vol. 49, pp. 64-72).
- **Decker, E. A., & Xu, Z. (1998).** Minimizing rancidity in muscle foods. *Food technology* (Chicago), 52(10), 54-59.
- **Del Baño, M. J., Lorente, J., Castillo, J., Benavente-García, O., Marín, M. P., Del Río, J. A., ... & Ibarra, I. (2004).** Flavonoid distribution during the development of leaves, flowers, stems, and roots of *Rosmarinus officinalis*. Postulation of a biosynthetic pathway. *Journal of agricultural and food chemistry*, 52(16), 4987-4992.
- **Delaveau, P. (1987).** Les épices : Histoire, description et usage des différents épices, aromates et condiments.
- **Delles, R., Xiong, Y., True, A. D., Ao, T., Dawson, K. (2014).** Sciences avicoles. La supplémentation en antioxydants alimentaires améliore la stabilité oxydative des lipides et des protéines de la viande de poulet à griller en favorisant l'activité enzymatique antioxydante l.
- **Detoni, C. B. (2019).** Preservation of food with reduced losses and waste: Quality and food safety. *Journal of Food Engineering*, 258 :1-12.
- **Deumier, F. (2000).** Formulation et déshydratation de viande de volaille par immersion. Étude des transferts de matière à pression atmosphérique et sous vide (Doctoral dissertation, ENSIA (AgroParisTech)).
- **Dias, V.H.C., Terezinha, D., Martins, D., Pascoal, L., Sousa, S., Ribeiro, N. (2021).** Viande de porc séchée avec différents niveaux de salage.
- **Dif, M. M., Toumi, F. B., Boukaaza, H., Mokaddem, F., Benyahia, M., & Bouazza, S. (2016).** Phenolic content and antioxidant activity of *Artemisa herba-alba*, A medicinal plant from Algerian arid zone. *Phytothérapie*, 16(2), 91.
- **Djenane, D. (2009).** Les perspectives naturelles pour la préservation de la viande. *Revue CAMPUS*, (16), 28-61.
- **Djenane, D., Meddahi, A., & Roncalés, P. (2006).** Les systèmes antioxydants et antimicrobiens pour la conservation de la viande. *Sciences des aliments*, 26(1), 37-73.
- **Djeridane, A., Yousfi, M., Nadjemi, B., Boutassouna, D., Stocker, P., & Vidal, N. (2006).** Antioxidant activity of some Algerian medicinal plants extracts containing phenolic compounds. *Food chemistry*, 97(4), 654-660. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.04.028>

## Références Bibliographiques

---

- **Domínguez, R., Pateiro, M., Gagaoua, M., Barba, F., Zhang, W., Lorenzo, J. (2019).** Antioxydants. Une étude approfondie sur l'oxydation des lipides dans la viande et les produits carnés.
- **Dudek-Makuch, M., Knoska, K., & Chanaj-Kaczmarek, J. (2019).** Naturalne przedłużanie trwałości produktów spożywczych. *Post Fitoter*, 20(3), 208-215.
- **Dudouet, C. (2004).** La production des Bovins Allaitants. France Agricole, 2<sup>ème</sup> Ed ; Paris.
- **Dufey, P.A. (2002).** Comparaison de différentes races bovines à viande Station fédérale de recherches en production animale. Rapactuel, 4 pages.
- **Dupin, F. (2005).** Les viandes blanches. Maurice : Les Éd. Ébène, 61pages.
- **El Kssimi, S. (2022).** Compléments alimentaires multivitaminés (vitamines et minéraux) : efficacités et conseils à l'officine. Sciences pharmaceutiques. dumas-03521928.
- **El Rammouz, R., Babilé, R., & Fernandez, X. (2004).** Effect of ultimate pH on the physicochemical and biochemical characteristics of turkey breast muscle showing normal rate of postmortem pH fall. *Poultry science*, 83(10), 1750-1757.
- **Eloukili, M. (2013).** Valeur nutritive de l'armoise blanche (*Artemisia herba alba*) comparée à l'unité fourragère de l'orge. Mémoire de master II. Département Des sciences de la terre et de l'univers. Université Abou Bakr Belkaid de Tlemcen :3.
- **Endrias, A. (2006).** Bio-raffinage de plantes aromatiques et médicinales appliqué à l'*Hibiscus sabdariffa* L. et à l'*Artemisia annua* (Doctoral dissertation, Institut National Polytechnique (Toulouse)).
- **Erkan, N., Ayranci G., & Ayranci ,E. (2008).** Antioxidant activities of rosemary (*Rosmarinus Officinalis* L.) extract, blackseed (*Nigella sativa* L.) essential oil, carnosic acid, rosmarinic acid and sesamol. *Food chemistry* 110, 76-82.
- **Esmer, O., Irkin, R., Değirmenciöglu, N., Değirmenciöglu, A. (2011).** La science de la viande Effets de la composition modifiée des gaz de l'atmosphère sur les critères microbiologiques, la couleur et les valeurs d'oxydation de la viande de bœuf hachée.
- **Fadili, K., Amalich, S., N'dedianhou, S. K., Bouachrine, M., Mahjoubi, M., El Hilali, F., & Zair, T. (2015).** Polyphenols content and antioxidant activity of two species from Moroccan High Atlas: *Rosmarinus officinalis* and *Thymus satureioides*. *International Journal of Innovation and Scientific Research*, 4(17), 24-33.
- **Falleh, H., Ksouri, R., Chaieb, K., Karray-Bouraoui, N., Trabelsi, N., Boulaaba, M., & Abdelly, C. (2008).** Phenolic composition of *Cynara cardunculus* L. organs, and their biological activities. *Comptes Rendus. Biologies*, 331(5), 372-379.
- **FAO. (2006).** Production et santé animales manuel : bonnes pratiques pour l'industrie de la viande. Rome, Italie, 326 pages.
- **Farnsworth, C. L., Silva, P. D., and Mubarak, S. J. (1998).** Etiology of supracondylar humerus fractures. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 18(1), 38-42.
- **Farouk, M. M., Wieliczko, K. J., & Merts, I. (2004).** Ultra-fast freezing and low storage temperatures are not necessary to maintain the functional properties of manufacturing beef. *Meat Science*, 66(1), 171-179.
- **Faustman, A., Chan, W. K., Lynch, M.P, Joo, S. (2001).** Stratégies pour augmenter la stabilité oxydative de la couleur de la viande (fraîche).
- **Fedhila, S., Lazhar, W. B., Jeridi, T., Sanchis, V., Gohar, M., Lereclus, D., & Hamida, J. B. (2015).** Peptides extracted from *Artemisia herba alba* have antimicrobial activity against foodborne pathogenic gram-positive bacteria. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines*, 12(1), 68-75.
- **Feillet, P. (2022).** Point de vue : les critiques à l'égard de la viande bovine sont-elles fondées. Viandes & produits carnés.
- **Fellows, N. J. (1994).** A Window into Thinking: Using Student Writing to Understand Conceptual Change in Science Learning Educational Foundations Department, Northeastern Illinois University, Chicago, Illinois 60625-4699 *Journal of Research Inin Science teaching* Vol. 31, NO. 9, PP. 985-1001. <https://doi.org/10.1002/tea.3660310911>
- **Fennema, O. R. (1996).** Food chemistry (Vol. 76). CRC Press.

## Références Bibliographiques

---

- **Fernandez-Lopez, J., Zhi, N., Aleson-Carbonell, L., Petrez-Alvarez, J.A., Kuri, V. (2005) :** Antioxydant and antibacterial activities of extracts : application in beef meatballs. *Meat science*, 69,371-380.
- **Ferreira, J. F., & Luthria, D. L. (2010).** Drying affects artemisinin, dihydroartemisinic acid, artemisinic acid, and the antioxidant capacity of *Artemisia annua L.* leaves. *Journal of agricultural and food chemistry*, 58(3), 1691-1698.
- **Finney, J., Buffo, R., Reineccius, G. (2002).** Effets du type d'atomisation et des températures de traitement sur les propriétés physiques et la stabilité des arômes séchés par atomisation
- **Flores-Villa, E., Sáenz-Galindo, A., Castañeda-Facio, A. O., & Narro-Céspedes, R. I. (2020).** Romero (*Rosmarinus officinalis L.*): su origen, importancia y generalidades de sus metabolitos secundarios. *TIP. Revista especializada en ciencias químico-biológicas*, 23.
- **Folch, J., Lees, M., & Stanley, G. S. (1957).** A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. *Journal of biological chemistry*, 226(1), 497-509.  
[https://doi.org/10.1016/S0021-9258\(18\)64849-5](https://doi.org/10.1016/S0021-9258(18)64849-5)
- **Fortin, J. & Durand, N. (2004).** De la Perception à la Mesure Sensorielle. La Fondation des Gouverneurs, Québec.
- **Fortun-Lamothe, L., Collin, A., Combes, S., Ferchaud, S., Germain, K., Guilloteau, L., ... Savietto, D. (2023).** Principes, cadre d'analyse et leviers d'action à l'échelle de l'élevage pour une gestion intégrée de la santé chez les animaux monogastriques. *INRAE Productions Animales*, 35(4), 307–326. <https://doi.org/10.20870/productions-animales.2022.35.4.7225>
- **Gagaoua, M., & Picard, B. (2020).** Avancées actuelles dans l'amélioration de la qualité nutritionnelle, sensorielle et physique des viandes. *Foods*, 9 (3), 321.
- **Genot, C. (1996).** Some factors influencing TBA test. Report of diet-ox project (AIRIII- CT-92-1577). Gardner HW, 1987. Reactions of hydroperoxides–Products of high molecular weight. Autoxidation of unsaturated lipids, Academic Press, London, UK, 51-93.
- **Genot, C. (2000).** Congélation et qualité de la viande. Techniques et pratiques, INRA.
- **Ghanmi, M., Satrani, B., Aafi, A., Isamili, M. R., Houti, H., El Monfalouti, H., ... & Charrouf, Z. (2010).** Effet de la date de récolte sur le rendement, la composition chimique et la bioactivité des huiles essentielles de l'armoise blanche (*Artemisia herba-alba*) de la région de Guerçif (Maroc oriental). *Phytothérapie*, 8(5), 295-301
- **Gillot, L. (2018).** Sesame N°3. Sciences et société, alimentation, mondes agricoles et environnement, qualité nutritionnelle.
- **Gokalp, H. Y., Ockerman, H. W., Plimpton, R. F., & Harper, W. J. (1983).** Fatty acids of neutral and phospholipids, rancidity scores and TBA values as influenced by packaging and storage. *Journal of Food Science*, 48(3), 829-834.
- **Govaris, A., Botsoglou, E., Moulas, A and Botsoglou, N. (2010).** Effect of dietary olive leaves and rosemary on microbial growth and lipid oxidation of turkey breast during refrigerated storage. *South African Journal of Animal Science*. 40 : 145–155.
- **Govaris, A., Florou-Paneri, P., Botsoglou, E., Giannenas, I., Amvrosiadis, I., Botsoglou, N. (2007).** The inhibitory potential of feed supplementation with rosemary and/or  $\alpha$ -tocopheryl acetate on microbial growth and lipid oxidation of turkey breast during refrigerated storage. *LWT-Food Sci. Technol.* 40, 331–337.
- **Greenfield, H et Southgate, D.A.T. (2007).** Données sur la composition des aliments. Production, gestion et utilisation. Seconde édition.
- **Guillemin, N., Cassar-Malek, I., Hocquette, J. F. J. F., Jurie, C., Micol, D., Listrat, A., ... & Picard, B. (2009).** La maîtrise de la tendreté de la viande bovine : identification de marqueurs biologiques. *INRA Productions Animales*, 22(4), 331-344.
- **Gutiérrez-del-Río, I., López-Ibáñez, S., Magadán-Corpas, P., Fernández-Calleja, L., Pérez-Valero, Á., Tuñón-Granda, M., ... & Lombó, F. (2021).** Terpenoids and polyphenols as natural antioxidant agents in food preservation. *Antioxidants*, 10(8), 1264.
- **Hamilton, A. C. (2004).** Medicinal plants, conservation and livelihoods. *Biodiversity & Conservation*, 13, 1477-1517.
- **Hamza-Cherif, A. (2011).** L'évolution de la mortalité en Algérie de 1970 a 2007. *Journal d'Épidémiologie et de Santé Publique*, 7, 21-31.

## Références Bibliographiques

---

- **Harkati, A., & Zidoune, M. N. (2007).** Etude des paramètres biologiques intervenant dans l'attendrissage naturel de la viande ovine et leurs relations au facteur type de muscle (Doctoral dissertation, Université Frères Mentouri-Constantine 1).
- **Harper Harold, A., Granner, Daryl, K., Murray Rober,t K., Mayes Peter, A. (2002).** Biochimie de Harper. Édition De Boeck, pages 933.
- **Hassan, A., Skjerve, E., Bergh, C., Nesbakken, T. (2015).** La science de la viande. Effet microbien de la pasteurisation sous vide à la vapeur mise en œuvre après l'abattage et l'habillage des moutons et des agneaux.
- **Hayes, J. E., Stepanyan.V., Allen. P., M.N. O'Grady., O'Brien. N.M., Kerry. J.P. (2009).** "The effect of lutein, sesamol, ellagic acid and olive leaf extract on lipid oxidation and oxymyoglobin oxidation in bovine and porcine muscle model systems." *Meat Science* 83.2: 201-208.
- **Heinz, G., and Hautzinger, P. (2007).** Meat processing technology for small-to medium-scale producers.
- **Hernández, M. D., Sotomayor, J. A., Hernández, Á., & Jordán, M. J. (2016).** Rosemary (*Rosmarinus officinalis L*) oils. In *Essential oils in food preservation, flavor and safety*.
- **Hernández-Hernández, E., Ponce-Alquicira, E., Jaramillo-Flores, M. E., & Legarreta, I. G. (2009).** Antioxidant effect rosemary (*Rosmarinus officinalis L.*) and oregano (*Origanum vulgare L.*) extracts on TBARS and colour of model raw pork batters. *Meat science*, 81(2), 410-417.
- **Hrelia, S., Angeloni, C., & Barbalace, M. C. (2023).** Agri-Food Wastes as Natural Source of Bioactive Antioxidants. *Antioxidants*, 12(2), 351.
- **Huang, D. (2018).** Dietary antioxidants and health promotion. *Antioxidants*, 7(1), 9.
- **Husson, C. (2007).** La taurine : aspects nutritionnels et effets biologiques. France, 235 pages.
- **Hwang, K. E., Choi, Y. S., Choi, S. M., Kim, H. W., Choi, J. H., Lee, M. A., & Kim, C. J. (2013).** Antioxidant action of ganghwayakssuk (*Artemisia princeps Pamp.*) in combination with ascorbic acid to increase the shelf life in raw and deep-fried chicken nuggets. *Meat science*, 95(3), 593-602. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.05.035>.
- **Jeuge, S., Carlier, M., Vendeuvre, J et Nassy, G., (2012):** L'oxydation des produits carnés (méthodes de mesure et moyens de maîtrise).
- **Jeuge, S., Luong, N. D. M., Coroller, L., Feurer, C., Desmonts, M. H., Moriceau, N., ... & Guillou, S. (2020).** Spoilage of fresh turkey and pork sausages: Influence of potassium lactate and modified atmosphere packaging. *Food Research International*, 137, 109501.
- **Jiménez-Colmenero, F., Carballo, J. & Cofrades, S. (2001).** Healthier meat and meat products: their role as functional foods. *Meat Science* 59(1) : 5-13. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(01\)00053-5](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(01)00053-5)
- **Kadim, I.T; Mahgoub, O ; Al-Marzooqi, W ; & Al-Ajmi, D.S. (2008).** Meat science, Elsevier. The influence of seasonal temperatures on meat quality characteristics of hot-boned, m. psoas major and minor, from goats and sheep *Meat science*, 80(2), 210-215. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.11.022>
- **Kadri, M., Mouane, A., Goubi, S., Ramdan, F., & Yahia, A. (2023).** Composition, antimicrobial and antioxidant activity of Artemisia herba-alba essential oil from northeast Algeria (Khenchela region). *Acta Periodica Technologica*, (54), 151-163.
- **Kadri, M., Yahia, A., Goubi, S., Mekhedmi, N. E., Selmane, M., & Chemsas, A. E. (2022).** Chromatography analysis, in vitro antioxidant and antibacterial activities of essential oil of Artemisia herba-alba Asso of Boussaâda, Algeria. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 23(9).
- **Kamoun, M. (1993).** La viande de dromadaire, production, aspects qualitatifs et aptitudes à la transformation. Ed CIHEAM option Méditerranéennes. P.17,105,125.
- **Karleskind, A. (1992).** Détermination des caractéristiques physiques in manuel des corps gras. Ed.Tec et Doc. Lavoisier. Paris. 1290-1303pp.
- **Kattappagari, K. K., Teja, C. R., Kommalapati, R. K., Poosarla, C., Gontu, S. R., & Reddy, B. V. R. (2015).** Role of antioxidants in facilitating the body functions: A review. *Journal of Orofacial Sciences*, 7(2), 71-75.
- **Kherdine, H. (2013).** Comprimés de poudre de dattes comme support universel des principes actifs de quelques plantes. Mémoire de magister. Université M'Hamed Bougara. Boumerdes, Algérie. 97p.

## Références Bibliographiques

---

- **Kijowski, J., Cegielska-Radziejewska, R., & Krala, L. (2001).** Możliwość zwiększenia trwałości mięsa i jego przetworów pakowanych w atmosferze modyfikowanej. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 10(51), 4.
- **Kim, S., Min, S. C., Shin, H., Lee, Y., Cho, A. R., Kim, S. Y., Han, J. (2013).** Evaluation of the antioxidant activities and nutritional properties of ten edible plant extracts and their application to fresh ground beef. *Meat Sci.*, 93, 715–722.
- **Kim, Y. J., Ahmed, S. T., Islam, M. M., Bostami, A. R., Mun, H. S., & Yang, C. J. (2015).** Meat composition, fatty acid profile and oxidative stability of meat from broilers supplemented with pomegranate (*Punica granatum L.*) by-products. *Food chemistry*, 188, 481-488.
- **Kirsch, G., Abdelwahab, A. B., & Chaimbault, P. (2016).** Natural and synthetic coumarins with effects on inflammation. *Molecules*, 21(10), 1322.
- **Kondjoyan, A., Guillard, V., Mirade, P. S., Goli, T., Collignan, A., Arnaud, É., ... & Zakhia-Rozis, N. (2024).** Réduire les pertes et le gaspillage alimentaires dans les chaînes d'approvisionnement en viandes et en fruits : que peut apporter le génie des procédés alimentaires ?
- **Koşar, M., Dorman, H. J. D., & Hiltunen, R. (2005).** Effect of an acid treatment on the phytochemical and antioxidant characteristics of extracts from selected Lamiaceae species. *Food chemistry*, 91(3), 525-533. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.06.029>
- **Kosalec, I., & Bakmaz, M., Pepeljnjak, S., & Vladimir-Knezevic, S. (2004).** Quantitative analysis of the flavonoids in raw propolis from northern Croatia. *Acta pharmaceutica*, 54(1), 65-72. <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:163:570058>
- **Kumar.K., Yadav.D., Ahmad.T, Narsaiah.K. (2015).** Tendances récentes dans l'utilisation d'antioxydants naturels pour la viande et les produits carnés
- **Kuo, J. C., Wang, S. Y., Huang, C. J., & Ockerman, H. W. (1987).** Effects of phosphate type, packaging method and storage time on the characteristics of chinese sausage 1. *Journal of food processing and preservation*, 11(4), 325-338.
- **Labuza, T. P., & Dugan Jr, L. R. (1971).** Kinetics of lipid oxidation in foods. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*, 2(3), 355-405.
- **Lacoste, F., Raoux, R., Dubois, D., Soulet, B. (2003).** Problématiques actuelles dans le domaine de l'analyse des oléagineux et des corps gras. *Oléagineux, Corps Gras, Lipides*. Volume 10, Numéro 4, 287-95.
- **Lakehal, S., Lakehal, A., Bennoune, O., & Ammar, A. (2023).** Physicochemical and structural properties of beef meat thawed using various methods. *Revista Científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias*, 33, 1-7. <https://doi.org/10.52973/rcfcv-e33242>
- **Laurant.C (1974).** Conservation des produits d'origine animale en pays chauds. 2ème Ed. Presses universitaires de France.Paris. P 154.
- **Lebret, B., Prache, S., Berri, C., Lefèvre, F., Bauchart, D., Picard, B., ... & Alami-Durante, H. (2015).** Qualités des viandes : influences des caractéristiques des animaux et de leurs conditions d'élevage. *INRAE Productions Animales*, 28(2), 151-168.
- **Lecerf, J. M. (2014).** La place de la viande dans la nutrition humaine. *Viandes & Produits Carnés*, 1.
- **Lorenzo, J.M., Munekata, P.E.S., Pateiro.M., Dominguez.R., Alaghbari.M.A., Tomasevic.I.(2021).** Preservation of meat products with naturel antioxydants from rosemary.
- **Leroy, F., Smith, N. W., Adesogan, A. T., Beal, T., Iannotti, L., Moughan, P. J., & Mann, N. (2023).** The role of meat in the human diet: evolutionary aspects and nutritional value. *Animal Frontiers*, 13(2), 11-18.
- **Lesimple, S. B. (1995).** Optimisation des conditions de conservation par fumaison de produits carnés régionaux (Doctoral dissertation, Toulouse, INPT).
- **Leygonie, C., Britz, T. J. & Hoffman, L.C. (2012).** Impact of freezing and thawing on the quality of meat: Review. *Meat Science*, vol .91 : 93–98. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.01.013>
- **Listrat, A., Lebret, B., Louveau, I., Astruc, T., Bonnet, M., Lefaucheur, L., & Bugeon, J. (2015).** Comment la structure et la composition du muscle déterminent la qualité des viandes ou chairs. In : Numéro spécial, Le muscle et la viande. Picard B., Lebret B. (Eds). *INRA Productions Animales*, 28(2), 125-136

## Références Bibliographiques

---

- **López-Pedrouso, M., Lorenzo, J. M., & Franco, D. (2022).** Advances in natural antioxidants for food improvement. *Antioxidants*, 11(9), 1825.
- **Lorenzo, J. M., Munekata, P. E. S., Pateiro, M., Domínguez, R., Alaghbari, M. A., & Tomasevic, I. (2021).** Preservation of meat products with natural antioxidants from rosemary. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 854, No. 1, p. 012053). IOP Publishing.
- **Lorwy, O. H., Rosenbrough, N. J., Farr, A. L., & Randall, T. (1951).** Protein measurement with the Folin phenol reagent. *J. biol. Chem.*, 193, 265-275.
- **Lu, N., Ma, J., & Sun, DW (2022).** Amélioration des attributs de qualité physique et chimique de la viande et des produits carnés congelés : mécanismes, techniques et applications. *Tendances en science et technologie alimentaires*, 124, 63-85.
- **Lynch, J. M., Barbano, D. M., & Fleming, J. R. (1998).** Indirect and direct determination of the casein content of milk by Kjeldahl nitrogen analysis: Collaborative study. *Journal of AOAC International*, 81(4), 763-774.
- **Lynch, M.P, Faustman, C., Silbart, L., Rood. D., Furr. H. (2008).** Détection d'aldéhydes dérivés de lipides et d'adduits aldéhyde:protéine in vitro et dans la viande de bœuf.
- **Mano, B.S., Ordoñez Pereda, J.A., Gonzalo, D. de Fernando, G. (2002 ).** Augmentation de la vie jusqu'à ce que la microbiologie de la viande soit embalada dans une atmosphère modifiée.
- **Mantilla, S., Mano, SB., Vital. H.C., Franco, R.M. (2017).** Atmosphère modifiée pour la conservation des aliments
- **Marnett, L. J. (1999).** Lipid peroxidation—DNA damage by malondialdehyde. *Mutat. Res. Fundam. Mol. Mech. Mutagen.* 424:83–95. doi:10.1016/S00275107(99)00010X. [https://doi.org/10.1016/S0027-5107\(99\)00010-X](https://doi.org/10.1016/S0027-5107(99)00010-X)
- **Mason, Ch. (2021).** Régime de l'arthrite & Nutrition à base de plantes En français. Edition : Tilcan Group Limited. 140 pages.
- **Meddour, A., Yahia, M., Benkiki, N., & Ayachi, A. (2013).** Étude de l'activité Antioxydante et antibactérienne des extraits d'un ensemble des parties de la fleur du Capparis spinosa L. *Lebanese Science Journal*, Vol 14(1), 49-60.
- **Menard, C. (2016).** Quelle alimentation pour moi ? 1 : Tome 1. Edition: Books on Demand, 424 pages.
- **Menard, C. (2017).** Quelle alimentation pour le sportif amateur ? France : BoD - Books on Demand, 200 pages.
- **Mitsumoto, M., Cassens, R. G., Schaefer, D. M., Arnold, R. N., & Scheller, K. K. (1991).** Improvement of color and lipid stability in beef longissimus with dietary vitamin E and vitamin C dip treatment. *Journal of Food Science*, 56(6), 1489- 1492. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1991.tb08622.x>.
- **Mohamed, H. M., Mansour, H. A., & Farag, M. D. E. D. H. (2011).** The use of natural herbal extracts for improving the lipid stability and sensory characteristics of irradiated ground beef. *Meat Science*, 87(1), 33-39.
- **Mohamed, T. A., Abd El Aty, A. A., Shahat, A. A., Abdel-Azim, N. S., Shams, K. A., Elshamy, A. A., ... & Hegazy, M. E. F. (2019).** New antimicrobial metabolites from the medicinal herb *Artemisia herba-Alba*. *Natural Product Research*, 35(12), 1959-1967.
- **Monin, G. (1991).** Facteurs biologiques des qualités de la viande bovine. INRA Production
- **Morzal, M., Gatellier, P., Sayd, T., Renerre, M., & Laville, E. (2006).** Chemical oxidation decreases proteolytic susceptibility of skeletal muscle myofibrillar proteins. *Meat Science*, 73(3), 536-543.
- **Mouas, Y., Benrebaha, F., Chaouia, Ch. (2017).** Évaluation de l'activité antibactérienne de l'huile essentielle et de l'extrait méthanolique du romarin *Rosmarinus officinalis* L. *Rev. Agrobiol.* 7 : 363-370.
- **Moufid, A., & Eddouks, M. (2012).** *Artemisia herba alba*: a popular plant with potential medicinal properties. *Pakistan journal of biological sciences : PJBS*, 15(24), 1152-1159.
- **Moumeni, M & Zeffane, B. (2019).** Évaluation de la qualité physicochimique des burgers surgelés (Doctoral dissertation).
- **Multon, J.L. (1991).** Techniques d'analyses et de contrôle dans les industries agroalimentaires. Volume 4. Ed. Lavoisier Tec et Doc. 158-186.

## Références Bibliographiques

---

- **Munekata, P. E. S., Rocchetti, G., Pateiro, M., Lucini, L., Domínguez, R., & Lorenzo, J. M. (2020).** Addition of plant extracts to meat and meat products to extend shelf-life and health-promoting attributes: An overview. *Current Opinion in Food Science*, 31, 81-87. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2020.03.003>
- **Nahar, M. K., Zakaria, Z., & Hashim, U. (2014).** Protein solubility behaviour of fresh and frozen chicken meat in slaughtering and non-slaughtering condition. *International Food Research Journal*, 21(1). 135–137.
- **Nieto, G., Ros, G., & Castillo, J. (2018).** Antioxidant and antimicrobial properties of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.): A review. *Medicines*, 5(3), 98.
- **Nurzyńska-Wierdak, R. (2023).** Phenolic compounds from new natural sources—Plant genotype and ontogenetic variation. *Molecules*, 28(4), 1731.
- **Olivas-Méndez, P., Chávez-Martínez, A., Santellano-Estrada, E., Guerrero Asorey, L., Sánchez-Vega, R., Rentería-Monterrubio, A. L., ... & Méndez-Zamora, G. (2022).** Antioxidant and antimicrobial activity of rosemary (*Rosmarinus officinalis*) and garlic (*Allium sativum*) essential oils and chipotle pepper oleoresin (*Capsicum annum*) on beef hamburgers. *Foods*, 11(14), 2018. <https://doi.org/10.3390/foods11142018>
- **Organisation Mondiale de la Santé OMS (2016).** Cancérogénicité de la consommation de viande rouge et de viande transformée. Genève.
- **Ouchelli, Y., Dahmani, N., Addi, Y., Hechiche, N., & Baaliouamer, A. (2022).** Chemical characterization of volatile extract of *Artemisia herba-alba* and study of its antioxidant, antimicrobial and antifungal activities and its inhibitory effect on corrosion of aluminum in hydrogen chloride solution. *Journal of microbiology, biotechnology and food sciences*, 11(4), e4889-e4889.
- **Ouled el Hadj et D., Bouzgag B., Bouras A. et Moussaoui. S. (2002).** Étude comparative de quelques caractéristiques chimiques et physico-chimiques de la viande du dromadaire chez des individus du type " sahraoui ".
- **Ouznadji, A., & Desmons, A. (2020).** Les réactions d'oxydation des protéines et leurs biomarqueurs. *Revue Francophone des Laboratoires*, 2020(522), 31-38.
- **Papageorgiou, G., Botsoglou, N., Govaris, A., Giannenas, I., Iliadis, S., Botsoglou, E. (2003).** Effect of dietary oregano oil and alpha-tocopherol acetate supplementation on iron-induced lipid oxidation of Turkey Breast, thigh, Liver and heart tissues. *Journal of animal physiology and animal nutrition*, 87 (9-10), 324-335.
- **Papuc, C., Goran, G. V., Predescu, C. N., & Nicorescu, V. (2017).** Mechanisms of Oxidative Processes in Meat and Toxicity Induced by Postprandial Degradation Products: A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 16(1), 96-123. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12241>
- **Pascua, Y, Koç, H & Foegeding, E.A. (2013).** Food structure: Roles of mechanical properties and oral processing in determining sensory texture of soft materials. *Current Opinion in Colloid & Interface Science*, 18,324-333.
- **Pateiro, M, Francisco, J. Barba, Rubén, D., Anderson, S. Sant'Ana, Amin M, Mohsen, G. Belén, G. & Jose M. Lorenzo (2021).** Essential oils as natural additives to prevent oxidation reactions in meat and meat products. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.07.014>
- **Pawar.P., Bote.H. (2022).** Progrès dans les techniques de pasteurisation des aliments. *Le technologue de Bombay*.
- **Pereira, P. M. D. C. C and Vicente, A. F. D. R. B. (2013).** Meat nutritional composition and nutritive role in the human diet. *Meat science*, 93(3), 586-592.
- **Perlo, F. M., Fabre, R., Bonato, P., Jenko, C., Tisocco, O., & Teira, G. (2020).** Uso de extracto de romero y ácido ascórbico en la conservación refrigerada de carne de cerdo. *Ciencia, docencia y tecnología*, (60), 208-227.
- **Pietta, P. G. (2000).** Flavonoids as antioxidants. *Journal of natural products*, 63(7), 1035-1042.
- **Pokorny, J. (2003).** Problème de stabilité des produits alimentaires liés à la présence des lipides. In : *Lipides et corps gras alimentaires*. Edition : Tec & Doc, Lavoisier, Paris. pp : 51-74. Lavoisier, Paris. ISBN/ 2-7-430-0594-7. Pp : 1-47.
- **Poligne, I. (2001).** Etude des transferts et des mécanismes réactionnels lors du salage, séchage, cuisson et fumage de pièces de viande : cas du porc boucane à la Réunion (Doctoral dissertation, Université de la Réunion).

## Références Bibliographiques

---

- **Prache, S. (2021).** Qualité des aliments d'origine animale : Production et transformation. Edition Quae, 170page.
- **Prache, S., Adamiec, C., Astruc, T., Baéza, E., Bouillot, P.-E., Clinquart, A., ... Santé-Lhoutellier, V. (2023).** La qualité des aliments d'origine animale : enseignements d'une expertise scientifique collective. *INRAE Productions Animales*, 36(1), 17 p. <https://doi.org/10.20870/productions-animales.2023.36.1.7480>.
- **Radha, K. K., Babuskin, S., Azhagu, S. P., Sasikala, M., Sabina, K., Archana, G., Sivarajan, M., & Sukumar, M. (2014).** Antimicrobial and antioxidant effects of spice extracts on the shelf-life extension of raw chicken meat. *International Journal of Food Microbiology*, 171, 32–40. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2013.11.011>
- **Rahman, M.M., Hashem, M.A, Azad, M.A.K., Choudhury, M.S.H., & Bhuiyan, M.K.J (2023).** Techniques de conservation de la viande - Une revue. *Meat Research*, 3 (3).
- **Rahmani, M. (2007).** Méthodes d'évaluation de la stabilité oxydative des lipides. *Les technologies de laboratoire*, 2(2).
- **Ramalho, V.C., Jorge, N. (2006).** Antioxydants utilisés dans les huiles, les boissons et les aliments Gordurosos.
- **Rapinski, M., Liu, R., Saleem, A., Arnason, J. T., & Cuerrier, A. (2014).** Environmental trends in the variation of biologically active phenolic compounds in Labrador tea, *Rhododendron groenlandicum*, from northern Quebec, Canada. *Botany*, 92(11), 783-794.
- **Reid, R., Fanning, S., Whyte, P., Kerry, J., & Bolton, D. (2017).** Comparison of hot versus cold boning of beef carcasses on bacterial growth and the risk of blown pack spoilage. *Meat Science*, 125, 46-52.
- **Ribeiro-Santos, R., Carvalho-Costa, D., Cavaleiro, C., Costa, H. S., Albuquerque, T. G., Castilho, M. C., ... & Sanches-Silva, A. (2015).** A novel insight on an ancient aromatic plant: The rosemary (*Rosmarinus officinalis L.*). *Trends in Food Science & Technology*, 45(2), 355-368.
- **Riché, D. (2017).** Épinutrition du sportif. Édition De Boeck supérieur, pages 196.
- **Rojas, HE, Contreras, RL, Schnake, FG, Melín, P., Marín, PGL, & Castillo, PB (2022).** Facteurs déterminant la qualité de la viande et méthodes de conservation au froid pour prolonger la durée de conservation. *Open Acc. J. Bio. Sci* , 4 (1), 1459-1470.
- **Rojas, M. C., & Brewer, M. S. (2008).** Effect of natural antioxidants on oxidative stability of frozen, vacuum-packaged beef and pork. *Journal of Food quality*, 31(2), 173-188.
- **Sadaka, F., Aggu-Sher, R., Krause, K., O'brien, J., Armbrecht, E. S., & Taylor, R. W. (2011).** The effect of red blood cell transfusion on tissue oxygenation and microcirculation in severe septic patients. *Annals of intensive care*, 1, 1-11.
- **Salem, A. (2016).** A General Comparison Between Artemisia Herba Alba and Artemisia Tridentata. *American Research Journal of BioSciences*, 2, 5.
- **Salifou, C. F. A., Dahouda, M., Boko, K. C., Kassa, S. K., Houaga, I., Farougou, S., ... & Youssao, A. K. I. (2013).** Evaluation de la qualité technologique et organoleptique de la viande de bovins de races Borgou, Lagunaire et Zébu Peulh, élevés sur des pâturages naturels. *Journal of Applied Biosciences*, 63, 4736-4753.
- **Salifou, C. F. A., Youssao, A. K. I., Ahounou, G. S., Tougan, P. U., Farougou, S., Mensah, G. A., & Clinquart, A. (2013).** Critères d'appréciation et facteurs de variation des caractéristiques de la carcasse et de qualité de la viande bovine. In *Annales de médecine vétérinaire* (Vol. 157, No. 1, pp. 27-42).
- **Sánchez-Escalante, A., Djenane, D., Torrescano, G., Beltrán, J. A., & Roncalés, P. (2001).** The effects of ascorbic acid, taurine, carnosine and rosemary powder on colour and lipid stability of beef patties packaged in modified atmosphere. *Meat Science*, 58(4), 421-429. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(01\)00045-6](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(01)00045-6)
- **Schlienger, J. L., Paillard, F., Lecerf, J. M., Romon, M., Bonhomme, C., Schmitt, B., ... & Bresson, J. L. (2014).** Effect on blood lipids of two daily servings of Camembert cheese. An intervention trial in mildly hypercholesterolemic subjects. *International journal of food sciences and nutrition*, 65(8), 1013-1018.
- **Seddik, K., Nadjjet, I., Abderrahmane, B., Daoud, H., & Lekhmici, A. (2010).** Antioxidant and antibacterial activities of extracts from Artemisia herba alba Asso. leaves and some phenolic compounds. *Journal of Medicinal Plants Research*, 4(13), 1273-280.

## Références Bibliographiques

---

- **Selim, N., Abdel-Khalek, A., Nada, S., El-Medany, S. (2008).** Réponse des lapins en croissance aux vitamines antioxydantes E et C alimentaires. 2. Effet sur la qualité de la viande.
- **Senanayake, S. N. (2018).** Rosemary extract as a natural source of bioactive compounds. *Journal of Food Bioactives*, 2, 51-57.
- **Serrano, A., Cofrades, S., Ruiz-Capillas, C., Olmedilla-Alonso, B., Herrero-Barbudo, C., & Jimenez-Colmenero, F. (2005).** Nutritional profile of restructured beef steak with added walnuts. *Meat Science*, 70(4),647–654. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.02.014>
- **Shahidi, F., Janitha, P. K & Wanasundara, P. D. (1992).** Phenolic antioxidants. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 32 :67–103. <https://doi.org/10.1080/10408399209527581>
- **Sharifi-Rad, J., Ezzat, S. M., El Bishbishy, M. H., Mnayer, D., Sharopov, F., Kılıç, C. S., ... & Martins, N. (2020).** Rosmarinus plants: Key farm concepts towards food applications. *Phytotherapy Research*, 34(7), 1474-1518.
- **Shivas, S. D., Kropf, D. H., Hunt, M. C., Kastner, C. L., Kendall, J. L. A., & Dayton, A. D. (1984).** Effects of ascorbic acid on display life of ground beef. *Journal of Food Protection*, 47(1), 11-16.
- **Singleton, V.L., Orthofer R., & Lamuela-Raventos R M. (1999).** Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of FolinCiocalteu reagent. *Method.Enzymol.* 299 :152-178.
- **Skřivan, M., Marounek, M., Englmaierova, M., Skřivanova, E. (2012).** Influence of dietary vitamin C and selenium, alone and in combination, on the composition and oxidative stability of meat of broilers. *Food Chem.* 130 : 660–664.
- **Śmiecińska, K., Hnatyk, N., Daszkiewicz, T., Kubiak, D .et Matuszevičius, P. (2015).** The effect of cold storage of vacuum on the quality of meat holstein poland-frisse white and white heifers and limousine crosses. *Veterinarija in Zootechnika (vet med zoot).* vol. 70 (92) : 60-66.
- **Sohaib, M., Anjum, F., Sahar, A., Arshad. M., Rahman. U., Imran. A., Hussain. S. (2017).** Protéines et peptides antioxydants pour améliorer la stabilité oxydative de la viande et des produits carnés : une étude approfondie.
- **Solignat, G., Mangin, P. (2003).** Agroalimentaire.Produits de charcuterie - Procédés de transformation
- **Souhila, T., Fatma Zohra, B., & Tahar, H. S. (2019).** Identification and quantification of phenolic compounds of *Artemisia herba alba* at three harvest time by HPLC–ESI–Q–TOF– MS. *International Journal of Food Properties*, 22(1), 843-852.
- **Staron,T.(1982).** Viandes et alimentation humaine. Ed Apria. Paris. p 140.
- **Sun, D. W., Cheng, W., Sørensen, K. M., Engelsen, S. B., & Pu, H. (2019).** Lipid oxidation degree of pork meat during frozen storage investigated by near-infrared hyperspectral imaging: Effect of ice crystal growth and distribution. *Journal of Food Engineering*, 263, 311-319
- **Sun.X., Tang.J., Wang.J., Rasco. B., Lai.K, Huang.Y.(2016).** La science de la viande. Formation de carboxyméthyllysine et de carboxyéthyllysine libres et liées aux protéines dans les viandes lors de la stérilisation commerciale.
- **Tanguy, M., & Begué-Simon, A. M. (2009).** Antioxydants Première partie : les antioxydants dans l'alimentation. *Médecine*, 5(6), 256-260.
- **Terlouw, E., Cassar-Malek, I., Picard, B., Bourguet, C., Deiss, V., ARNOULD, C., ... Lebret, B. (2015).** Stress en élevage et à l'abattage : impacts sur les qualités des viandes. *INRAE Productions Animales*, 28(2), 169–182. <https://doi.org/10.20870/productions-animales.2015.28.2.3023>
- **Tidjani, A., Agassounon, DTM, Ameyapoh, Y., Toukourou, F. et Souza, C. (2007).** Essais de conservation des viandes séchées « kilichi » commercialisées au tchad : études de la stabilité microbiologique. *Journal de la Recherche Scientifique de l'Université de Lomé*, 9 (1).
- **Tom, A. (2015).** Contribution au séchage solaire des produits carnés : Modélisation et réalisation d'un séchoir adapté aux pays tropicaux (Doctoral dissertation, Ecole nationale supérieure d'arts et métiers-ENSAM ; Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea UPV/EHU).
- **Tomović, V., Jakanović.M., Šojić.B., Škalja.S., Ivić.M.(2017).** Les plantes comme antioxydants naturels pour les produits carnés.
- **Turgut, S. S., Işikçi, F., & Soyer, A. (2017).** Antioxidant activity of pomegranate peel extract on

## Références Bibliographiques

---

- lipid and protein oxidation in beef meatballs during frozen storage. *Meat Science*, 129, 111-119
- **Utrera, M., Estévez, M. (2012).** Journal de chimie agricole et alimentaire. Oxydation des protéines myofibrillaires et altération de la fonctionnalité : mécanismes sous-jacents de la voie de carbonylation.
  - **Venkata, A. A., Nickel, S. V., Silva da Silva, M. A., L. Kindlein, Bergmann, G., Avancini, C. (2020).** Sel Et Extraits De Plantes Brutes Comme Conservateurs Dans Un Système Modèle De Viande (Épaule De Porc Hachée).
  - **Vergara, H., Gallego, L. (2001).** Effets de la composition des gaz dans les emballages sous atmosphère modifiée sur la qualité de la viande d'agneau espagnol Manchega.
  - **Vidal, VA, Paglarini, CS, Lorenzo, JM, Munekata, PE, & Pollonio, MA (2023).** Produits carnés salés : caractéristiques nutritionnelles, transformation et stratégies de réduction du sodium. *Food Reviews International*, 39 (4), 2183-2202.
  - **Vierling, E. (2008).** Aliments et Boissons : Filières et Produits. Bioscience et Techniques, 3<sup>ème</sup> Ed ; Paris.
  - **Vierling, E. (2003) :** les viandes dans l'aliment et boissons. CRDP. France. pp58-78. p170.
  - **Villanueva-Bermejo, D., de las Nieves Siles-Sánchez, M., Hernández, D. M., García-Risco, M. R., Jaime, L., Santoyo, S., & Fornari, T. (2024).** Theoretical framework to evaluate antioxidant synergistic effects from the coextraction of marjoram, rosemary and parsley. *Food Chemistry*, 437, 137919.
  - **Viuda-Martos, M., Ruiz-Navajas, Y., Fernández-López, J., & Pérez-Alvarez, J. A. (2010).**
  - **Wan, X. L., Song, Z. H., Niu, Y., Cheng, K., Zhang, J. F., Ahmad, H., ... & Wang, T. (2017).** Evaluation of enzymatically treated *Artemisia annua* L. on growth performance, meat quality, and oxidative stability of breast and thigh muscles in broilers. *Poultry Science*, 96(4), 844-850.
  - **Watts, B.M & Lehmann, B.T. (1952).** Ascorbic acid and meat color. *Food Technology*, 6, 194.
  - **Weeb, E.C., Casey, N.H., Simela, L. (2005).** Goat meat quality. *S.R. Res.* 60: pp 153 - 166.
  - **Wheeler, T. L., Koochmaraie, M., Shackelford, S. D. (1996).** Effect of vitamin C concentration and co-injection with calcium chloride on beef retail display color, *Journal of Animal Science*, Volume 74, Issue 8, Pages 1846–1853, <https://doi.org/10.2527/1996.7481846x>
  - **Williams, C.M. (2002).** Dietary fatty acids and human health. *Ann.zootech.* 49, pp 165- 80.
  - **Williams, P. (2007).** Nutritional composition of red meat. *Nutrition & Dietetics*, 64, S113-S119. <https://doi.org/10.1111/j.1747-0080.2007.00197.x>
  - **Wolk, A. (2017).** Potential health hazards of eating red meat. *Journal of internal medicine*, 281(2), 106-122.
  - **Wu, H., Tatiyaborworntham, N., Hajimohammadi, M., Decker, E. A., Richards, M. P., & Undeland, I. (2024).** Model systems for studying lipid oxidation associated with muscle foods: Methods, challenges, and prospects. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 64(1), 153-171.
  - **Xiong, Y., Decker, E. (1995).** Modifications de la fonctionnalité des protéines musculaires par des processus oxydants et antioxydants
  - **Yen, G.C ; Duh, P. D & Tsai, H.Ling. (2002).** Antioxidant and pro-oxidant properties of ascorbic acid and gallic acid. *Food Chem.* 2002. Vol. 79(3) :307-313.
  - **Yesilbag, D, Eren, M., Agel, H., Kovanlikaya, A., and Balci, F. (2011).** Effects of dietary rosemary, rosemary volatile oil and vitamin E on broiler performance, meat quality and serum SOD activity. *Br. Poult. Sci.* 52 :472–482.
  - **Young, O. A., West, J., Hart, A. L., & Van Otterdijk, F. F. H. (2004).** A method for early determination of meat ultimate pH. *Meat Science*, 66(2), 493–498. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(03\)00140-2](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(03)00140-2)
  - **Yu, L., Scanlin, L., Wilson, J., & Schmidt, G. (2002).** Extraits de romarin comme inhibiteurs de l'oxydation des lipides et du changement de couleur dans les produits de dinde cuits pendant le stockage réfrigéré. *Journal of Food Science*, 67 (2), 582-585.

## Références Bibliographiques

---

- **Yu, L., Scanlin, L., Wilson, J., & Schmidt, G. (2002).** Rosemary extracts as inhibitors of lipid oxidation and color change in cooked turkey products during refrigerated storage. *Journal of Food Science*, 67(2), 582-585.
- **Zhang, J.F., Hu. Z.P., Lu.C.H., Bai. K.W., Zhang. L.L & Wang. T. (2015).** Effect of various levels of dietary curcumin on meat quality and antioxidant profile of breast muscle in broilers. *J. Agric. Food Chem.* 63 :3880–3886. 10.1021/jf505889b
- **Zheng, W., & S. Y. Wang. (2001).** Antioxidant activity and phenolic compounds in selected herbs. *J. Agric. Food Chem.* 49(11) :5165-70. doi: 10.1021/jf010697n. PMID: 11714298. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11714298>
- **Ziani, K., Khodja, F. I., & Khaled, M. B. (2018).** Physicochemical quality assessment of Brazilian frozen beef imported into Algeria. *The North African Journal of Food and Nutrition Research*, 2(3), 69-74.
- **Zoubeydi, C. (2004).** Etude des antioxydants dans le *Rosmarinus officinalis* .Labiatea; thèse de magistère; université de Ouargla.

# **Annexes**

Annexe 01

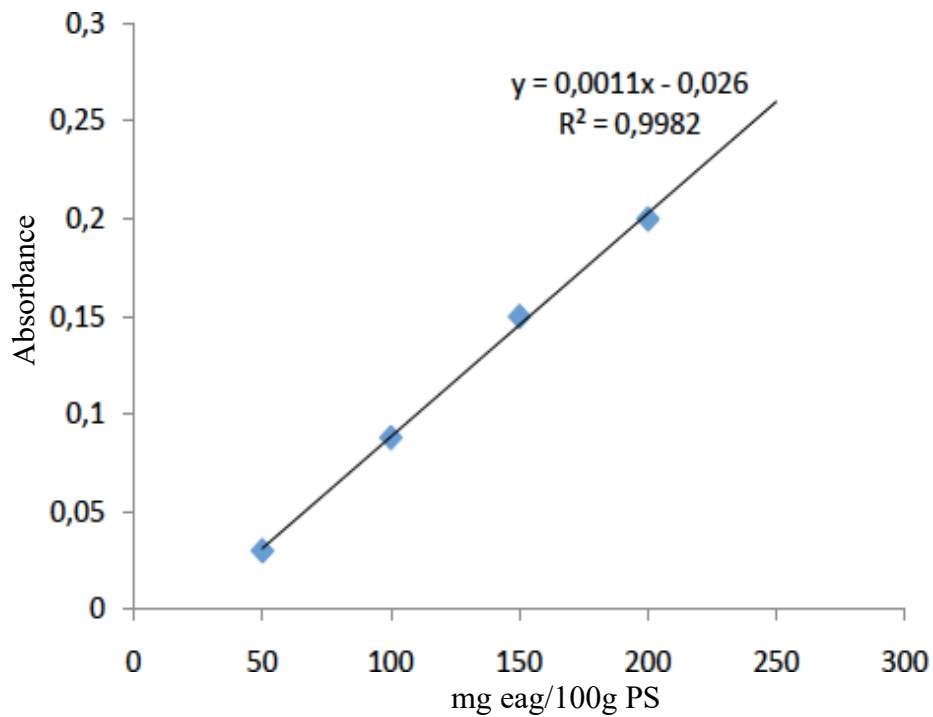


Figure : Courbe d'étalonnage de l'acide gallique

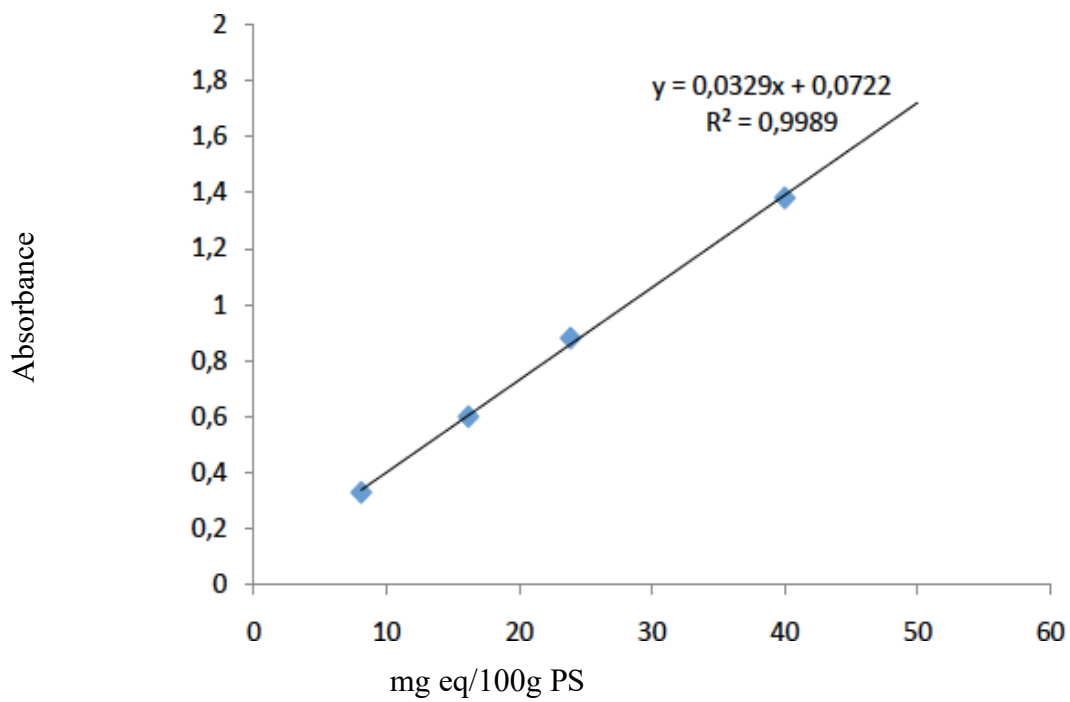
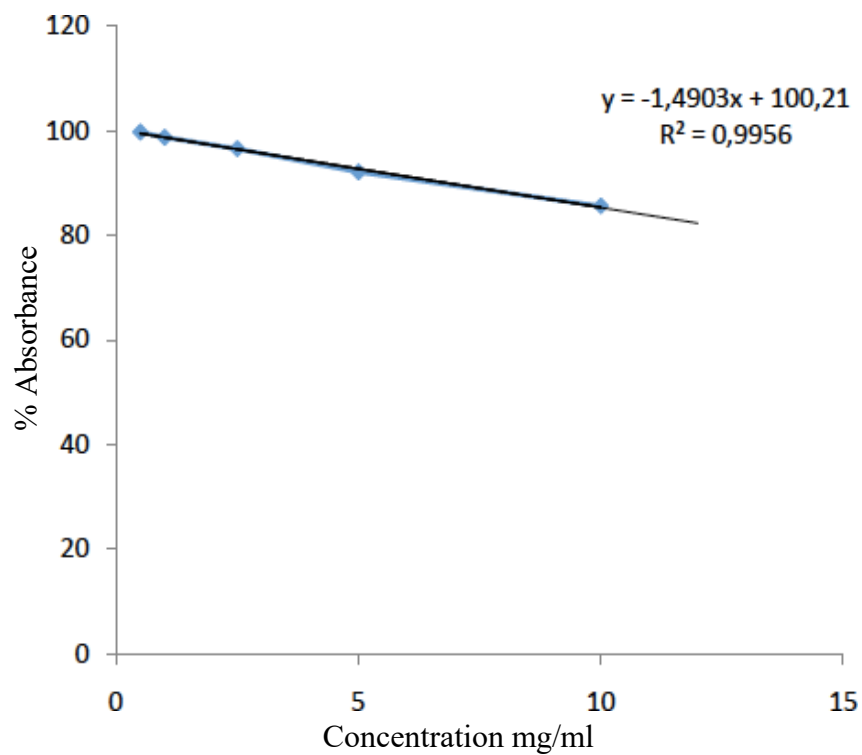


Figure : Courbe d'étalonnage de la quercétine



**Figure :** Courbe d'étalonnage de DPPH



**Figure :** Poudre de la plante *Rosmarinus officinalis*.



**Figure :** Morceau de gigot prélevé.



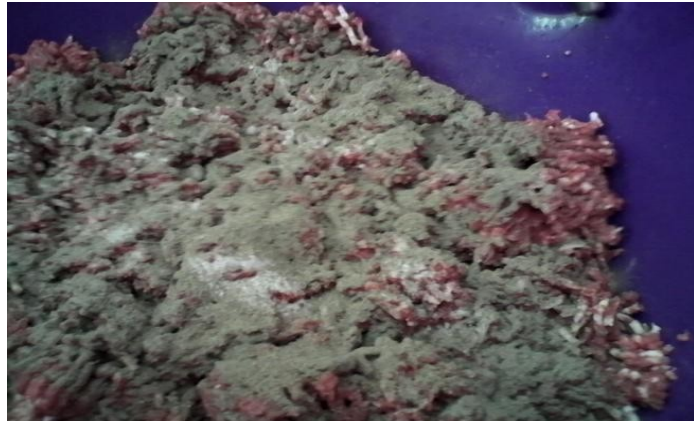
**Figure :** Viande hachée à analyser.



**Figure :** Echantillons sans romarin



**Figure :** Echantillons avec romarin.



**Figure :** Préparation des saucisses avec l'extrait d'*Artemisia herba alba*



**Figure :** Les échantillons de saucisses



**Figure :** Préparation des barquettes pour les échantillons



**Figure :** Entreposage des échantillons dans le réfrigérateur



**Figure :** Entreposage des échantillons dans le congélateur

# Modèle de fiche de dégustation des saucisses

République Algérienne Démocratique et Populaire

Faculté des Science de la Nature et de la Vie

Département des sciences Agronomiques

Master 2 Biotechnologie Alimentaire

Date :

Nom et Prénom :

Sexe :

Grade :

L'âge :

## Évaluation des propriétés sensorielles de la viande (saucisse)

Au terme de l'expérimentation un test de dégustation est organisé. La viande a subi une cuisson à  $70^{\circ}\text{C} \pm 1$  pendant 45 mn sans aucune adjonction.

La viande est appréciée par un groupe de panelistes dégustateurs, pour déterminer les propriétés sensorielles (flaveur, décoloration, humidité à la surface, la tendreté et la jutosité) des saucisses 03 échantillons correspondant à Trois traitements différents des saucisses il vous est demandé de goûter et d'apprécier ces saucisses selon à un barème de notation mentionné sur une fiche suivante :

Paramètres    La flaveur    Décoloration    Humidité ala surface    La tendreté    La jutosité

Lot A

Lot B

Lot C

### • La flaveur

Critères	Néant	Faible	Moyenn e	Modérée	Extrême
Note	1 - 3	> 3 < 5	> 5 < 7	> 7 < 9	> 9

### • La décoloration

Critères	Forte	Modéré	Moyenne	Léger	Néant
Note	1 - 3	> 3 < 5	> 5 < 7	> 7 < 9	> 9

### • Humidité de surface

Critères	Extrêmeme ntsèche	Sèche	Moyenneme nthumide	Humide	Extrêmeme nthumide
----------	----------------------	-------	-----------------------	--------	-----------------------

<b>Note</b>	<b>1 - 3</b>	<b>&gt; 3 &lt; 5</b>	<b>&gt; 5 &lt; 7</b>	<b>&gt; 7 &lt; 9</b>	<b>&gt; 9</b>
-------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	-------------------

- **La tendreté**

<b>Critères</b>	<b>Très dure</b>	<b>Dure</b>	<b>Moyennement tendre</b>	<b>Tendre</b>	<b>Très tendre</b>
<b>Note</b>	<b>1-3</b>	<b>&gt; 3 &lt; 5</b>	<b>&gt; 5 &lt; 7</b>	<b>&gt; 7 &lt; 9</b>	<b>&gt; 9</b>

- **La jutosité**

<b>Critères</b>	<b>Très sèche</b>	<b>Sèche</b>	<b>Moyennement juteux</b>	<b>Juteux</b>	<b>Très juteux</b>
<b>Note</b>	<b>1-3</b>	<b>&gt; 3 &lt; 5</b>	<b>&gt; 5 &lt; 7</b>	<b>&gt; 7 &lt; 9</b>	<b>&gt; 9</b>

### **La flaveur**

La flaveur d'un aliment correspond à l'ensemble des impressions olfactives et gustatives éprouvées au moment de la consommation.

### **La couleur**

La couleur est la qualité d'un corps éclairé qui produit sur l'œil une certaine impression lumineuse, variable selon la nature du corps ou selon la lumière qui l'atteint.

### **Humidité de la surface**

L'humidité de surface est l'impression de la présence de l'eau (jus) qui s'apparaitre à la surface lors de la découpe du produit.

### **La tendreté**

La tendreté peut être définie comme la facilité avec laquelle une viande se laisse trancher ou mastiquer. Elle joue un rôle essentiel dans l'appréciation d'une viande.

### **La jutosité**

Appelée aussi succulence, elle 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 (PRE)