



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la
Recherche Scientifique
Université Amar Telidji- Laghouat
FACULTE : SCIENCES
DEPARTEMENT : SCIENCES AGRONOMIQUES

MEMOIRE DE MASTER

Présenté par : Khalifa Lina et Taibi Zoubida

DOMAINE : SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE (SNV)

FILIERE : SCIENCES ALIMENTAIRES

OPTION : AGROALIMENTAIRE ET CONTROLE DE QUALITE

Thème

**Effet des émulsions d'huiles essentielles de girofle
(*Syzygium aromaticum*) et de laurier (*Laurus nobilis*) sur les
coliforme thermo tolérants et la flore aérobie mésophile totale
dans la viande blanche**

Jury de soutenance :

| | | | |
|--------------------|---------------------|-----|---------------------------------------|
| Président : | Mme ALLALI Khadidja | MCA | Université Amar Thelidji- Laghouat |
| Promoteur : | M.DJOKHDEM Laid | MCB | Université Amar Thelidji- Laghouat |
| Examineur : | Mme.MENASSRA Amina | MCB | Université Amar Thelidji- Laghouat |

Année universitaire : 2024/2025

Résumé

Résumé :

La présente étude est d'évaluer l'effet des huiles essentielles de girofle (*Syzygium aromaticum*) à la concentration de 0,7 % (v/v) et de laurier (*Laurus nobilis*) à 0,5 % (v/v) sur la charge des germes tels que : les coliformes thermotolérants et la flore aérobie mésophile totale dans la viande de volaille durant son stockage à 2 ± 1 °C pendant 10 jours.

Les résultats ont montré que les échantillons de viande de volaille traités avec les huiles essentielles avaient des charges moyennes de coliformes thermotolérants et de flore aérobie mésophile totale significativement ($P < 0,05$) plus faibles que les échantillons témoins (non traités). L'huile de girofle s'est montrée plus efficace que celle de laurier, surtout contre la flore aérobie mésophile totale durant toute la période de conservation à froid 2 ± 1 °C . L'utilisation de ces huiles testées a permis de ralentir l'altération microbienne et prolonger la durée de vie de la viande de volaille.

Cette étude est d'un grand intérêt pour l'industrie agroalimentaire, car elle souligne les bénéfices potentiels de l'utilisation des huiles essentielles de girofle et de laurier comme agents antimicrobiens naturels dans la conservation des produits carnés.

Mots clés : *Syzygium aromaticum*, *Laurus nobilis*, Huile essentielle, Germes d'altération, Viande de volaille, Conservation

Abstract

This study is aimed at evaluating the effect of clove essential oil (*Syzygium aromaticum*) at a concentration of 0.7% (v/v) and bay laurel (*Laurus nobilis*) at 0.5% (v/v) on the microbial load of germs such as thermotolerant coliforms and total mesophilic aerobic flora in poultry meat during its storage at 2 ± 1 °C for 10 days.

The results showed that poultry meat samples treated with the essential oils had mean levels of thermotolerant coliforms and total mesophilic aerobic flora that were significantly ($P < 0.05$) lower than those of the control (untreated) samples. Clove oil proved more effective than bay laurel oil, especially against total mesophilic aerobic flora throughout the cold storage period. The use of these tested oils helped slow microbial spoilage and extend the shelf life of the poultry meat.

This study is of great interest to the food industry, as it highlights the potential benefits of using clove and bay laurel essential oils as natural antimicrobial agents in the preservation of meat products.

Keywords: *Syzygium aromaticum*, *Laurus nobilis*, Essential oil, Spoilage microorganisms, Poultry meat, Preservation

الملخص :

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم تأثير الزيوت العطرية من القرنفل (**Syzygium aromaticum**) بتركيز 0.7% (ح/ح) و ورق الغار (**Laurus nobilis**) بتركيز 0.5% (ح/ح) على حمولة الجراثيم مثل القولونيات المقاومة للحرارة والنبات الهوائي الميزوفيلي الكلي في لحوم الطيور خلال تخزينها عند درجة حرارة 1 ± 2 °C لمدة 10 أيام.

أظهرت النتائج أن عينات لحوم الطيور المعالجة بالزيوت العطرية قد سجلت متوسطاً أقل بشكل معنوي ($P < 0.05$) من حمولة القولونيات المقاومة للحرارة والنبات الهوائي الميزوفيلي الكلي مقارنةً بعينات التحكم (غير المعالجة). وأثبتت زيت القرنفل فعاليته أكثر من زيت ورق الغار ، خاصةً ضد النّبات الهوائي الميزوفيلي الكلي طوال فترة التخزين البارد. وقد ساعد استخدام هذه الزيوت المختبرة على إبطاء التّلف الميكروبي وتمديد فترة صلاحية لحوم الطيور.

تعد هذه الدراسة ذات أهمية كبيرة لصناعة الأغذية، إذ تُبرز الفوائد المحتملة لاستخدام الزيوت العطرية للقرنفل واللوري كعوامل مضادة للميكروبات طبيعية في حفظ المنتجات اللحمية.

الكلمات المفتاحية: **Syzygium aromaticum** ، **Laurus nobilis**، زيت عطري، جراثيم التّلف، لحوم الطيور،

DEDICACE

Je dédie ce mémoire :

À tous ceux qui ont cru en moi, qui m'ont encouragé et qui ont rendu ce travail possible. Votre présence a été une source constante de motivation et de bonheur.

À mes parents bien-aimés, ce mémoire est autant le vôtre que le mien. Votre amour inconditionnel, et votre soutien ont été les piliers sur lesquels j'ai construit mon parcours académique. Vous m'avez appris la valeur du travail, de la persévérance. Chaque page de ce travail résonne de votre influence bienveillante. .

À Soraya, ma sœur adorée, pour son amour, sa complicité et les précieux moments partagés. Ta présence est un cadeau.

À Bachir, mon grand frère, et à Meriam, son épouse, pour leur soutien, leur amour et leur présence réconfortante.

À Zoubida, ma binôme mon amie et ma complice, dont la présence lumineuse et l'amour inconditionnel ont illuminé notre parcours passé ensemble. Merci pour ta joie de vivre, ton soutien et ton amitié précieuse ainsi qu'à ton investissement dans la réalisation de ce travail.

À Nadjia, ma sœur de cœur. Nos rires, nos secrets et nos aventures partagées depuis le lycée ont façonné une amitié indéfectible. Merci d'être toujours là, dans les bons comme dans les mauvais moments.

Enfin, je tiens à m'adresser à moi-même. Ce parcours n'a pas toujours été facile, et il a exigé beaucoup de persévérance, de remise en question et de travail acharné. Je suis fière de la personne que je suis devenue au cours de cette expérience, et je suis reconnaissante pour ma résilience, ma détermination et ma capacité à ne jamais abandonner. Merci à moi-même d'avoir cru en ce projet, d'avoir persévéré et d'être allée au bout de mes rêves.

À toutes les personnes qui m'aiment."

Merci

KHALOFA Lina

DEDICACE

À ma maman,

*Ton amour, ta patience et tes sacrifices silencieux ont été les fondations de mon parcours.
Merci d'avoir toujours cru en moi, même dans les moments les plus difficiles.*

À mon père,

Ta force, ton soutien discret et ta confiance ont guidé mes pas. Merci pour ton exemple et ta présence, même dans les silences.

Ce travail vous est dédié, en témoignage de mon amour profond et de ma reconnaissance infinie.

À mes chères sœurs, Aïcha et Douaa,

Votre affection, votre écoute et votre présence ont toujours été un réconfort pour moi. Merci pour votre soutien dans les moments de doute et pour votre tendresse dans les instants de joie.

À mon frère Ramy,

Ta force, ton humour et ton appui m'ont aidée à avancer avec confiance. Merci d'être toujours là, à ta façon.

À ma chère amie Lina, ce mémoire est le fruit d'une collaboration empreinte de complicité

Et de respect mutuel. Ta créativité, ta rigueur et ton amitié sincère ont enrichi cette

Expérience au-delà des mots. Merci pour les moments partagés, les idées échangées et les

Défis relevés ensemble.

Ce mémoire n'est pas seulement le résultat d'un travail personnel, mais aussi le reflet de

Tout l'amour, la confiance et l'accompagnement que j'ai reçus de vous tous. Chaque

*Encouragement, chaque sourire, chaque mot de soutien a été une pierre ajoutée à l'édifice de ce projet. **TAÏBO Zoubida Merrat***

REMERCIEMENTS

À l'issue de ce travail, nous remercions, en premier lieu, Allah le tout puissant de nous avoir donné la force et le courage de le mener à terme.

Nous exprimons notre profonde gratitude à tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce mémoire. Un merci tout particulier à notre promoteur M. DJOKHADJEM Laid, dont les précieuses conseils et le soutien constant ont été inestimables. Nous tenons également à remercier :

Mme Allali Zhadidja d'avoir accepté de présider le jury de cet projet. Et Mme, Menasra Amina pour avoir accepté d'examiner ce travail.

Nous remercions chaleureusement Melle RENEANE Zohra, ingénieur de laboratoire, pour sa disponibilité, ses conseils éclairés et sa patience infinie.

Nous sommes également très reconnaissants envers tous les professeurs qui nous ont accompagnés tout au long de notre cursus universitaire, pour leur dévouement et leur contribution à notre formation.

Veillez accepter ce travail comme une expression de notre profond respect et de notre sincère reconnaissance."

LISTE DES TABLEAUX :

| N° DES TABLEAUX | TITRE DE TABLEAU | PAGE |
|----------------------------|---|-------------|
| Tableau N°1 | Comparaison nutritionnelle entre viande blanche et viande rouge (CIV centre d'information des viandes) | 4 |
| Tableau N°2 | Tableau représentatif des principales caractéristiques des coliformes fécaux | 15 |
| Tableau N°3 | Flores recherchées, milieux de culture utilisés et temps d'incubation | 34 |
| Tableau N°4 | Effet des huiles essentielles de laurier et de girofle sur la charge en coliformes thermo tolérants dans les viandes de volaille stockées au froid pendant 10 jours | 41 |
| Tableau N°5 | Effet des huiles essentielles de laurier et de girofle sur la charge de la flore aérobique mésophile totale dans les viandes de volaille stockées au froid pendant 10 jours | 45 |

LISTE DES FIGURES

| N° DE FIGURE | TITRE DE FIGURE | PAGE |
|--------------------|--|-----------|
| Figure N1 | Photo représentative de la plante <i>Laurus nobilis</i> | 23 |
| Figure N2 | La classification botanique de la plante <i>Laurus nobilis</i> | 23 |
| Figure N°3 | Photo représentative de la plante <i>Syzygium aromaticum</i> | 26 |
| Figure N°4 | La classification botanique de la plante Girofle (<i>Syzygium aromaticum</i>) | 27 |
| Figure N°5 | Milieu PCA (Plate Count Agar) (Photo originale, 2025). | 31 |
| Figure N°6 | Milieu Desoxycholate (Photo originale, 2025). | 32 |
| Figure N°7 | Préparation des Émulsions d'Huiles de Laurier et de Girofle (Photo originale, 2025). | 33 |
| Figure N°8 | Étiquetage des Barquettes (Photo originale, 2025). | 34 |
| Figure N°9 | Aspect des colonies de FAMT (Photo originale, 2025). | 35 |
| Figure N°10 | Aspect des colonies de coliformes fécaux (Photo originale, 2025). | 37 |
| Figure N°11 | Aspect des coliformes thermos tolérants sur milieu Desoxycholate (Photo originale, 2025). | 40 |
| Figure N°12 | La courbe de l'évolution de la charge en coliformes thermo tolérants dans la viande de volailles stockées au froid | 42 |
| Figure N°13 | La courbe de l'évolution de la charge en coliformes thermo tolérants dans la viande de volailles stockées au froid | 43 |
| Figure N°14 | Mécanisme d'action des composants d'huiles essentielles sur les bactéries (BURT, 2004) | 44 |
| Figure N°15 | Aspect de colonies de FAMT sur milieu PCA (Photo originale, 2025) | 46 |
| Figure N°16 | La courbe de l'évolution de la charge en coliformes thermo tolérants dans la viande de volaille stockée au froid | 46 |

Liste des abréviations

Liste des abréviations

AFSSPS : Agence française de sécurité sanitaire des produits de santé

BPH : Bonnes pratiques d'hygiène

DLC : Date limite de consommation

EFSA : European Food Safety Authority

FAO : Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture

FAMT : Flore aérobie mésophile totale

ISO : International Organization for Standardization

l'ONAB : Office National des Aliments de Bétail

MO : Micro-organismes

PCA : Plate Count Agar

PH : Potentiel d'hydrogène

SHU : Syndrome hémolytique et urémique

TIAC : Toxi-infections alimentaires collectives

UFC : Unité formant colonie

Sommaire

| ✓ Resumé | PAGE N° |
|--|----------------|
| ✓ Dédicace | |
| ✓ Remerciement | - |
| ✓ Liste des figures | - |
| ✓ Liste des tableaux | - |
| ✓ Liste des abréviations | - |
| ✓ Introduction | 01 |
| Partie théorique | |
| Chapitre I : Altération des viandes blanches | |
| 1. Partie I : Qualité des viandes blanches | 04 |
| I.1 Définition générale | 04 |
| I.1.1 Définition de la viande de volaille | 04 |
| I.1.2 Différences entre viandes blanches et viandes rouges | 04 |
| I.2 Production et consommation de la viande volaille | 05 |
| I.2.1 Production et consommation mondiale | 05 |
| I.2.2 Production et consommation en Algérie | 06 |
| I.3 Les critères de qualité du poulet | 06 |
| I.3.1 Qualité organoleptique | 06 |
| I.3.2 Qualité nutritionnelle | 07 |
| I.3.2.1 Définition | 07 |
| I.3.2.2 Détails sur la qualité nutritionnelle de la viande blanche | 07 |
| I.3.3 Qualité hygiénique | 08 |
| I.3.3.1 les principaux aspects de la qualité hygiénique du poulet | 08 |
| I.3.3.2 Qualité microbiologique | 09 |
| I.3.3.3 Méthodes d'évaluation microbiologique | 09 |
| I.3.4 Qualité d'usage | 10 |

| | |
|---|-----------|
| I.3.5 Qualité technologique | 10 |
| Partie II : Risques microbiens et toxi infections alimentaires collectives | 10 |
| II.1 Les sources de Contamination de la viande de volaille | 10 |
| II.1.1 les facteurs favorisant la contamination de la viande blanche | 10 |
| II.2 Altérations des viandes blanches | 12 |
| II.2.1 Définition des altérations alimentaires | 12 |
| II.2.2 Les type d'altérations alimentaires | 12 |
| II.3 Toxi-infections alimentaires collectives (TIAC) | 13 |
| II.3.2.1 Intoxication par la FAMT | 14 |
| II.3.2.2 Intoxication par les CF (coliformes fécaux) | 14 |
| II.3.2.2.1 Caractéristiques des coliformes fécaux | 15 |
| II.3.2.2.2 Pathogénicité | 15 |
| II.4 Contrôle de la qualité de la viande volaille | 15 |
| II.4.1 Contrôle sanitaire | 15 |
| II.4.1.1 Avant abattage | 15 |
| Chapitre 2 : Étude des huiles essentielles | |
| Partie I : Généralités sur les plantes médicinales et les huiles essentielles | 17 |
| I.1. Les plantes médicinales : origine et intérêt | 17 |
| I.1.1. Définition | 17 |
| I.1.2. Activité biologique et composés phénoliques | 17 |
| 2. Chez les Humains | 18 |
| I.2. Les huiles essentielles : nature, propriétés et usages | 18 |
| I.2.1. Définition des huiles essentielles | 18 |
| I.2.2. Composition chimique des huiles essentielles | 19 |
| I.2.3. Caractéristiques des huiles essentielles | 20 |
| 2.4. Principales utilisations des huiles essentielles | 20 |
| I.2.5. Effets immunitaires des huiles essentielles | 21 |

| | |
|--|-----------|
| I.2.6. Activités antibactériennes des huiles essentielles (application sur viandes blanches) | 22 |
| Partie II : Étude comparative de deux huiles essentielles : Laurier noble et Girofle | 24 |
| II.1. Huile essentielle de Laurier noble (<i>Laurus nobilis</i>) | 22 |
| II.1.1. Présentation générale | 23 |
| II.1.2. Classification taxonomique | 23 |
| II.1.3. Répartition géographique mondiale | 24 |
| II.1.3.1. Répartition en Algérie | 24 |
| II.1.4. Habitat naturel <i>Laurus nobilis</i> (<i>Laurier noble</i>) | 24 |
| II.1.5. Caractéristiques organoleptiques | 24 |
| II.1.6.1. Activité antibactérienne | 25 |
| II.1.6.2. Activité antioxydante | 25 |
| II.1.6.3. Activité anti-inflammatoire | 25 |
| II.2. Huile essentielle de Girofle (<i>Syzygium aromaticum</i>) | 25 |
| II.2.1. Présentation générale | 25 |
| II.2.2. Définition | 25 |
| II.2.3. Description botanique | 25 |
| II.2.3.1. Caractéristiques morphologiques | 26 |
| II.2.3.2. Classification taxonomique | 27 |
| II.2.4. Répartition géographique | 27 |
| II.2.4.1. Habitat naturel | 27 |
| II.2.4.2. Répartition en Algérie | 27 |
| II.2.5. Caractéristiques organoleptiques | 27 |
| II.2.6. Activités biologiques de l'huile essentielle de girofle | 28 |
| II.2.6.1. Activité antibactérienne | 28 |
| II.2.6.2. Activité antioxydante | 28 |
| II.2.6.3. Activité anti-inflammatoire | 28 |
| II.2.7. Application de l'huile essentielle de girofle sur la viande blanche | 28 |

| Chapitre 3 : Matériel et méthodes | |
|---|-----------|
| 1. objectif | 30 |
| 2. Matériel et méthodes utilisés | 30 |
| 2.1 Matériel de laboratoire | 30 |
| 2.2 Milieux de culture et diluants | 31 |
| 2.3 Préparation des Émulsions Huiles de Laurier et de Girofle | 32 |
| 2.4 Étiquetage et Stockage des Barquettes | 33 |
| 2.5 Dénombrement des germes | 34 |
| 2.5.1 Dénombrement de la flore mésophile aérobie totale FMAT | 34 |
| 2.5.2 Protocole d'Analyse pour le Dénombrement de la Flore Aérobie Mésophile Totale | 35 |
| 2.5.3 Dénombrement des coliformes fécaux | 36 |
| 2.5.4 Protocole d'Analyse pour le Dénombrement des Coliformes Fécaux | 36 |
| 2.6 Lecture des Colonies | 36 |
| 2.7 Expression des résultats | 37 |
| 3. Analyses statistiques | 38 |
| Chapitre VI : Résultat et discussion | |
| Résultat d'analyses bactériologique | 40 |
| <u>Conclusion</u> | 49 |
| <u>Références bibliographiques</u> | 51 |
| <u>Annexes</u> | 56 |

Introduction

Introduction

Introduction :

Malgré les progrès dans les techniques de conservation, l'intoxication alimentaire reste un enjeu important. En Algérie, plusieurs milliers de cas sont recensés chaque année, dépassant parfois 10 000 cas, avec des pics locaux (145 cas durant un été à Oran). Au plan mondial, l'OMS (2023) estime que chaque année, 600 millions de personnes tombent malades, dont 420 000 en décèdent, et la sécurité alimentaire représente une perte de 33 millions d'années de vie en bonne santé, avec les enfants de moins de 5 ans. La FAO ajoute qu'environ un tiers de la population des pays développés est également concernée chaque année, et que les virus comme le norovirus sont responsables d'une part importante de ces infections. Ces chiffres montrent l'urgence de renforcer les mesures de prévention sur le plan national et international.

Par ailleurs, les consommateurs prennent de plus en plus conscience des dangers potentiels associés à l'utilisation de conservateurs synthétiques. Cela a conduit à un intérêt grandissant pour le développement de nouveaux agents antimicrobiens à la fois efficaces et sans toxicité. Dans ce contexte, les extraits d'épices et les plantes aromatiques suscitent un intérêt croissant en tant qu'alternatives naturelles dotées de propriétés antibactériennes pour la conservation des aliments (Smid & Gorris, 1999).

Traditionnellement, les plantes aromatiques sont utilisées non seulement pour augmenter la saveur des aliments, mais aussi pour prolonger leur durée de conservation (Wang et al., 2010). Leurs principales propriétés bénéfiques proviennent des huiles essentielles qu'elles produisent par le biais de leur métabolisme secondaire (Rashid et al., 2010). Ces huiles essentielles intéressent de plus en plus les chercheurs et les industriels, en raison de leurs activités reconnues : antioxydant, antibactérienne et antifongique (Dung et al., 2008).

Dans ce cadre, la présente étude a pour objectif d'évaluer l'effet des huiles essentielles de girofle (*Syzygium aromaticum*) à 0,7 % (v/v) et de laurier (*Laurus nobilis*) à 0,5 % (v/v) sur la viande de volaille. L'étude se concentre particulièrement sur la réduction de la charge microbienne, en ciblant les coliformes thermos tolérants et la flore aérobie mésophile totale, pendant une période de stockage à froid de 10 jours à une température de 2 ± 1 °C.

Pour réaliser cette étude nous avons adopté deux parties :

Introduction

- La première partie est consacrée à une étude bibliographique en deux chapitres.
- La deuxième partie présente la partie expérimentale, les méthodologies employées (traitement des échantillons, analyses microbiologiques)

L'étude s'achève par une conclusion qui comporte une synthèse des résultats assortie de perspectives d'application industrielle

Chapitre I : Altération des viandes blanches

Partie I : Qualité des viandes blanches

I.1 Définition générale :

I.1.1 Définition de la viande de volaille :

La viande de volaille est considérée comme viande blanche, Selon l'Organisation Mondiale de la santé (OMS) elle est considérée comme source nutritive importante en Raison de sa richesse en protéines, vitamines et minéraux, tout en étant généralement faible En graisses et en calories comparativement aux autres viandes. Sa composition Nutritionnelle, riche en acides aminés essentiels, en fait une excellente option pour une

Alimentation équilibrée (Salifou et al., 2013).

I.1.2 Différences entre viandes blanches et viandes rouges:

Tableau N1 : Comparaison nutritionnelle entre viande blanche et viande rouge (CIV centre d'information des viandes)

| Criteres | Viande rouge | Viande blanche |
|--------------------------------|-------------------------------|--|
| Proteines (g) | 21,6 - 23,8 | 18,3 - 20,4 |
| Lipides (g) | 3,37 - 10,9 | 4,05 - 12,9 |
| Acides gras saturés (g) | 11,7 - 5,54 | 1,03 - 4,84 |
| Cholesterol (mg) | 58 - 97,6 | 56,4 - 82 |
| Fer (mg) | 2,1 - 2,55 | 0,66 - 1,26 |
| Energie (kcal) | 117 - 193 | 114 - 189 |
| Avantages | Riche en fer zinc B12 | Moins calorique moins de graisses saturées |
| Inconvenients | Plus gras plus de cholestérol | Moins riche en fer et B12 |

➤ **Protéines :** Les deux types de viande offrent des protéines de haute qualité, avec une légère supériorité pour la viande rouge.

➤ **Lipides :** La viande blanche est généralement moins grasse, bien que cela varie selon les morceaux.

➤ **Fer :** La viande rouge est significativement plus riche en fer, notamment en fer hémique, qui est mieux absorbé par l'organisme.

➤ **Vitamines B12 :** Présente en plus grande quantité dans la viande rouge, essentielle pour le système nerveux et la formation des globules rouges.

➤ **Santé :** Une consommation excessive de viande rouge est associée à un risque accru de certaines maladies, tandis que la viande blanche est généralement considérée comme plus saine.

I.2 Production et consommation de la viande volaille

I.2.1 Production et consommation mondiale

Selon la FAO (2023), la production mondiale de viande volaille a connu une croissance exponentielle au cours des dernières décennies, elle est passée de 9 millions de tonnes en 1960 à plus de 135 millions de tonnes en 2021, faisant d'elle un des éléments les plus dynamiques du secteur des viandes. Cette croissance est principalement portée par les pays développés tels que les États-Unis, la Chine et les membres de l'Union européenne, qui restent les plus grands producteurs à l'échelle mondiale (Bessa *et al.*, 2016 ; Laouni *et al.*, 2019).

L'Afrique subsaharienne, quant à elle, représente une part modeste estimée à environ 1,5 % de la production mondiale. Cependant, certains pays comme l'Afrique du Sud tendent à développer des filières d'exportation vers les marchés régionaux (Philippe *et al.*, 2009).

Concernant la consommation mondiale de volaille, elle suit la même tendance ascendante. Selon la FAO (2023), elle est estimée à 18,6 kg par habitant en moyenne, avec des différences selon les pays. Dans les pays en développement, elle est plus populaire car elle est peu coûteuse, facile à élever et perçue comme saine (Laouni *et al.*, 2019).

En France, la consommation de viande volaille a atteint 23,3 kg par personne en 2023, soit presque le double d'il y a 20 ans, en raison d'une prise de conscience nutritionnelle croissante et à la baisse de la consommation des viandes rouges (Le Monde, 2024).

La croissance démographique, l'urbanisation et l'amélioration du niveau de vie dans plusieurs pays émergents ont augmenté la demande de volaille (Philippe *et al.*, 2009).

Cependant, les importations massives de poulet congelé bon marché posent des défis aux producteurs locaux, notamment en Afrique de l'Ouest. (Philippe *et al.*, 2009)

I.2.2 Production et consommation en Algérie (ONS, 2014).

En Algérie, la filière avicole représente un secteur stratégique pour la sécurité alimentaire nationale, notamment à travers la production de viande blanche, essentiellement le poulet de chair. Selon la FAO (2022), l'Algérie produit plus de 20 millions de têtes ovines par an, avec des variations importantes en fonction des conditions économiques et des coûts de l'alimentation animale. (ONS, 2014). La consommation de viande blanche a fortement augmenté au cours des dernières années, notamment en raison de la hausse des prix de la viande rouge, ce qui a poussé les algériens à se tourner vers des sources de protéines à des prix plus abordables (Laouni et al., 2019).

D'après un rapport de l'ONAB (Office National des Aliments de Bétail), la consommation moyenne annuelle de viande blanche par habitant était estimée à 19 kg en 2020, un chiffre qui ne cesse d'augmenter (Bessa et al., 2016).

Cette évolution est également soutenue par les politiques de soutien à la filière avicole mises en place par l'État, notamment à travers la subvention de certains intrants comme le maïs et le soja. Malgré ça, le secteur reste confronté à de nombreux défis, tels que la volatilité des prix, la dépendance vis-à-vis de l'importation des matières premières et le manque d'abattoirs modernes certifiés (Boudjema et al, 2019).

Enfin, la production reste concentrée dans certaines régions comme Chlef, Tizi-Ouzou, et Sétif, où l'élevage avicole est une activité économique majeure. Malgré une production relativement importante, le pays reste partiellement dépendant des importations, surtout en période de forte demande comme le Ramadan.

I.3 Les critères de qualité du poulet

I.3.1 Qualité organoleptique

La qualité organoleptique de la viande blanche regroupe les propriétés sensorielles telles que la couleur, la tendreté, la saveur et la jutosité, qui sont responsables des sensations de plaisir associées à sa consommation (Clinquart et al.,2000)

1. La fraîcheur

Elle correspond à l'état de la viande juste après l'abattage, avant toute altération physique ou microbiologique. Une viande fraîche présente une texture ferme, une couleur rosée homogène et une odeur neutre.

La fraîcheur dépend fortement de la chaîne du froid : elle doit être conservée entre 0°C et 4°C (Codex Alimentarius, FAO).

Le pH doit généralement être compris entre 5,6 et 6,0 ; une hausse du pH indique une altération (Boudjema et al, 2019).

2. L'apparence

Une viande saine doit avoir une couleur rosée ou légèrement nacrée et une surface sèche (sans mucus). Un changement de couleur allant vers une teinte grisâtre, verdâtre ou brunâtre est un signe de dégradation avancée, souvent causée par l'oxydation ou une contamination bactérienne.

La présence de taches ou de suintements (liquide visqueux) indique un défaut de conservation (Laouni et al., 2019).

3. L'odeur

Une viande fraîche doit dégager une odeur neutre, légèrement sucrée. En cas de présence de mauvaises odeurs aigre, ammoniacale ou putride cela signale une décomposition, des bactéries (comme *Pseudomonas* ou *Enterobacteriaceae*) peuvent être à l'origine de cela. (Bessa et al., 2016).

I.3.2 Qualité nutritionnelle

I.3.2.1 Définition

La qualité nutritionnelle d'un aliment correspond à sa capacité à fournir les nutriments essentiels à l'organisme tout en favorisant un bon état de santé. Pour la viande blanche, cela se traduit par sa richesse en protéines de haute valeur biologique, sa faible teneur en lipides, et sa composition intéressante en vitamines (surtout du groupe B) et en minéraux (fer, zinc, phosphore) (Bessa et al., 2016).

I.3.2.2 Détails sur la qualité nutritionnelle de la viande blanche

➤ **Riche en protéines** : La viande de poulet contient en moyenne 20 à 24 % de protéines, composées d'acides aminés essentiels facilement digestibles. Ces derniers sont importants pour la croissance musculaire, la réparation des tissus et le bon fonctionnement du système immunitaire (Laouni et al., 2019).

➤ **Faible en matières grasses** : Contrairement à la viande rouge, surtout le blanc de poulet, est pauvre en lipides (environ 2 à 4 %), ce qui en fait une option idéale pour les régimes hypocaloriques. La majorité des graisses sont insaturées, bénéfiques pour la santé cardiovasculaire (Boudjema et al, 2019).

➤ **Bonne source de vitamines** : La viande blanche est riche en vitamines B3, B6 et B12, qui sont des éléments clés dans le métabolisme énergétique et à la formation des globules rouges. Ainsi que le bon fonctionnement du cerveau.

➤ **Apport en minéraux essentiels** : La viande blanche contient du phosphore, du fer hémique, du zinc et du sélénium, importants pour la structure osseuse, l'immunité et la lutte contre le stress oxydatif.

➤ **Absence de glucides** : Comme la majorité des viandes, la viande blanche ne contient pas de glucides, ce qui la rend parfaite pour les régimes à faible teneur en sucre (régimes diabétiques, céto-gènes...).

➤ **Qualité variable selon la coupe** : Les filets de poulet sont plus maigres que les cuisses ou les ailes. La peau quand elle est riche en graisses saturées et est souvent retirée pour des raisons diététiques. (Boudjema et al, 2019).

I.3.3 Qualité hygiénique

La qualité hygiénique de la viande de volaille est très importante pour garantir sa sécurité sanitaire et éviter les risques de contamination bactérienne et virale. Cette qualité repose sur plusieurs facteurs, allant des conditions de l'élevage à celles de la commercialisation et de la consommation.

I.3.3.1 les principaux aspects de la qualité hygiénique du poulet

1. Conditions d'élevage et d'alimentation : L'environnement d'élevage des poulets sont élevés doit être propre et aéré. L'alimentation doit être dépourvue de contaminants chimiques (pesticides, antibiotiques, métaux lourds) afin d'éviter toute contamination de la viande (Bessa et al., 2016).

Des pratiques comme l'évitement des résidus d'antibiotiques dans l'alimentation sont très importantes pour prévenir les risques d'antibiorésistance (antibiorésistance).

2. Abattage et transformation : Les conditions sanitaires lors de l'abattage des volailles sont déterminantes pour limiter la contamination. Un abattage qui respecte dans des conditions d'hygiène strictes, avec un matériel propre et des chaînes de froid efficaces, permet de minimiser le risque de prolifération bactérienne. Toute rupture dans la chaîne du froid, favorise la croissance de bactéries pathogènes comme Salmonella et Campylobacter (Laouni et al., 2019).

3. Contrôles microbiologiques : Les tests microbiologiques jouent un rôle essentiel dans l'évaluation de la qualité hygiénique de la viande. Les bactéries indicatrices telles que les coliformes fécaux, la Flore Aérobie Mésophile Totale (FAMT) et Salmonella sont régulièrement mesurées pour déterminer le niveau de contamination de la viande. Une viande de poulet de qualité doit respecter des seuils microbiologiques spécifiques, tels qu'une teneur en coliformes inférieure à 10^3 UFC/g et des niveaux de Salmonella ne devant pas dépasser 0,1 % (Codex Alimentarius, FAO).

4. Stockage et transport : Le stockage de la viande de poulet doit s'effectuer dans des conditions de réfrigération (entre 0°C et 4°C). Le transport de la viande doit également respecter ces températures afin d'éviter la croissance de micro-organismes. Une rupture de la chaîne du froid pendant le transport peut avoir de grave conséquence sur la qualité de la viande ainsi que sur la sécurité alimentaire.

5. Pratiques de vente : Dans les points de vente, la viande blanche doit être vendue dans les conditions de propreté et de fraîcheur exigés. Les conditions d'hygiène des surfaces de vente et des équipements utilisés pour manipuler la viande sont primordiales. Les manipulations par des vendeurs ne doivent pas entraîner de contamination croisée d'un aliment à un autre.

6. Conservation domestique : Enfin, une fois achetée, la viande de volaille doit être conservée dans des réfrigérateurs à des températures comprises entre 0 à 4 C si elle est destinée à une consommation rapide ou congelée si elle doit être consommée dans un délai plus long. L'utilisation d'emballages hermétiques et le respect des DLC (date limite de consommation) contribuent à préserver la qualité hygiénique de la viande.

I.3.3.2 Qualité microbiologique

La viande blanche est un substrat favorable au développement de micro-organismes pathogènes, pouvant produire des substances toxiques. En raison de ce risque d'altération et de la présence éventuelle de germes pathogènes, ce qui fait d'elle un produit fragile qui nécessite une surveillance rigoureuse (Mahrouf., 2004).

La qualité microbiologique du poulet est un aspect essentiel de la sécurité alimentaire, car elle détermine la salubrité de la viande destinée à la consommation humaine. Plusieurs facteurs influencent cette qualité, notamment les conditions d'élevage, d'abattage et de transformation. Une gestion appropriée à chaque étape est cruciale pour minimiser les risques associés à la consommation de poulet.

I.3.3.3 Méthodes d'évaluation microbiologique

1. Comptage des colonies : Cette méthode permet de quantifier les micro-organismes vivants présents sur la viande, en comptant les colonies formées après incubation (Boudjema et al, 2019).

2. Tests PCR : Les tests PCR permettent une détection rapide et précise de pathogènes spécifiques comme Salmonella et Campylobacter dans des échantillons de viande (Laouni et al., 2019).

3. Tests des coliformes fécaux : Ces tests sont utilisés pour évaluer les niveaux de contamination fécale dans la viande, c'est un indicateur indirect de l'hygiène dans le processus de production (Bessa et al., 2016).

4. Test d'oxygénation et de pH : La mesure du pH de la viande et des niveaux d'oxygénation peut aider à évaluer la dégradation microbiologique, car une diminution du pH peut être un indicateur d'une forte activité bactérienne (Boudjema et al, 2019).

5. Contrôles réglementaires : Des normes strictes ainsi que des tests réguliers de la viande sont imposés par des entités comme le Codex Alimentarius et des autorités sanitaires locales pour définir des limites de contamination acceptables dans la viande blanche afin de garantir qu'elle respecte les normes de sécurité sanitaire (Codex Alimentarius, FAO, 2020).

I.3.4 Qualité d'usage

Définition :

La qualité d'usage de la viande de poulet répond aux besoins des consommateurs en termes de caractéristiques fonctionnelles et de performance culinaire, englobant texture, goût, facilité de cuisson et maintien des propriétés après cuisson.

I.3.5 Qualité technologique

Définition :

La qualité technologique du poulet se réfère à l'ensemble des caractéristiques de la viande qui influencent sa transformation industrielle ou artisanale en produits finis, comme les charcuteries, les nuggets, ou les plats cuisinés. Ces propriétés technologiques sont déterminées par des facteurs biochimiques, physiques et structurels de la viande et affectent directement sa valeur commerciale et sa performance lors de la transformation (Benamar et al., 2020 ; FAO, 2021).

Partie II : Risques microbiens et toxi infections alimentaires collectives

II.1 Les sources de Contamination de la viande de volaille

II.1.1 les facteurs favorisant la contamination de la viande blanche

1. Contamination d'origine fécale

Lors de l'abattage, une rupture des intestins peut provoquer une libération de matière fécale contenant des agents pathogènes comme Salmonella et Campylobacter sur la carcasse du poulet entraînant ainsi sa contamination. (Philippe et al., 2015)

2. Contamination croisée dans l'environnement d'abattage

Le matériel de découpe, les chaînes de transport, les mains du personnel ou les surfaces mal désinfectées peuvent propager des micro-organismes d'une viande contaminée à un autre (Boudjellaba et al., 2020)

3. Contamination par l'eau de lavage :

L'eau utilisée pour la plumaison, le rinçage ou le refroidissement peut contenir des germes si elle est mal renouvelée ou recyclée sans traitement adapté. (Benamara et al., 2018)

4. Contamination par l'air ou les poussières :

Des particules en suspension, en particulier dans les unités de transformation mal ventilées, peuvent contenir des spores ou bactéries capables de contaminer les carcasses. (Meziani, 2017)

5. Contamination post-abattage durant le transport ou le stockage

Une mauvaise hygiène des caisses de transport ou des chambres froides, ainsi qu'un stockage à température non adaptées, augmente les risques de prolifération bactérienne. (Draou et al., 2016)

6. Conditions d'élevage inadéquates

Des pratiques d'élevage inappropriées telles que la surpopulation, une ventilation insuffisante, une litière humide et une alimentation contaminée risquent d'augmenter la charge microbienne chez les volailles, favorisant ainsi la contamination de la viande. (Boubendir, 2019)

7. Jeûne pré-abattage insuffisant

Un jeûne incorrect avant l'abattage peut causer une vidange incomplète du système digestif, augmentant le risque de rupture intestinale et de contamination des carcasses par les matières fécales. (Agence canadienne d'inspection des aliments, 2018)

8. Techniques d'éviscération défectueuse

Des erreurs lors de l'éviscération, comme les incisions incorrectes ou l'utilisation d'équipements mal réglés, peuvent causer la rupture des organes internes et la libération de contenu intestinal sur la viande. (Agence canadienne d'inspection des aliments, 2018)

9. Variabilité de la taille des volailles

Des différences de taille importante entre les volailles dans un même lot peuvent compliquer le réglage des équipements d'abattage, augmentant le risque de blessures et de contamination. (Agence canadienne d'inspection des aliments, 2018)

II.2 Altérations des viandes blanches

II.2.1 Définition des altérations alimentaires

Les altérations alimentaires sont des modifications indésirables qui affectent la qualité des aliments, les rendant impropres à la consommation, sans forcément les rendre toxiques (Ray et al., 2013).

Les types d'altérations alimentaires :

1. Altérations microbiologiques : dues à la prolifération des bactéries, levures ou moisissures qui entraînent des changements visuels ou organoleptiques (Jay et al., 2005).

2. Altérations chimiques : causées par des réactions comme l'oxydation des lipides (rancissement) ou la dégradation de certains composants sous l'effet de l'oxygène ou de la lumière (Toldrá, 2017).

3. Altérations enzymatiques : provoquées par des enzymes naturellement présentes dans l'aliment ou libérées par des micro-organismes, contribuant à la dégradation des protéines et des lipides (Guerrero-Legarreta, 2010).

4. Altérations physiques : causées par des conditions inappropriées de conservation (variations de température, humidité), entraînant le dessèchement ou la déformation de l'aliment (James & James, 2010).

II.3 Toxi-infections alimentaires collectives (TIAC)

II.3.1 Définition et types de TIAC

Une TIAC (Toxi-Infection Alimentaire Collective), c'est quand au moins deux personnes présentent les mêmes symptômes (généralement digestifs) après avoir consommés le même aliment contaminé. Ces derniers sont contaminés soit par micro-organismes pathogènes vivants (bactéries, virus, parasites), ou par des toxines produites par ces micro-organismes. (AFSSA, 2003 ; Ray et al., 2013). Concernant la viande blanche mondiale et algérienne

Elles constituent un problème de santé publique majeur, souvent liées à un manque d'hygiène, de conservation ou de cuisson (Jay et al., 2005).

Types de TIAC

TIAC d'origine bactérienne

Infection : ingestion de bactéries vivantes (ex. Salmonella, Campylobacter) (Ray et al., 2013).

Intoxication : ingestion de toxines produites dans l'aliment (ex. Staphylococcus aureus, Clostridium botulinum) (Jay et al., 2005).

Toxi-infection : ingestion de bactéries qui produisent des toxines dans l'intestin (ex. Clostridium perfringens, E. coli entérotoxigènes) (Toldrá et al., 2017).

II.3.2 Agents pathogènes responsables des TIAC

Les toxi-infections alimentaires collectives (TIAC) sont majoritairement causées par des bactéries pathogènes présentes dans les aliments d'origine animale, notamment la viande de volaille. Voici les plus fréquentes :

1. Salmonella spp.

Origine : viande de volaille, œufs, produits laitiers.

Symptômes : fièvre, diarrhée, crampes abdominales.

Survie : résistante à la dessiccation, mais détruite par la cuisson.

Source : contamination fécale ou croisée (Ray et al., 2013 ; Jay et al., 2005).

2. Campylobacter jejuni

Origine : intestin de volailles, lait cru.

Symptômes : diarrhée aiguë, douleurs abdominales, parfois complications neurologiques (syndrome de Guillain-Barré).

Transmission : mauvaise cuisson ou contamination croisée (Toldrá et al., 2017 ; EFSA, 2021).

4. Escherichia coli entérohémorragique (EHEC)

Origine : viande hachée crue ou mal cuite.

Symptômes : colite hémorragique, parfois syndrome hémolytique et urémique (SHU).

Gravité : peut être mortelle chez les enfants (Ray et al., 2013).

5. Listeria monocytogenes

Origine : produits réfrigérés, charcuteries, lait non pasteurisé.

Symptômes : fièvre, troubles digestifs, risque élevé chez femmes enceintes (fausses couches).

Capacité : se multiplie à basse température (James & James, 2010)

1. Clostridium perfringens :

Origine : aliments cuits refroidis lentement (viandes, sauces).

Symptômes : crampes abdominales, diarrhée.

Particularité : produit des spores résistants à la chaleur (Jay et al., 2005).

6. Staphylococcus aureus

Origine : contamination humaine (mains, nez).

Symptômes : vomissements, nausées rapides après ingestion.

Toxine : thermostable (non détruite à la cuisson) (Guerrero-Legarreta, 2010).

7. Clostridium botulinum

Origine : conserves mal stérilisées.

Symptômes : paralysie musculaire, peut entraîner la mort.

Gravité : urgence médicale (Ray et al., 2013).

II.3.2.1 Intoxication par la FAMT

La Flore Aérobie Mésophile Totale (FAMT) englobe tous les micro-organismes aérobies qui se développent à une température entre 30 °C et 37 °C. servant d'indicateurs de la qualité microbiologique globale d'un aliment (Jay et al., 2005).

ils ne représentent pas forcément de danger pour la santé , mais une concentration élevée traduit une anomalie lors de la conservation, un manque d'hygiène ou une rupture de la chaîne du froid, ce qui favorise la prolifération de bactéries pathogènes (Ray et al., 2013).

Risques pour la santé

Une charge microbienne élevée ($>10^6$ UFC/g) peut être la cause principale d'une altération rapide de la viande (odeurs, textures anormales), une toxi-infection indirecte, en créant un milieu qui favorise les microorganismes pathogènes comme Salmonella, Listeria ou Clostridium (Toldrá, 2017 ; James & James, 2010).

Facteurs favorisant la prolifération

Une Températures de conservation inadaptées (supérieures à 4 °C), une Manipulations non hygiénique ainsi que le contact avec des surfaces ou ustensiles souillés risque fortement de favoriser la multiplication des MO (microorganismes)(Guerrero-Legarreta, 2010).

II.3.2.2 Intoxication par les CF (coliformes fécaux)

Les coliformes fécaux sont des bactéries gram-négatives présentes dans l'intestin des animaux à sang chaud, dont l'humain. Leur présence dans un aliment traduit une contamination fécale récente et donc un risque microbiologique élevé (Jay et al, 2005).

Le principal coliforme fécal pathogène est Escherichia coli, notamment certaines souches entérohémorragiques comme E. coli O157:H7, responsables de TIAC graves (Ray & Bhunia, 2013).

Symptômes de l'infection

Les TIAC liées aux coliformes fécaux peuvent entraîner des diarrhées parfois sanglantes, douleurs abdominales sévères, fièvre, et dans certains cas, des complications graves comme le syndrome hémolytique et urémique (SHU), surtout chez les enfants (Toldrá, 2017).

Prévention

Respect strict des bonnes pratiques d'hygiène (BPH), Cuisson complète de la viande (≥ 70 °C à cœur), Séparation entre aliments crus et cuits (EFSA, 2021).

II.3.2.2.1 Caractéristiques des coliformes fécaux :

Tableau N°2 : Tableau représentatif des principales caractéristiques des coliformes fécaux

| Caractéristiques | Description |
|----------------------------------|---|
| Morphologie | Bacilles gram négatifs, non sporulés, mobiles ou immobiles |
| Température de croissance | 37 a 44,5 c fermentation du lactose a 44,5 °c = indicateur fécal) |
| Habitat | Intestin des humains et animaux a sang chaud (Toldrá, 2017) |
| Pathogénicité potentielle | Certaines souches pathogènes (E coli o157 ;H7) |
| Résistance | Résistants aux variations de PH et a certains désinfectants |
| Transmission alimentaire | Par contact avec des matières fécales, eau ou mains contaminées (Ray et al, 2013) |

II.3.2.2.2 Pathogénicité

La plupart des coliformes fécaux (comme Enterobacter, Klebsiella) sont non pathogènes en eux-mêmes, mais leur présence dans les aliments est un indicateur d'alerte pour une contamination fécale récente (Jay et al., 2005 ; Ray & Bhunia, 2013).

II.4 Contrôle de la qualité de la viande volaille

II.4.1 Contrôle sanitaire

Le contrôle sanitaire de la qualité de la viande de volaille a pour but de garantir que la viande est sûre pour la consommation et libre de contaminants microbiologiques ou chimiques. Ce contrôle s'effectue tout au long de la chaîne de production, depuis l'élevage des volailles jusqu'à leur consommation (EFSA, 2021).

II.4.1.1 Avant abattage

Avant l'abattage, le contrôle sanitaire se concentre sur :

Vérification de l'état sanitaire de l'animal :

Inspection physique pour détecter si l'animale présente des signes de maladies ou de blessures (Guerrero-Legarreta, 2010).

Contrôle des antécédents médicaux des animaux (traitements antibiotiques, vaccinations).

Contrôle de l'environnement d'élevage :

Vérification des conditions d'hygiène de l'élevage (propreté, gestion des déchets).

Surveillance de l'alimentation, de l'eau et des additifs alimentaires utilisés (Ray & Bhunia, 2013).

Chapitre II : Étude des huiles essentielles

Partie I : Généralités sur les plantes médicinales et les huiles essentielles

I.1. Les plantes médicinales : origine et intérêt

I.1.1. Définition

Les plantes médicinales englobent l'ensemble des espèces végétales qui ont des propriétés thérapeutiques. Utilisées depuis des milliers d'années, elles servent à traiter et à prévenir diverses maladies. Les principes actifs contenus dans ces plantes peuvent être efficaces contre des affections aussi variées que le rhume, la fièvre, les troubles digestifs, les infections bactériennes et virales, l'hypertension artérielle, le diabète, entre autres. Toutefois, il est important de souligner que certaines plantes peuvent être toxiques ou provoquer des effets indésirables. Par conséquent, leur utilisation devrait toujours être encadrée par des professionnels de la santé formés à cette pratique (Bousta et al., 2011).

La connaissance et l'utilisation des plantes médicinales remonte à l'Antiquité, où médecins et guérisseurs les utilisèrent pour soulager divers maux. Cette pratique a été transmise à travers les générations, enrichie par des observations et des expériences accumulées au fil du temps. Hippocrate, souvent considéré comme le père de la médecine moderne, a joué un rôle fondamental en différenciant les usages internes et externes des plantes médicinales, tout en établissant l'importance de la notion de dose. Aujourd'hui, la phytothérapie est reconnue comme une alternative naturelle et efficace pour traiter de nombreuses maladies (Colette Keller, 2004).

I.1.2. Activité biologique et composés phénoliques

.1. Chez les Végétaux

Les composés phénoliques sont essentiels pour la santé des plantes. Ils jouent plusieurs rôles importants :

- **Lignification** : Ils participent à la formation de la lignine, qui renforce les parois cellulaires des plantes.
- **Régulation de la Croissance** : Ces substances aident à contrôler la croissance et le développement des végétaux.
- **Interactions avec les Microorganismes** : Ils défendent les plantes contre les microorganismes symbiotiques et les pathogènes.
- **Réponses Environnementales** : Les composés phénoliques permettent aux plantes de réagir aux bactéries, aux champignons et aux rayons UV

De plus, ces composés influencent la qualité des fruits, légumes et tubercules, affectant des aspects comme la couleur, l'astringence, l'amertume et les qualités nutritionnelles. Lors de la transformation des produits végétaux, ils peuvent également causer des brunissements

enzymatiques, particulièrement dans les jus de fruits et les boissons fermentées (Fleuriet et al., 2005).

2. Chez les Humains

Chez les humains, les composés phénoliques jouent un rôle protecteur contre diverses maladies grâce à leurs propriétés antioxydants et leur interaction avec plusieurs enzymes. Les flavonoïdes, en particulier, ont de nombreux effets bénéfiques, tels que :

- **Veinotonie et Propriétés Antitumorales** : Ils aident à renforcer les veines et à combattre certains cancers.
- **Anti-inflammatoires et Analgésiques** : Ils réduisent l'inflammation et la douleur.
- **Antiallergiques et Antispasmodiques** : Ils aident à soulager les allergies et les spasmes musculaires.
- **Antibactériens et Hépatoprotecteurs** : Ces composés contribuent à la lutte contre les infections et protègent le foie.
- **Effets Estrogéniques** : Ils peuvent influencer l'activité hormonale.

Les flavonoïdes favorisent aussi la relaxation des vaisseaux sanguins et empêchent l'agglutination des plaquettes, ce qui rend le sang moins épais. Ils aident à limiter l'oxydation des lipides dans le sang et protègent ainsi les artères contre l'athérosclérose, réduisant le risque de formation de caillots (Fleuriet et al., 2005).

I.2. Les huiles essentielles : nature, propriétés et usages

I.2.1. Définition des huiles essentielles

La norme AFNOR NF T 75-006 apporte la définition de l'huile essentielle comme étant : « un produit obtenu à partir d'une matière première végétale, soit par entraînement à la vapeur d'eau, soit par hydro distillation. L'huile essentielle est séparée de la phase aqueuse par des procédés physiques.

L'AFSSPS : Agence française de sécurité sanitaire des produits de santé (2008), quand elle désigne les huiles essentielles comme étant : « Produit odorant, généralement de composition complexe, obtenu à partir d'une matière première végétale botaniquement définie, soit par entraînement à la vapeur d'eau, soit par distillation sèche, soit par un procédé mécanique approprié Sans chauffage. L'huile essentielle est le plus souvent séparée de la phase aqueuse par un procédé physique n'entraînant pas de changement significatif de sa composition ».

Et selon la norme **ISO 9235 :2014**, elle est définie comme « le produit obtenu à partir d'une matière première d'origine végétale, soit par entraînement à la vapeur, soit par des procédés mécaniques à partir de l'épicarpe des Citrus, soit par distillation sèche. L'huile essentielle est ensuite séparée de la phase aqueuse par des procédés physiques ».

I.2.2. Composition chimique des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont des mélanges naturels complexes composés de divers constituants chimiques. Ces derniers peuvent être classés en deux grands groupes, selon leurs origines biogénétiques : les terpénoïdes et les composés aromatiques (Pichersky et al., 2006).

a. Terpénoïdes

Les terpénoïdes sont des composés organiques volatils présents en grande quantité dans les huiles essentielles. Ils dérivent de précurseurs isoprénoïdes tels que le géranyl pyrophosphate et le farnésyl pyrophosphate, synthétisés par les plantes à partir de l'acétate et de l'isopentényle pyrophosphate. Voici quelques exemples de terpénoïdes présents dans les huiles essentielles :

- 1. Limonène** : Un monoterpène courant, présent dans les huiles essentielles de citron, d'orange, de mandarine et de pin.
- 2. 1,8-Cinéole** : Un oxyde de monoterpène trouvé dans les huiles essentielles d'eucalyptus, de romarin et de menthe poivrée.
- 3. Linalol** : Un monoterpène alcool que l'on trouve dans les huiles essentielles de lavande, de coriandre et de basilic.
- 4. α -pinène et β -pinène** : Des monoterpènes présents dans les huiles essentielles de pin, de cèdre et de sapin.
- 5. Germacrène-D** : Un sesquiterpène trouvé dans les huiles essentielles de gingembre et de patchouli.
- 6. Caryophyllène** : Un sesquiterpène présent dans les huiles essentielles de poivre noir, de clou de girofle et de cannelle (Bakkali et al., 2008).

b. Composés Aromatiques

Les huiles essentielles comprennent une variété de composés aromatiques, dont la composition peut varier selon la plante, la partie utilisée, le lieu de culture et la méthode d'extraction. Voici quelques exemples courants :

- 1. Monoterpènes** : Comprennent des molécules comme le limonène, le pinène et le myrcène, que l'on trouve dans les huiles essentielles d'agrumes, de pin et de genévrier.
- 2. Sesquiterpènes** : Incluent des molécules comme le caryophyllène, le farnésène et l'humulène, présents dans les huiles essentielles de poivre noir, de cannelle et de gingembre.
- 3. Phénols** : Comprennent des molécules telles que le carvacrol, le thymol et l'eugénol, que l'on retrouve dans les huiles essentielles d'origan, de thym et de clou de girofle.
- 4. Aldéhydes** : Comprennent des molécules comme le citral, le cinnamaldéhyde et le benzaldéhyde, présents dans les huiles essentielles de citronnelle, de cannelle et d'amande amère.

5. Cétones : Incluent des molécules comme le camphre, la menthone et la carvone, que l'on trouve dans les huiles essentielles de menthe, de romarin et de carvi.

Les composés aromatiques des huiles essentielles peuvent offrir des propriétés médicinales intéressantes, notamment des effets antimicrobiens, anti-inflammatoires et antioxydants. Cependant, il est essentiel de prendre des précautions lors de leur utilisation, car ces huiles peuvent être très puissantes et provoquer des réactions allergiques ou d'autres effets indésirables si elles ne sont pas utilisées correctement (Bakkali et al., 2008).

I.2.3. Caractéristiques des huiles essentielles

Les huiles essentielles présentent diverses caractéristiques qui dépendent des plantes sources et des techniques d'extraction utilisées. Voici les principales :

1. Composition Chimique : Chaque huile essentielle est un mélange de molécules variées, comprenant des terpènes, des phénols, des alcools, des aldéhydes et des cétones. Cette diversité chimique joue un rôle crucial dans leurs propriétés thérapeutiques et leur parfum.

2. Odeur : Les huiles essentielles dégagent des arômes uniques qui peuvent être décrits comme boisés, épicés, floraux, herbacés, ou encore d'agrumes. Ces senteurs résultent de leur composition chimique spécifique.

3. Couleur : La palette de couleurs des huiles essentielles est vaste, allant de l'incolore au jaune, vert, bleu, brun, rouge, et même noir.

4. Densité : La densité varie d'une huile essentielle à l'autre, certaines étant plus légères que l'eau, tandis que d'autres sont plus lourdes.

5. Point d'Ébullition : Chaque huile essentielle a un point d'ébullition qui lui est propre, influençant ainsi son utilisation en aromathérapie et en parfumerie.

6. Pouvoir Rotatoire : Certaines huiles ont la capacité de faire tourner le plan de polarisation de la lumière, un phénomène connu sous le nom de pouvoir rotatoire.

7. Indice de Réfraction : Cet indice mesure la façon dont la lumière se propage dans l'huile essentielle, un outil précieux pour son identification et sa caractérisation (Bakkali et al., 2008).

I.2.4. Principales utilisations des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont employées dans de nombreuses applications thérapeutiques, cosmétiques et culinaires. Voici un aperçu des principales utilisations des huiles essentielles :

1. Aromathérapie

Les huiles essentielles sont couramment utilisées en aromathérapie pour leurs propriétés thérapeutiques. Elles peuvent aider à soulager :

Stress, Anxiété, Maux de tête, Douleurs musculaires et articulaires, Problèmes de sommeil ainsi que les problèmes respiratoires

2. Soins de la Peau

Ces huiles sont souvent intégrées dans des produits cosmétiques pour leurs bienfaits cutanés. Elles peuvent être ajoutées à :

Lotions, Crèmes, Savons et les shampoings

Les huiles essentielles aident aussi à améliorer la texture de la peau, réduire l'acné et apaiser les irritations.

3. Parfumerie

Les huiles essentielles sont largement utilisées en parfumerie pour leur parfum distinct et leur longévité. Elles servent à créer :

Parfums, Eaux de toilette, Huiles de massage et autres produits parfumés

4. Cuisine

En cuisine, les huiles essentielles ajoutent saveur et arôme aux plats. Elles peuvent être utilisées pour aromatiser :

Desserts, Boissons, Marinades, Sauces et les plats principaux

5. Entretien Ménager

Les huiles essentielles sont également utilisées pour fabriquer des produits de nettoyage naturels. Elles peuvent être incorporées dans :

Sprays nettoyants, Détergents, Désodorisants ainsi que les produits d'entretien pour la maison

I.2.5. Effets immunitaires des huiles essentielles

En plus de leurs propriétés antibactériennes, certaines huiles essentielles stimulent également le système immunitaire, participant ainsi à la lutte contre les infections.

Études Cliniques

Plusieurs études ont été menées pour évaluer l'efficacité antibactérienne des huiles essentielles :

- Huile Essentielle de Tea Tree : Une étude a révélé son efficacité contre plusieurs souches, notamment *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, et *Escherichia coli*.
- Huile Essentielle d'Origan : Une autre étude a démontré son activité contre des souches telles que *Salmonella enterica* (Carson et al., 2006).

I.2.6. Activités antibactériennes des huiles essentielles (application sur viandes blanches) :

L'huile essentielle de girofle a démontré une inhibition significative de bactéries responsables de la détérioration des viandes blanches comme *Salmonella* Infantis, *Escherichia coli* et *Pseudomonas aeruginosa* (Bouguedoura et al., 2020 ; Touahria et al., 2019).

Partie II : Étude comparative de deux huiles essentielles : Laurier noble et Girofle**II.1. Huile essentielle de Laurier noble (*Laurus nobilis*)****II.1.1. Présentation générale****Définition**

L'huile essentielle de laurier noble est obtenue par hydrodistillation des feuilles de *Laurus nobilis*. Elle est reconnue pour ses propriétés antimicrobiennes, notamment contre certaines souches bactériennes pathogènes (Tahraoui et al., 2020).

Description botanique

Nom scientifique : *Laurus nobilis*

Famille : Lauraceae

Origine : Bassin méditerranéen

Habitat : Régions subtropicales et tempérées (Ouled Taarabt et al.2017).

Caractéristiques morphologiques

Taille : Arbuste ou arbre de 2 à 10 mètres de hauteur, à croissance lente (Salhi et al., 2013).

Tronc : Droit, ramifié dès la base, avec une écorce noire à gris foncé et lisse.

Feuilles : Persistantes, elliptiques, pointues, coriaces, vert brillant sur le dessus, plus pâles en dessous.

Fleurs : Petites, jaune-vert, regroupées en grappes à l'aisselle des feuilles.

Fruits : Drupes noires à maturité (Ouled Taarabt et al., 2017).



Figure N°1 : Photo représentative de la plante *Laurus nobilis*

II.1.2. Classification taxonomique.

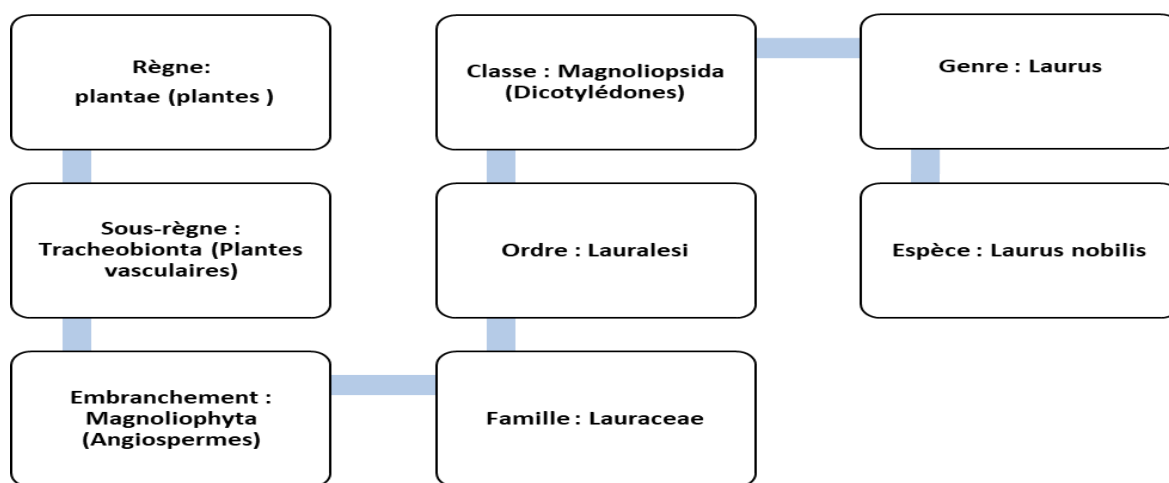


Figure N° 2 : La classification botanique de la plante *Laurus nobilis*

II.1.3. Répartition géographique mondiale

Répartition géographique de *Laurus nobilis* (Laurier noble) :

Originaire de la région méditerranéenne, particulièrement du sud de l'Europe (Grèce, Italie, Espagne) et du nord de l'Afrique.

Il est aussi cultivé en Asie mineure et en Amérique du Nord pour des usages culinaires, ornementaux ou médicinaux (Ouled Taarabt et al., 2017 ; Salhi et al., 2013).

II.1.3.1. Répartition en Algérie

Le laurier noble est spontané et largement répandu dans les régions nord de l'Algérie, en particulier dans les zones :

Telliennes (Kabylie, Constantine, Tizi-Ouzou, Bejaïa) , Atlas blidéen , Chaînes côtières humides et subhumides

Il pousse dans les forêts méditerranéennes, souvent associé au chêne-liège et au pin d'Alep (Salhi et al., 2013 ; Tahraoui et al., 2020).

Zones principales :

Wilaya de Tizi-Ouzou

Wilaya de Bejaïa

Wilaya de Jijel

Wilaya de Skikda

Wilaya de Bouira

II.1.4. Habitat naturel *Laurus nobilis* (Laurier noble) :

Préfère les zones tempérées à subtropicales, à climat méditerranéen doux et humide en hiver.

Il pousse souvent en forêts claires, maquis, bords de rivières ou de collines, jusqu'à 800 m d'altitude (Tahraoui et al., 2020).

II.1.5. Caractéristiques organoleptiques

Couleur : Jaune clair.

Odeur : Cinéolée, menthée et camphrée.

Apparence : Liquide mobile limpide (Ouled Taarabt et al., 2017).

II.1.6.1. Activité antibactérienne

Des tests in vitro ont montré que l'huile essentielle de laurier inhibe des souches telles que *Staphylococcus aureus* et *Bacillus subtilis*, ce qui la rend efficace pour prolonger la durée de conservation des viandes blanches (Hachemi et al., 2022 ; Kherfi et al., 2023).

II.1.6.2. Activité antioxydante

L'huile essentielle de Laurier noble contient des composés comme le 1,8-cinéole, l'eugénol et l'acétate de terpényle qui agissent comme piègeurs de radicaux libres, montrant une forte capacité antioxydante (Benhammou et al., 2009 ; Tohamy et al., 2022).

II.1.6.3. Activité anti-inflammatoire

Selon Ben Farhat et al. (2013), les extraits de *Laurus nobilis* ont montré une réduction significative de l'œdème dans les modèles d'inflammation animale, attribuée à la présence de 1,8-cinéole et d'eugénol.

II.2. Huile essentielle de Girofle (*Syzygium aromaticum*)

II.2.1. Présentation générale

II.2.2. Définition

L'huile essentielle de girofle est extraite par hydro distillation des boutons floraux séchés du girofler (*Syzygium aromaticum*). Elle est riche en eugénol, un composé aux propriétés antiseptiques et analgésiques (Kouaci et al., 2020).

II.2.3. Description botanique

Nom scientifique : *Syzygium aromaticum*

Famille : Myrtaceae

Origine : Îles Moluques, Indonésie

Habitat : Régions tropicales (Kouaci et al., 2020).



Figure N°3 : photo représentative de la plante *Syzygium aromaticum*

II.2.3.1. Caractéristiques morphologiques

Taille : Arbre de 10 à 20 mètres de hauteur.

Feuilles : Ovale, opposées, à bord lisse, vert foncé, luisantes.

Fleurs : Groupées en cymes, boutons floraux rouges utilisés pour l'extraction de l'huile.

Fruits : Petits, en forme de drupe (Kouaci et al., 2020).

II.2.3.2. Classification taxonomique

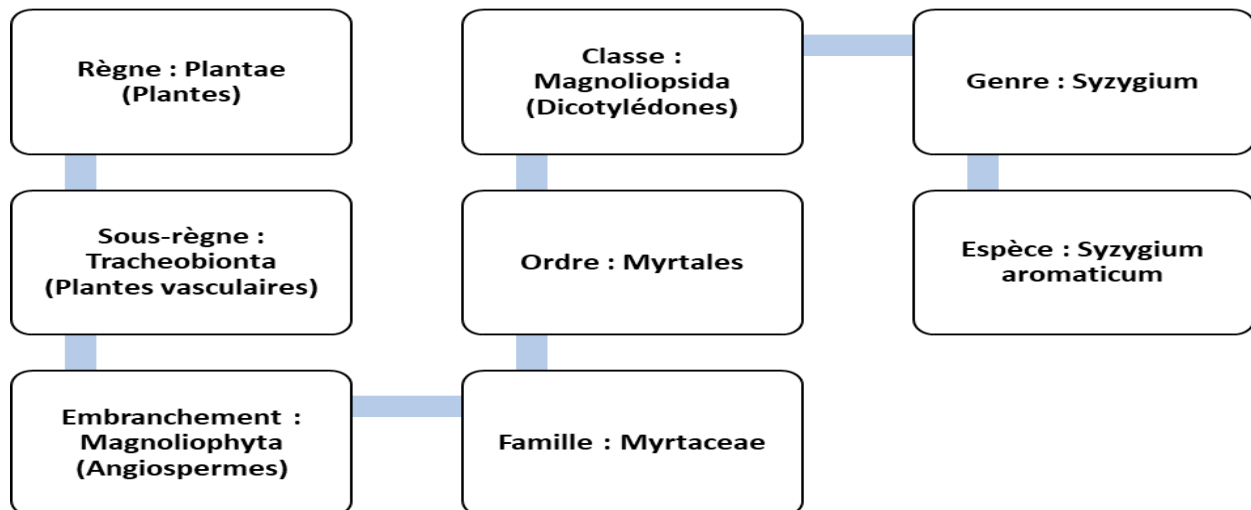


Figure N°4 : La classification botanique de la plante Girofle (*Syzygium aromaticum*)

II.2.4. Répartition géographique

II.2.4.1. Habitat naturel

Le giroflier exige un climat chaud et humide tropical. Il se développe bien dans les régions littorales, riches en humus, bien drainées, avec une pluviométrie abondante (plus de 1500 mm/an).

Sensible au gel, il nécessite des températures constantes entre 20 et 30 °C (Kouaci et al., 2020).

II.2.4.2. Répartition en Algérie

Le giroflier n'est pas une plante indigène en Algérie. Il ne pousse pas à l'état spontané. Cependant, il est parfois cultivé à très petite échelle dans des serres ou jardins botaniques, notamment pour des fins de recherche ou ornementales, dans :

El Harrach (Institut National Agronomique)

Blida (expérimentations horticoles)

Il ne s'adapte pas facilement au climat algérien, en dehors des zones très humides du nord.

II.2.5. Caractéristiques organoleptiques

Couleur : Marron.

Odeur : Forte, caractéristique du clou de girofle.

Apparence : Liquide mobile (Kouaci et al., 2020).

II.2.6. Activités biologiques de l'huile essentielle de girofle

L'huile essentielle de girofle (*Syzygium aromaticum*), très riche en eugénol, est reconnue pour ses propriétés biologiques remarquables. Elle est largement utilisée pour ses effets antibactériens, antioxydants et anti-inflammatoires, ce qui la rend précieuse dans les domaines pharmaceutique, cosmétique et agroalimentaire (Chaib et al., 2007)

II.2.6.1. Activité antibactérienne

L'huile essentielle de girofle a démontré une inhibition significative de bactéries responsables de la détérioration des viandes blanches comme *Salmonella Infantis*, *Escherichia coli* et *Pseudomonas aeruginosa* (Bouguedoura et al., 2020 ; Touahria et al., 2019).

II.2.6.2. Activité antioxydante

Riche en eugénol (70–85 %), l'huile essentielle de clou de girofle est reconnue pour sa forte activité antioxydante, supérieure à celle de plusieurs antioxydants synthétiques (Chaieb et al., 2007 ; Gülçin et al., 2012).

II.2.6.3. Activité anti-inflammatoire

D'après Daniel et al. (2009), l'eugénol inhibe la synthèse des prostaglandines et réduit les médiateurs inflammatoires, conférant à l'huile essentielle de girofle des propriétés anti-inflammatoires notables.

II.2.7. Application de l'huile essentielle de girofle sur la viande blanche

L'huile essentielle de girofle a démontré une inhibition significative de bactéries responsables de la détérioration des viandes blanches comme *Salmonella Infantis*, *Escherichia coli* et *Pseudomonas aeruginosa* (Bouguedoura et al., 2020 ; Touahria et al., 2019).

Chapitre III : Matériels et méthodes

Chapitre III : Matériel et méthode :**L'objectif :**

L'objectif de cette étude est d'évaluer l'impact des huiles essentielles de laurier à 0,7 % et de girofle à 0,5 % sur la qualité microbiologique des viandes blanches, en particulier sur la réduction des coliformes fécaux et de la flore aérobie mésophile. Nous visons à prolonger la conservation de la viande blanche durant son stockage au froid (2 ± 1 °C). et ceci en analysant leur efficacité contre les germes de contamination.

2.1. Matériel de laboratoire**2. Matériel et méthodes utilisés (voir l'annexe)****Période de l'étude :**

L'étude a été faite sur une période de 2 mois dès le début de la préparation et étude de terrain et 10 jours de travail de laboratoire, avec des échantillons de poulet prélevés d'une boucherie située à El Wiam, dans la commune de Laghouat. Les analyses ont eu lieu dans le laboratoire du département des sciences vétérinaires de l'Université Ammar Telidji de Laghouat. Les échantillons ont été évalués aux jours 0, 3, 6 et 9 afin d'observer l'évolution de la contamination bactérienne et d'évaluer l'impact des huiles essentielles sur la qualité microbiologique du poulet.

Echantillonnage :

Les analyses ont été réalisées sur un total de 36 échantillons, répartis en trois lots, avec trois échantillons prélevés par lot. Chaque jour, 9 échantillons ont été collectés, totalisant 36 échantillons (morceau de poulet) sur une période de 4 jours. Chaque échantillon de poulet pesait 10 g.

Lors de l'achat du poulet, les échantillons ont été immédiatement placés dans une Enceinte isothermique (glacière) pour assurer leur transport en toute sécurité jusqu'au laboratoire des sciences vétérinaires de Laghouat. Cette méthode de prélèvement et de transport a été mise en place pour garantir la qualité et l'intégrité des échantillons pour les analyses ultérieures.

Préparation des échantillons, de la solution mère et des dilutions décimales :

Pour chaque échantillon de 10 g de viande, les morceaux ont été découpés en petits morceaux en respectant les règles d'asepsie. Cette étape cruciale a été réalisée à l'aide d'instruments stériles pour éviter toute contamination.

Les morceaux de viande ont ensuite été pesés aseptiquement à l'aide d'une balance, puis introduits dans un flacon stérile contenant 90 ml d'eau physiologique stérile (autoclavé au paravent) . La suspension a été homogénéisée par agitation avec un vortex pendant 1 à 2 minutes.

Après cette préparation, la suspension a été laissée à température ambiante pendant 15 minutes avant de procéder aux dilutions décimales et à l'ensemencement des milieux.

Une série de dilutions a été effectuée jusqu'à la dilution 10^{-6} , conformément à la norme NF EN ISO 6887-1 (1999). À l'aide d'une pipette automatique, 1 ml de la solution mère a été prélevé et introduit dans un tube à essai contenant 9 ml d'eau physiologique stérile, créant ainsi la dilution 10^{-2} . Cette procédure a été répétée jusqu'à obtenir la dilution 10^{-6} .

2.2 Milieux de culture et diluants :

Eau physiologique :

L'eau physiologique à 8,5 % est un diluant isotonique essentiel pour les dilutions et la préparation de suspensions microbiennes. Composée d'eau distillée et de chlorure de sodium (NaCl) à 8,5 g pour 1000 ml (8,5 g/l), elle maintient l'intégrité et la viabilité des microorganismes (Hartog Jacob Hamburger, 1882). Son caractère isotonique prévient le stress osmotique, assurant ainsi la survie des cellules. Cette solution est donc cruciale pour obtenir des résultats fiables dans les analyses microbiologiques.

Milieu PCA :

La gélose PCA (Plate Count Agar) est un milieu de culture utilisé pour le dénombrement des bactéries hétérotrophes, y compris la flore aérobie mésophile totale (FAMT) dans des échantillons de poulet. La FAMT joue un rôle essentiel en indiquant la qualité microbiologique du poulet, car une augmentation de sa population peut signaler une contamination et un risque potentiel pour la sécurité alimentaire. L'utilisation de la gélose PCA permet ainsi d'évaluer la propreté et la fraîcheur des produits avicoles. ISO 4833:2003 Cette norme spécifie une méthode horizontale pour le dénombrement des micro-organismes par comptage des colonies obtenues en milieu solide après incubation en aérobiose à 30 °C



Figure N°5 : Milieu PCA (Plate Count Agar) (Photo originale, 2025).

Milieu desoxycholate :

La gélose desoxycholate est un milieu de culture sélectif utilisé pour le dénombrement des coliformes fécaux dans des échantillons de poulet. Ce milieu favorise la croissance des bactéries coliformes tout en inhibant d'autres microorganismes, permettant ainsi d'évaluer la contamination fécale. La détection d'une population élevée de coliformes fécaux indique un potentiel risque pour la sécurité alimentaire et la qualité microbiologique du poulet.

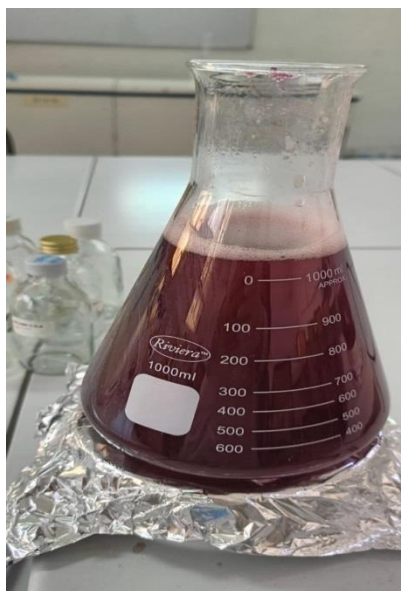


Figure N° 6 : Milieu desoxycholate (Photo originale, 2025).

2.3 Préparation des Émulsions d'Huiles de Laurier et de Girofle

Les huiles essentielles de laurier et de girofle ont été utilisées sous forme d'émulsions pour traiter des morceaux de viande.

Pour l'émulsion d'huile de laurier, commencer par mesurer 1 litre d'eau distillée dans un récipient. Ajouter 5 ml d'huile essentielle de laurier et 5 ml de Tween 20, qui servira d'émulsifiant. Mélanger le tout à l'aide d'un bras mixeur jusqu'à obtenir une émulsion homogène. Immerger ensuite 3 morceaux de viande (H1) dans cette émulsion chaque jour, pendant 4 jours (jours 0, 3, 6 et 9), totalisant ainsi 12 morceaux.

Pour l'émulsion d'huile de girofle, procéder de la même manière, en mesurant 1 litre d'eau distillée. Ajouter 7 ml d'huile essentielle de girofle et 7 ml de Tween 20, puis mélanger avec le bras mixeur. Immerger 12 morceaux de viande (H2) dans cette émulsion pendant quelques minutes.



Figure N°7 : Préparation des Émulsions d'Huiles de Laurier et de Girofle (Photo originale, 2025).

Après immersion, retirer les morceaux de viande et les placer sur du papier absorbant pour les sécher pendant quelques minutes. Ensuite, les déposer dans des barquettes stérilisées avec de l'éthanol, en veillant à séparer chaque lot selon les jours.

Enfin, un lot témoin sera constitué de morceaux de viande ne recevant aucun traitement avec les huiles essentielles, afin de servir de référence pour l'évaluation des résultats.

2.4 Étiquetage et Stockage des Barquettes

Après avoir placé les morceaux de viande dans les barquettes stérilisées, chaque barquette sera étiquetée de la manière suivante : J0 ,J3, J6 ,J9 et emballée dans de la cellophane transparente. Il est important de percer des trous dans la cellophane pour permettre une circulation d'air. Les barquettes ainsi préparées seront ensuite placées dans le réfrigérateur pour assurer leur conservation jusqu'à l'analyse.



Figure N°8 : Étiquetage des Barquettes (Photo originale, 2025).

2.5 Dénombrement des germes

L'analyse consiste à utiliser le milieu PCA et le milieu desoxycolate pour la recherche des bactéries de la flore aérobie mésophile totale (FAMT) et des coliformes fécaux, afin d'évaluer la variation des populations bactériennes avec et sans l'ajout d'huiles essentielles. L'objectif est de déterminer l'impact des huiles essentielles sur la qualité microbiologique du poulet et de mesurer leur efficacité potentielle dans la réduction de la contamination microbienne.

Tableau N°3 : Flores recherchées, milieux de culture utilisés et temps d'incubation.

| Germes recherchés | Milieux de culture | T d'incubation | Temps d'incubation |
|-------------------|--------------------|----------------|--------------------|
| FAMT | PCA | 30 °C | 24h |
| Coliformes fécaux | Desoxycolate | 44 °C | 48h |

2.5.1 Dénombrement de la flore mésophile aérobie totale FMAT

La flore aérobie mésophile totale désigne l'ensemble des micro-organismes (principalement des bactéries) capables de croître en présence d'oxygène à des températures modérées, généralement entre 20 °C et 45 °C. Elle est souvent utilisée comme indicateur de la qualité microbiologique des aliments, car sa présence peut refléter des conditions de manipulation et de conservation, ainsi que le niveau de contamination d'un produit.

Pour le dénombrement de la flore aérobie mésophile totale dans le poulet, chaque lot (témoin, H1 et H2) contiendra 3 tubes à essai pour les dilutions, allant de 10^{-2} à 10^{-6} . À l'aide d'une micropipette, il faudra prélever 0,1 ml de chaque dilution et ensemercer en surface chaque échantillon sur une boîte de Pétri correspondante pour chaque tube. Les boîtes de Pétri seront ensuite incubées à la température et pendant la durée requises pour la croissance des bactéries.

2.5.2 Protocole d'Analyse pour le Dénombrement de la Flore Aérobie Mésophile Totale

1. Préparation de la Gélose : La gélose PCA est coulée dans des boîtes de Pétri.

2. Transfert de l'Inoculum: À l'aide d'une pipette stérile, prélever 0,1 ml de la dilution et transférer sur la surface d'une plaque de gélose chaque (échantillon doit avoir une boite petrie independante).

3. Étalement de l'Inoculum : L'inoculum est étalé soigneusement le plus rapidement possible à la surface de la gélose.

4. Incubation et étiquetage : Les boîtes sont étiquetées et incubées, couvercle en place, dans une étuve à 30 °C pendant 24 heures.

Après incubation, les colonies peuvent être comptées pour évaluer la flore aérobie mésophile totale présente dans l'échantillon.

5. Lecture : Lors de la lecture faite après 24h, on prend en considération uniquement les boîtes contenant entre 30 et 300 colonies (ISO 4833 :2003) . Ces derniers se présentent avec une couleur blanche sous une forme lenticulaire avec des bords bien définis



Figure N°9 : Aspect des colonies de FAMT (Photo originale, 2025).

2.5.3 Dénombrement des coliformes fécaux

Les coliformes fécaux sont un groupe de bactéries souvent présentes dans l'intestin des animaux à sang chaud. Leur détection dans les aliments ou l'eau est utilisée comme indicateur de contamination fécale, ce qui peut signaler un risque pour la santé publique en raison de la présence potentielle d'agents pathogènes.

Pour le dénombrement des coliformes fécaux dans le poulet, chaque lot (témoin, H1 et H2) contiendra 3 tubes à essai pour les dilutions, allant de 10^{-2} à 10^{-6} . Voici la procédure :

Chaque lot comportera 3 tubes à essai contenant les dilutions de 10^{-2} à 10^{-6} . À l'aide d'une micropipette de 1 ml, prélevez 1 ml de chaque dilution et ensemencez en masse chaque échantillon dans une boîte de Pétri contenant le milieu désoxycolate correspondant pour chaque tube. Les boîtes de Pétri seront ensuite incubées à la température et pendant la durée requise pour la croissance des coliformes fécaux.

2.5.4 Protocole d'Analyse pour le Dénombrement des Coliformes Fécaux

1. Préparation des Tubes : Préparer des tubes à essai des dilutions de 10^{-2} à 10^{-6} .
2. Transfert de l'Inoculum : À l'aide d'une micro pipette de 1 ml, prélever 1 ml de chaque dilution (10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6}) et verser l'inoculum directement dans des boîtes de Pétris.
3. Ajout du Milieu : Verser le milieu désoxycolate à 45 °C sur l'inoculum dans la boîte.
4. Étalement de l'Inoculum : Effectuer des mouvements en 8 sur la paillasse avec la boîte pour bien étaler l'inoculum en masse.
5. Incubation : Incuber la boîte de Pétri à 45 °C pendant 48 heures.

2.6 Lecture des Colonies

Après incubation, les colonies de coliformes fécaux apparaîtront avec une forme convexe et une coloration rouge avec un centre noir. Cette coloration indique la fermentation du lactose et la production d'acide, ce qui est caractéristique des coliformes fécaux.

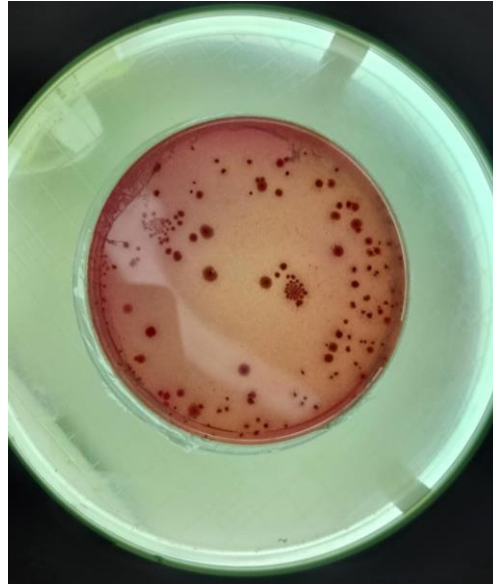


Figure N°10 : Aspect des colonies de coliformes fécaux (Photo originale, 2025).

2.7 Expression des résultats

On estime en général qu'il est nécessaire de compter les colonies sur au moins une boîte contenant au minimum 30 colonies maximum 300 colonies (ISO 4833 :2003) .

Calculer le nombre N de microorganismes présents dans l'échantillon pour essai, en tant que moyenne pondérée à partir de deux dilutions successives, à l'aide de la formule (ISO 4833-1 :2013) :

$$N = \frac{\sum C}{V(n1 + 0.1 n2) d}$$

Où :

- $\sum C$: est la somme des colonies comptées sur toutes les boîtes retenues de deux dilutions successives et dont au moins une contient 15 colonies ;
- V : est le volume de l'inoculum appliqué à chaque boîte, en millilitres ;
- n1 : est le nombre des boîtes retenues à la première dilution ;
- n2 : est le nombre des boîtes retenues à la seconde dilution ;
- d : est le taux de dilution correspondant à la première dilution retenue.

Arrondir les résultats calculés à deux chiffres significatifs. Pour cela, si le dernier chiffre est inférieur à 5, le chiffre précédant n'est pas modifié ; si le dernier chiffre est

supérieur ou égal à 5, le chiffre précédant et augmenté d'une unité. Procéder de proche en proche jusqu'à ce que l'on ait deux chiffres significatifs.

Retenir comme résultat le nombre de microorganismes par millilitre (produits liquides) ou par gramme (autres produits), exprimé par un nombre compris entre 1,0 et 9,9 multiplié par la puissance appropriée de 10.

2. Analyses statistiques

Les résultats ont été présentés sous forme de moyenne \pm écart-type (SD), ils sont convertis en Log décimal pour normaliser la distribution. Le logiciel XLSTAT a été utilisé pour effectuer une analyse statistique des résultats. Une analyse de variance unidirectionnelle (ANOVA) a été utilisée selon les tests de comparaison multiple de Duncan pour déterminer les différences significatives entre les traitements, à un niveau de signification de 5 %.

Chapitre VI : Résultats et discussion

Résultat d'analyses bactériologique

Les résultats du dénombrement des coliformes thermo tolérants et de la flore aérobie mésophile totale (FAMT) dans la viande de volaille traitée avec différentes concentrations d'huiles essentielles de clou de girofle (*Syzygium aromaticum*) 0,7 % et de laurier (*Laurus nobilis*) 0,5 % sont présentés dans les tableaux les tableaux 4 et 5.

Dénombrement des Coliformes thermo tolérants

Dans la présente étude, les colonies de Coliformes thermo tolérants dénombrées sur milieu Gélose Désoxycholate se sont manifestées par l'apparition des colonies rouges avec centre noir, et de taille moyenne

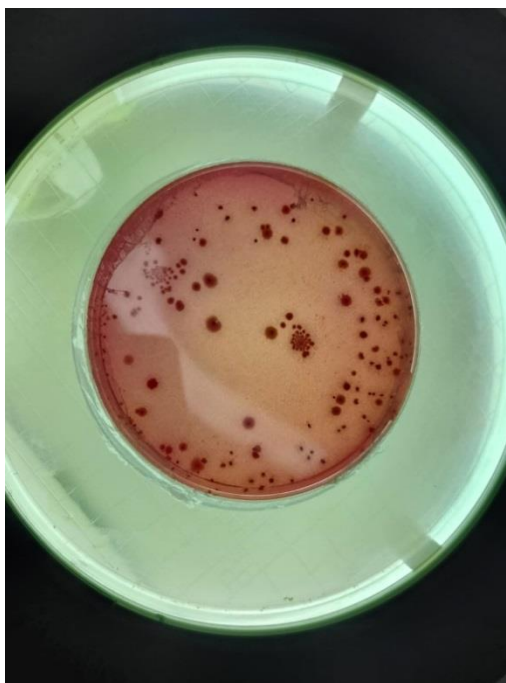


Figure N°11 : Aspect des coliformes thermos tolérants sur milieu desoxycholate (Photo originale ,2025).

Le tableau N montre l'activité antimicrobienne des huiles essentielles de girofle (*Syzygium aromaticum*) 0,7 % et laurier (*Laurus nobilis*) 0,5 % sur les coliformes thermotolérants dans la viande de volaille conservé pendent 10 jours a une température de 2 ± 1 °C

Tableau N°4 : Effet des huiles essentielles de laurier et de girofle sur la charge en coliformes thermotolérants dans les viandes de volaille stockées au froid pendant 10 jours

| Groupes | | | J0 | | J3 | | J6 | | J9 | |
|----------------------|----------------------------|----|----------------------------|---|----------------------------|--|----------------------------|---|----------------------------|--|
| | | | Moyenne ± Ecart-type | | Moyenne ± Ecart-type | | Moyenne ± Ecart-type | | Moyenne ± Ecart-type | |
| Lot témoin | UFC/g | N1 | 3,6X10 ⁶ | 3,8X10 ⁶ ± 1,67x10 ⁵ | 4,2X10 ⁶ | 3,8X10 ⁶ ± 2,05X10 ⁶ | 2,7X10 ⁷ | 2,3X10 ⁷ ± 2,8X10 ⁶ | 6,25X10 ⁶ | 7,7X10 ⁷ ± 3,6X10 ⁷ |
| | | N2 | 4,0X10 ⁶ | | 2,8X10 ⁶ | | 2,1X10 ⁷ | | 1,8X10 ⁸ | |
| | | N3 | 3,8X10 ⁶ | | 4,4X10 ⁶ | | 2,0X10 ⁷ | | 4,2X10 ⁷ | |
| | Log ₁₀ UFC/g | N1 | 6,55 | 5,7 ± 0,3 ^b | 6,6 | 6,58 ± 0,4 ^a | 7,4 | 7,3 ± 0,6 ^b | 6,8 | 7,5 ± 0,8 ^a |
| | | N2 | 6,60 | | 6,4 | | 7,33 | | 8,2 | |
| | | N3 | 6,57 | | 6,7 | | 7,32 | | 7,6 | |
| Lot traité huile1 | UFC/g | N1 | 3,1X10 ⁵ | 2,3X10 ⁵ ± 1,14X10 ⁴ | 1,8X10 ⁶ | 7,9X10 ⁵ ± 2,4X10 ⁵ | 2,05X10 ⁶ | 8,6X10 ⁵ ± 2,4X10 ⁵ | 3X10 ⁶ | 3,3X10 ⁷ ± 2,9X10 ⁶ |
| | | N2 | 2,2X10 ⁵ | | 3,08X10 ⁶ | | 2,9X10 ⁶ | | 2,8X10 ⁷ | |
| | | N3 | 1,7X10 ⁵ | | 2,8X10 ⁶ | | 2,3X10 ⁶ | | 4,15X10 ⁶ | |
| | Log ₁₀ UFC/g | N1 | 5,5 | 5,3 ± 0,04 ^a | 6,2 | 5,6 ± 0,06 ^a | 6,3 | 5,7 ± 0,07 ^a | 6,47 | 6,51 ± 0,1 ^a |
| | | N2 | 5,3 | | 5,4 | | 5,1 | | 6,64 | |
| | | N3 | 5,2 | | 5,3 | | 5,3 | | 6,61 | |
| Lot traité huile2 | UFC/g | N1 | 2,5X10 ⁶ | 2,01X10 ⁵ ± 1,06X10 ⁵ | 2,9X10 ⁶ | 1,2X10 ⁶ ± 1,2X10 ⁶ | 3,1X10 ⁷ | 2,0X10 ⁶ ± 1,2X10 ⁶ | 1,1X10 ⁸ | 2,4X10 ⁷ ± 1,03X10 ⁶ |
| | | N2 | 3,3X10 ⁵ | | 3,9X10 ⁵ | | 2,4X10 ⁶ | | 4,3X10 ⁷ | |
| | | N3 | 2,02X10 ⁵ | | 2,5X10 ⁶ | | 3,5X10 ⁶ | | 7,7X10 ⁶ | |
| | Log ₁₀ UFC/g | N1 | 6,4 | 5,7 ± 0,1 ^a | 6,4 | 5,8 ± 0,2 ^a | 6,5 | 6,15 ± 0,4 ^a | 7,4 | 6,7 ± 0,5 ^a |
| | | N2 | 5,5 | | 5,5 | | 6,3 | | 6,4 | |
| | | N3 | 5,3 | | 5,4 | | 5,5 | | 6,3 | |

Les valeurs sont exprimées en moyennes ± écart type (n = 3). Les lettres minuscules en exposant dans la même colonne indiquent des différences significatives (p < 0,05) entre les groupes pour chaque jour d'analyse.

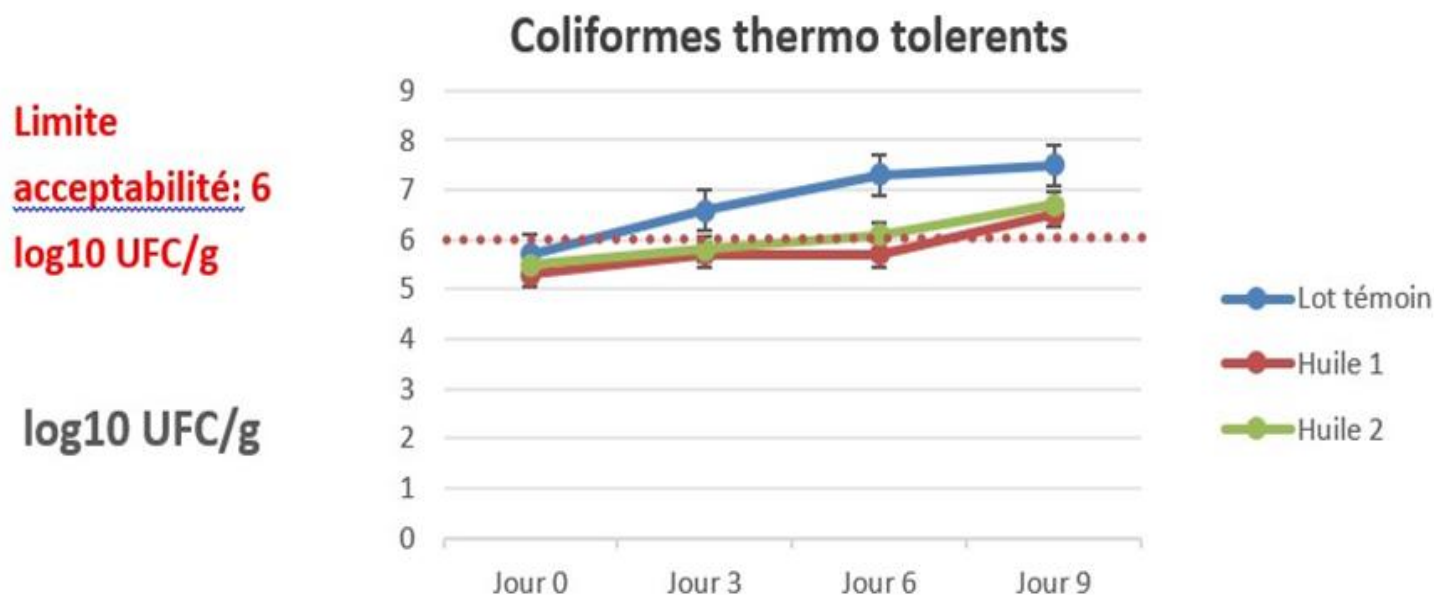


Figure N°13 : La courbe de l'évolution de la charge en coliformes thermotolérants dans la viande de volaille stockées au froid

Le résultat a révélé une augmentation de la charge microbienne pour le groupe contrôle. Cette augmentation se poursuit tout au long des jours de stockage jusqu'à atteindre $7,5 \pm 0,8 \log_{10}$ UFC/g à J9.

Le traitement avec l'huile essentielle de girofle a montré un effet significatif ($p < 0,05$) sur la réduction de la croissance des coliformes thermos tolérants dans la viande de volaille à 2 ± 1 °C, par comparaison au témoin. À J0, la charge est de $5,3 \pm 0,04 \log_{10}$ UFC/g, et à J9 elle atteint $6,51 \pm 0,1 \log_{10}$ UFC/g.

Le traitement par l'huile essentielle de laurier a également montré un effet significatif ($p < 0,05$) avec une charge de $5,7 \pm 0,1 \log_{10}$ UFC/g à J0 et de $6,7 \pm 0,5 \log_{10}$ UFC/g à J9, mais l'effet reste moins marqué que celui de l'HE de girofle.

La présence de coliformes dans la viande est un indicateur de contamination fécale, liée à un manque d'hygiène pendant la chaîne de production (Mourgues et al., 1997).

Ces résultats sont similaires à ceux de Bouzaa et al. (2022) confirment ces observations. Ils montrent que l'huile essentielle de girofle est très efficace contre les coliformes thermos tolérants, notamment *Escherichia coli*, avec des zones d'inhibition allant jusqu'à 30 mm.

Les bactéries Gram négatifs sont plus résistantes aux huiles essentielles grâce de leur membrane externe composée de lipopolysaccharides (LPS), qui fonctionne comme une barrière de perméabilité efficace qui peut exclure les macromolécules comme les bactériocines et les substances hydrophobes tels que ceux présents dans les huiles essentielles

Les huiles essentielles perturbent les membranes cellulaires, ce qui peut tuer les microbes. Les composants lipophiles des huiles traversent facilement la paroi cellulaire et s'accumulent dans la membrane cytoplasmique, entraînant des changements dans sa stabilité et sa composition (PREEDY, 2016). Cela provoque une perte d'électrolytes et de nutriments, conduisant à la mort cellulaire

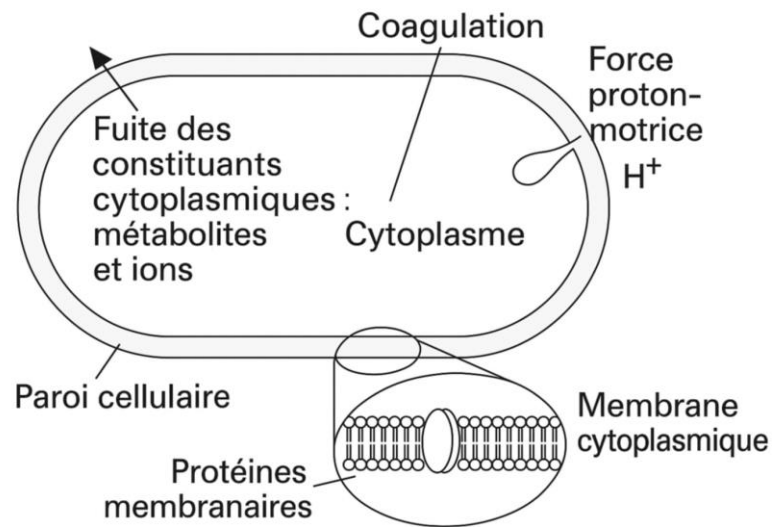


Figure N°14 : Mécanisme d'action des composants d'huiles essentielles sur les bactéries (BURT, 2004)

Dénombrement de la flore aérobie mésophile totale

Dans la présente étude, les colonies de flore aérobie mésophile totale dénombrées sur milieu PCA se sont manifestées par l'apparition des colonies de couleur blanche après la période d'incubation.



Figure N°15: Aspect de colonies de FAMT sur milieu PCA (Photo originale ,2025)

Tableau N°5 : Effet des huiles essentielles de laurier et de girofle sur la charge de la flore aérobique mésophile totale dans les viandes de volaille stockées au froid pendant 10 jours

| Groupes | | | J0 | | J3 | | J6 | | J9 | |
|----------------------|----------------------------|----|----------------------------|---|----------------------------|---|----------------------------|---|----------------------------|---|
| | | | Moyenne ± Ecart-type | | Moyenne ± Ecart-type | | Moyenne ± Ecart-type | | Moyenne ± Ecart-type | |
| Lot témoin | UFC/g | N1 | 4,2X10 ⁶ | 3,4X10 ⁶ ± 2,9X10 ⁴ | 4,6X10 ⁶ | 2,2X10 ⁶ ± 1,2X10 ⁷ | 3,1X10 ⁶ | 2,3X10 ⁶ ± 1,2X10 ⁶ | 1,4X10 ⁸ | 5,4X10 ⁸ ± 2,2X10 ⁷ |
| | | N2 | 4,0X10 ⁶ | | 2,9X10 ⁶ | | 4,8X10 ⁶ | | 1,7X10 ⁸ | |
| | | N3 | 2,1X10 ⁶ | | 3,2X10 ⁶ | | 4,3X10 ⁶ | | 3,7X10 ⁶ | |
| | Log ₁₀ UFC/g | N1 | 6,63 | 5,7±0,14 ^b | 6,6 | 6,3±0,42 ^b | 5,7 | 6,94±0,3 ^b | 8,1 | 7,3±0,6 ^a |
| | | N2 | 6,60 | | 7,47 | | 5,6 | | 7,2 | |
| | | N3 | 6,32 | | 6,5 | | 5,5 | | 6,5 | |
| Lot traité huile1 | UFC/g | N1 | 2,9X10 ⁵ | 2,5X10 ⁵ ± 1,7X10 ⁴ | 3,4X10 ⁵ | 3,2X10 ⁵ ± 2,8X10 ⁴ | 4,5X10 ⁵ | 3,7X10 ⁵ ± 2,4X10 ⁴ | 3,8X10 ⁶ | 3,8X10 ⁶ ± 2,4X10 ⁶ |
| | | N2 | 2,4X10 ⁵ | | 2,7X10 ⁵ | | 3,2X10 ⁵ | | 1,2X10 ⁶ | |
| | | N3 | 2,2X10 ⁵ | | 3,6X10 ⁵ | | 3,5X10 ⁵ | | 3,8X10 ⁶ | |
| | Log ₁₀ UFC/g | N1 | 5,46 | 5,4±0,04 ^a | 5,5 | 5,5±0,05 ^a | 5,6 | 5,5±0,06 ^a | 6,5 | 6,08±0,4 ^a |
| | | N2 | 5,39 | | 5,4 | | 5,5 | | 6,1 | |
| | | N3 | 5,35 | | 5,5 | | 5,5 | | 5,5 | |
| Lot traité huile2 | UFC/g | N1 | 3,5X10 ⁵ | 3,4X10 ⁵ ± 2,5X10 ⁴ | 5,7X10 ⁵ | 4,6X10 ⁵ ± 2,2X10 ⁴ | 2,2X10 ⁵ | 3,4X10 ⁵ ± 2,5X10 ⁴ | 2,6X10 ⁷ | 9,7X10 ⁶ ± 3,1X10 ⁷ |
| | | N2 | 4,1X10 ⁵ | | 4,9X10 ⁵ | | 3,9X10 ⁵ | | 1,8X10 ⁶ | |
| | | N3 | 2,5X10 ⁵ | | 3,4X10 ⁴ | | 4,2X10 ⁵ | | 1,2X10 ⁶ | |
| | Log ₁₀ UFC/g | N1 | 5,5 | 5,5±0,08 ^a | 5,7 | 5,6±0,09 ^a | 5,3 | 5,5±0,1 ^a | 7,4 | 6,5±0,5 ^a |
| | | N2 | 5,6 | | 5,6 | | 5,5 | | 6,2 | |
| | | N3 | 5,4 | | 5,5 | | 5,6 | | 6,1 | |

Les valeurs sont exprimées en moyennes ± écart type (n = 3). Les lettres minuscules en exposant dans la même colonne indiquent la flore totale aérobique mésophile totale

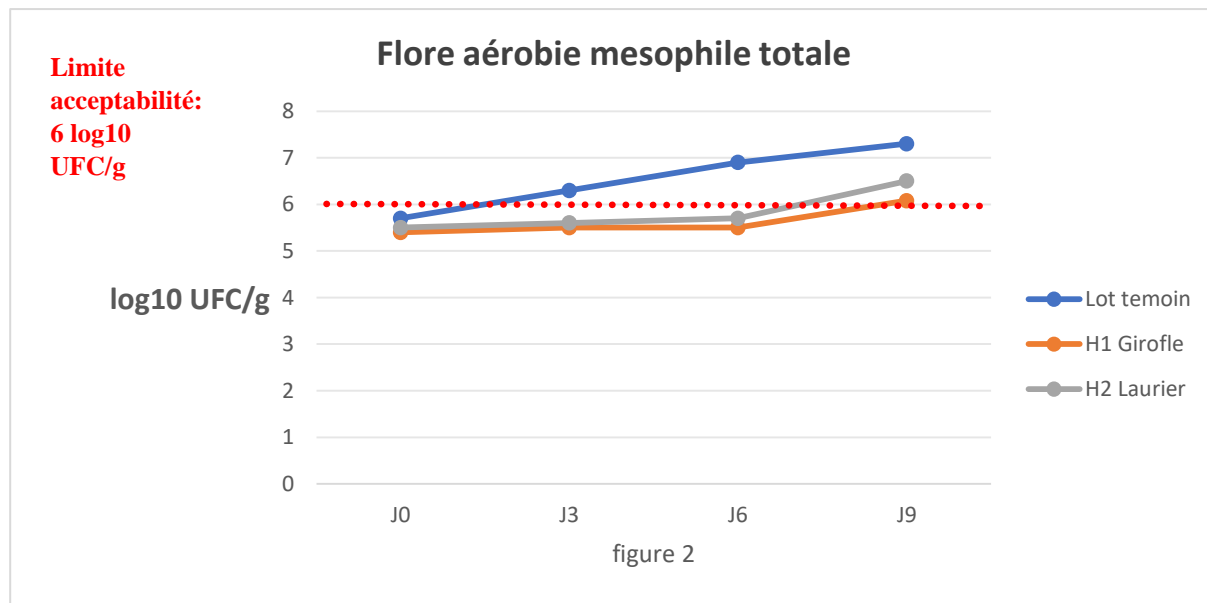


Figure N°16 : La courbe de l'évolution de la charge en coliformes thermo tolérants dans la viande de volaille stockées au froid

Les valeurs sont exprimées en moyennes \pm écart type ($n = 3$). Les lettres minuscules en exposant dans la même colonne indiquent des différences significatives ($p < 0,05$) entre les groupes pour chaque jour d'analyse

Les valeurs sont exprimées en moyennes \pm écart type ($n = 3$). Les lettres minuscules en exposant dans la même colonne indiquent des différences significatives ($p < 0,05$) entre les groupes pour chaque jour d'analyse.

Chez le lot témoin, la charge microbienne augmente fortement, passant de $6,51 \log_{10}$ UFC/g à $8,1 \log_{10}$ UFC/g entre J0 et J9, atteignant un pic de $7,47 \log_{10}$ UFC/g dès J3, ce qui montre une croissance rapide de la flore aérobie mésophile.

Le traitement avec l'huile essentielle de girofle (Huile 1) a montré un effet significatif ($p < 0,05$) sur la réduction de la charge microbienne par rapport au témoin. Au J0, la charge microbienne est de $5,4 \pm 0,04 \log_{10}$ UFC/g (a) contre $6,51 \pm 0,14 \log_{10}$ UFC/g (b) pour le témoin.

Cette différence est maintenue tout au long du stockage. À J9, le lot traité avec l'huile de girofle présente une charge de $6,08 \pm 0,4 \log_{10}$ UFC/g (a), bien inférieure au témoin ($8,1 \log_{10}$ UFC/g).

Le traitement avec l'huile de laurier (Huile 2) montre également un effet antimicrobien significatif, mais légèrement moins marqué. La charge à J0 est de $5,5 \pm 0,09 \log_{10}$ UFC/g (a), et à J9, elle atteint $6,5 \pm 0,5 \log_{10}$ UFC/g (a), restant toutefois bien en dessous du témoin.

Ces résultats sont en accord avec ceux d'Asludj et al. (2023), qui ont montré que l'huile de girofle possède une forte activité contre la FAMT, avec des zones d'inhibition allant de 14 à 17 mm, supérieures à celles obtenues avec l'huile de gingembre. Cela confirme l'efficacité du girofle comme conservateur naturel.

De plus, selon Gordon et al. (1973) et Mahmoud et al. (2004), ces huiles perturbent les systèmes enzymatiques essentiels des bactéries, inhibent leur croissance, la synthèse de toxines et même leur multiplication (Guesmi & B Caillet et al., 2007). En phase vapeur, elles empêchent la germination des spores et inhibent les hyphes fongiques, ce qui les rend très efficaces même dans des matrices complexes comme la viande (Burt, 2004 ; Swamy et al., 2016 ; Nazzaro et al., 2013 ; Kloucek et al., 2012).

Conclusion

Conclusion

La viande fraîche est un produit très périssable, en raison de sa composition et de ses caractéristiques physico-chimiques, telles qu'un pH neutre et une forte activité de l'eau (A_w). Sa durée de conservation dépend de divers facteurs, notamment la température, l'humidité, la lumière et la présence de micro-organismes. Face à une demande croissante pour des aliments de haute qualité et à longue durée de conservation, les technologies de conservation non thermiques, comme l'utilisation de bio conservateurs naturels, sont de plus en plus recherchées.

Cette étude examine l'utilisation de l'huile essentielle de girofle (*Syzygium aromaticum*) et de laurier (*Laurus nobilis*) comme additifs naturels pour conserver et prolonger la durée de vie microbiologique de la viande blanche. L'approche permet d'évaluer l'efficacité antibactérienne de ces huiles essentielles ainsi que leur capacité à maintenir la fraîcheur et la qualité des produits avicoles. Des données scientifiques robustes pourraient encourager l'adoption de solutions naturelles pour améliorer la sécurité alimentaire tout en valorisant les produits avicoles sur le marché.

Les résultats montrent que l'ajout d'huile essentielle de girofle (0,7 %) et de laurier (0,5 %) dans la viande de volaille stockée à une température de (2 ± 1 °C) pendant 10 jours réduit efficacement la charge de la flore microbienne totale (FAMT) et des coliformes thermos tolérants.

Cette recherche suggère que l'huile essentielle de girofle et de laurier est une alternative viable aux conservateurs synthétiques, offrant des solutions naturelles dans l'industrie de la viande. D'autres études seraient également nécessaires pour évaluer les activités biologiques supplémentaires de ces huiles, notamment leurs propriétés antioxydantes et antifongiques.

Il serait utile d'explorer l'effet combiné de ces huiles avec d'autres conservateurs naturels pour maximiser l'efficacité, d'évaluer l'impact sensoriel de ces huiles sur la viande afin de garantir l'acceptabilité par les consommateurs, et de réaliser des études à long terme sur la stabilité et l'efficacité de ces huiles à différentes températures de stockage.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- AFNOR. (2018). Normes ISO pour l'analyse microbiologique des aliments. Paris : AFNOR Éditions.
- Asloudj, R., Assam, C., & Abdesselem, R. (2023). Activité antibactérienne de *Syzygium aromaticum* et *Zingiber officinale* [Mémoire de master, Université 20 Août – Skikda].
- Benamara, A., Belhamra, M., Gherraf, N., Saidi, R., Bessaad, A., Hadj-Ahmed, B. (2019). Rôle du personnel dans la contamination de la viande de poulet en abattoir [Mémoire de master, Université de Béjaïa].
- Sayyah, M., Saroukhani, G., Peirovi, A., Kamalinejad, M. (2003). Analgesic and anti-inflammatory activity of the leaf essential oil of *Laurus nobilis* Linn. *Phytotherapy Research*, 17(7), 733–736.
- Benamar, L., Bennadji, A., Aït Ahmed, F. (2020). Étude de la qualité technologique de la viande de poulet de chair en abattoir industriel [Mémoire de master, Université de Tizi-Ouzou].
- Benhammou, N., Bouchabé, M., & Hachani, W. (2009). Étude de l'activité antioxydante des huiles essentielles de plantes médicinales [Mémoire de master, Université d'Oran Es-Sénia].
- Bensoltane, A., Cheriguene, A., Ennabili, A. (2019). Évaluation de la capacité de rétention d'eau des viandes blanches [Mémoire de master, Université Abdelhamid Ibn Badis – Mostaganem].
- Bessa, D., Berchiche, M., Mouhous, A. (2019). Représentation de la filière avicole dans la région de Tizi-Ouzou et évaluation de la production et de la consommation de viande de poulet [Mémoire de master, Université Mouloud Mammeri – Tizi-Ouzou].
- Bouguedoura, N. (2020). Étude de l'activité antimicrobienne de l'huile essentielle de girofle sur la viande de poulet [Mémoire de master, Université de Mila].
- Bouzaa, F., Zid, H., Hariza, E. (2022). Étude des activités antimicrobiennes de l'huile essentielle de *Syzygium aromaticum* [Mémoire de master, Mycologie et Biotechnologie fongique, Université centrale de Mila].

Références bibliographiques

- Boubendir, S. (2019). Étude de la contamination des carcasses de poulets de chair par *Campylobacter* spp. dans un abattoir de volaille au Québec [Mémoire de maîtrise, Université de Montréal].
- Boudjema, F., Saidi, D., Bouzid, H. (2020). Qualité microbiologique de la viande de volaille : abattoirs de Constantine [Mémoire de master, Université Frères Mentouri – Constantine 1].
- Boudjema, N.-E., Sellaoui, A. (2019). La consommation de la viande de poulet : enjeux et problématiques [Mémoire de master, Université 8 Mai 1945 – Guelma].
- Burt, S. (2004). Essential oils: Their antibacterial properties and potential applications in foods — a review. *International Journal of Food Microbiology*, 94(3), 223–253.
- Caillet, S., Lacroix, M. (2007). Les huiles essentielles : leurs propriétés antimicrobiennes et applications alimentaires. Québec : RESALA, INRS-Institut Armand-Frappier, [Université Laval].
- Callebaut, F., Dupont, J., Verstraete, P. (2015). Optimisation de la cuisson des viandes pour préserver texture et qualité [Mémoire de master, Universiteit Gent].
- Chaieb, K., Hajlaoui, H., Zmantar, T., Ben Kahla-Nakbi, A., Rouabhia, M., Mahdouani, K., & Bakhrouf, A. (2007). The chemical composition and biological activity of clove essential oil, *Eugenia caryophyllata* (*Syzygium aromaticum* L. Myrtaceae): A short review. *Phytotherapy Research*, 21(6), 501–506.
- Codex Alimentarius Commission; FAO; WHO. (2020). Principes généraux d'hygiène alimentaire et critères microbiologiques (CXC 1-1969, révisé). FAO/OMS.
- Daniel, A. N., Simone, M. S., Gustavo, S., Silvana, M. C., Ciomar, A. B., & Roberto, N. K. (2009). Anti-inflammatory and antinociceptive activities of eugenol essential oil in experimental animal models. *Brazilian Journal of Pharmacognosy*, 19(2), 212–217.
- Dung, N. (2008). Antioxidant, antibacterial and antifungal properties of essential oils. *Food Science and Technology*, 41, 121–130.
- Draou, M., Lahlah, M., Touati, K. (2016). Évaluation de la qualité hygiénique des viandes blanches dans les circuits de distribution [Mémoire de master, Université de Tizi-Ouzou].

Références bibliographiques

- European Food Safety Authority & European Centre for Disease Prevention and Control. (2022, 13 décembre). The European Union One Health 2021 Zoonoses report: Trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in humans, food and animals [Rapport]. EFSA Journal, 20(12), e07666.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2021). Quality and safety of poultry meat.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2022). FAOSTAT – Livestock primary data [Base de données]. Rome : FAO.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2023, novembre). Food Outlook: Biannual report on global food markets [Rapport]. Rome : FAO.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations & World Health Organization. (2023, octobre 16). Assessing the risk of foodborne viruses at global level: Joint FAO/WHO expert meeting on microbiological risk assessment (JEMRA) [Summary report, Part 1: Food attribution, analytical methods and indicators]. Rome, Italy: FAO/WHO.
- Gordon, R., Haytowitz, D. B., & Jones, C. R. (1973). The antimicrobial activity of essential oils and their components against *Escherichia coli*. *Journal of Applied Bacteriology*, 36(1), 93–99.
- Guesmi, A., & Boudabous, A. (2006). Antibacterial activity of essential oils from Tunisian aromatic plants against multidrug resistant bacteria. *Journal of Essential Oil Research*, 18(6), 626–629.
- Guerrero Legarreta, I. (Éd.). (2010). *Handbook of Poultry Science and Technology: Volume 1: Primary Processing* (1^e éd.). Hoboken, NJ : John Wiley & Sons.
- Gülçin, İ., Elmastaş, M., & Aboul-Enein, H. Y. (2012). Antioxidant activity of clove oil – A powerful antioxidant source. *Arabian Journal of Chemistry*, 5(4), 489–499.
- Hachemi, S., Benyahia, K., & Cherifi, R. (2022). Étude de l'effet antibactérien de l'huile essentielle de *Laurus nobilis* sur la viande blanche [Mémoire de master, Université de Khemis Miliana].

Références bibliographiques

- Jay, J. M., Loessner, M. J., & Golden, D. A. (2005). *Modern Food Microbiology*. New York : Springer.
- Klouček, P., Smid, J., Frankova, A., Kokoska, L., Valterova, I., & Pavela, R. (2012). Fast screening method for assessment of antimicrobial activity of essential oils in vapor phase. *Food Research International*, 47(2), 161–165.
- Kouaci, A., & Boukenoui, L. (2020). *Activité antibactérienne de l’huile essentielle de Syzygium aromaticum sur les bactéries pathogènes d’origine alimentaire [Mémoire de master, Université Saad Dahleb – Blida]*.
- Laouni, C.(2019). *Évaluation de la qualité microbiologique de la viande de volaille commercialisée à Biskra [Mémoire de master, Université de Biskra]*.
- Le Monde. (2024, 28 juin). *Toujours plus de poulet et moins de bœuf et de porc : la consommation totale de viande fléchit en 2023*. Le Monde.
- Mahmoud, A. L. E., Al-Baky, R. M., Ahmed, A. B. F., & Gad, G. F. M. (2016). Antibacterial activity of essential oils and their major constituents against respiratory tract pathogens by gaseous contact. *Journal of Ethnopharmacology*, 87(1), 61–65.

ANNEXE

Annexes

Matériel de laboratoire

Il s'agit du matériel classique d'analyse microbiologique, il comprend :

- Matériel de pesée : balance de précision ;
- Matériel de stérilisation : bec bunsen, autoclave ;
- Verrerie : Béchers, pipettes pasteur, éprouvettes, erlenmeyer, flacons, tubes à vis ;
- Barreau magnétique, agitateur magnétique chauffant ;
- Couteaux, planche de découpe, pinces, ciseaux, papier aluminium ;
- Étuves, agitateur vortex, bain marie ;
- Portoirs a tubes, embouts, boites porte-embouts, micropipettes, boîtes de pétri ;
- Milieux de culture, diluants et réactifs : gélose lactosée au désoxycholate,
- Gélose PCA (plate count agar), eau physiologique, eau distillée stérile ;

La composition du milieu gélose lactosée au désoxycholate à 0,1%

| | |
|------------------------------------|---------|
| -Peptone pepsique de viande | 10,0 g |
| - Lactose..... | 10,0 g |
| - Désoxycholate de sodium..... | 1,0 g |
| - Chlorure de sodium..... | 5,0 g |
| - Phosphate dipotassique..... | 2,0 g |
| - Citrate ferrique ammoniacal..... | .1,0 g |
| - Citrate de sodium..... | .1,0 g |
| - Rouge neutre | 0,03 g |
| - Agar agar bactériologique..... | .15,0 g |

La composition du milieu PCA

| | |
|---------------------------|--------|
| -Peptone de caséine | 5,00 g |
| - Extrait de levure | 2,50g |
| - Glucose | 1 g |
| - Agar | 15g |