

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE MOULOU D MAMMERRI DE TIZI-OUZOU  
Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques

Mémoire de fin de cycle



En vue de l'obtention du diplôme de Master en Sciences Alimentaires

Spécialité : Agroalimentaire et Contrôle de Qualité

**Thème**

*Saucisses à base de viande caprine et  
équine : Bio conservation durant le  
stockage réfrigéré*

Présenté par

M<sup>elle</sup> MEZIANE Salma α M<sup>elle</sup> MISRAOUI Nawal

Soutenu le : 17/07/2023

Devant les membres de jury

**Promoteur** : Mr DJENANE Djamel . Professeur UMMTO

**Président** : Mr SADOUDI Rabah. Maitre de conférences classe A UMMTO

**Examineur** : Mr BENGANA MED. Maitre de conférences classe A UMMTO

Année Universitaire 2022-2023

## *Remerciements*

Avant tout, on tient à exprimer nos remerciements les plus sincères d'abord au « **Bon DIEU** » le tout-puissant de nous avoir donné la force, le courage et les moyens pour accomplir ce travail.

Avec beaucoup de respect, on s'adresse nos remerciements les plus dévoués à **Mr DJENANE Djamel**, Professeur à l'Université MOULOUD Mammeri de TIZI-OUZOU, pour la qualité de son encadrement, sa confiance, sa gentillesse, son aide, ses conseils précieux qui ont été pour nous un aide inestimable, merci profondément pour le temps consacré.

Nous tenons à remercier

**Mr SADOUDI Rabah**, pour l'honneur qu'il nous fait en acceptant de présider le jury de soutenance.

**Mr BENGANA Mohammed**, qui nous fait l'honneur de juger ce travail, on vous adresse l'expression de nos sincère reconnaissance.

Nous adressons un remerciement tout particulier à **Mr BENCHOUAK**, **Mr METNA**, **Mr TITOCHE**, **Mr CHAOUCHI** pour leurs confiances et disponibilités, leurs recommandations et leurs conseils précieux et pertinents, qui n'ont pas cessé de nous prodiguer le long de ce travail.

On tient à remercier très sincèrement **Dr HAMOUNI** et **Dr AIT BRAHAM** Médecins dentistes, d'avoir accepté de nous octroyer l'eugénol.

Nous tenons à exprimer nos vifs remerciements à **Mr HANAFI Karim**, pour son accueil chaleureux au sein de sa boucherie.

On s'adresse également mes sincères remerciements, à tous nos enseignants, qui nous a donné les bases de la science.

Un grand merci à toutes personnes ayant participé de près ou de loin à notre formation et à tous ceux qui nous ont apporté leurs soutiens et leurs encouragements durant la réalisation de ce travail.

## *Dédicaces*

*C'est avec des mots sincères que je dédie ce modeste travail de fin d'étude,*

*A mes chers parents, pour leur soutien tout au long de ma vie.*

*A mon fiancé, j'exprime toute ma gratitude.*

*A mon binôme Nawal avec qui j'ai partagé des moments de joie et de tristesse. Nous avons réalisé ce travail avec une grande complicité et une parfaite osmose.*

*A mes amis et collègues avec qui j'ai traversé mon cursus universitaire. Nous nous motivions mutuellement dans une ambiance amicale et joyeuse.*

*A tous mes proches, qui m'ont accompagné, aidé, soutenu et encouragé tout au long de la réalisation de ce mémoire.*

***Salma***

*Je dédie ce modeste travail :*

*A mes très chers parents*

*A mes sœurs et mon frère*

*A toute ma famille : en particulier ANEL et ENZO*

*A Mr Sagittaire*

*A tous mes amis*

***Nawal***

## Liste des abréviations

**%**: Pourcentage

**A**: Absorbance

**A A**: Acide ascorbique

**AGPI**: Acide gras poly insaturé

**ATCC**: American Type Culture Collection

**Aw**: Activity of water

**B**: Boyau

**BHB**: Brain heart infusion broth

**C**: Concentration

**CAM**: Conditionnement sous une Atmosphere Moyenne

**CMI** : Concentration Minimale Moyenne

**cm<sup>2</sup>** : Centimètre carré

**DMSO** : Diméthylsulfoxyde

**DO** : Densité optique

**DPPH** : 2,2-diphényl 1-picrylhydrazyl

**E. coli** : Escherichia coli

**FAO** : Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture

**HDP** : Haute pression hydrodynamique

**HE** : Huile essentielle

**HPH** : Haute pression hydrostatique

**HR** : Humidité relative

**I%** : Pourcentage d'inhibition

**IC<sub>50</sub>**: Concentration inhibitrice médiane

**MAP:** Modified atmosphere packaging

**MDA:** Malonaldialdéhyde

**mg :** Milligramme

**MH :** Mueller Hinton Agar

**mL:** Millilitre

**MPA :** Megapascal

**mv:** millivolt

**nm:** Nanomètre

**PCA:** Plate Count Agar

**pH :** Potentiel Hydrogène

**rH :** Potentiel d'oxydoréduction

**TBA:** Acide Thiobarbiturique

**TCA:** Acide Trichloroacétique

**UMMTO:** Université Mouloud MAMMERRI de Tizi-Ouzou

**ZI :** Zone d'inhibition

<b>Figure 1</b> : La viande caprine.....	03
<b>Figure 2</b> : La viande équine.....	04
<b>Figure 3</b> Les trois formes de myoglobine.....	06
<b>Figure 4</b> : Le taux de croissance des bactéries en fonction de la température .....	08
<b>Figure 5</b> : Évaluation de la production de viande caprine dans le monde.....	09
<b>Figure 6</b> : Évaluation de la production mondiale de viande équine .....	10
<b>Figure 7</b> : Production de La viande caprine dans la région maghrébine .....	11
<b>Figure 8</b> : Evaluation de la production maghrébine de viande équine .....	12
<b>Figure 9</b> : Évolution de la production de la viande caprine en Algérie .....	13
<b>Figure 10</b> : Évolution de la production de viande équine en Algérie .....	14
<b>Figure 11</b> : Produits dérivés de viande à l'échelle mondiale .....	18
<b>Figure 12</b> : Produits dérivés de viande à l'échelle maghrébine et algérienne .....	21
<b>Figure 13</b> : Couleur de la viande de porc crue traitée par Hautes Pressions à 10 °C.....	23
<b>Figure 14</b> : Une culture de <i>Pseudomonas aeruginosa</i> dans un milieu liquide (photo originale, 2023).....	30
<b>Figure 15</b> : Eugénol (photo originale, 2023) .....	32
<b>Figure 16</b> : <i>Thymus algeriensis</i> de l'Algérie .....	33
<b>Figure 17</b> : Revivification de la souche (photos originelles, 2023) .....	34
<b>Figure 18</b> : Standardisation de l'inoculum (photos originelles, 2023) .....	35
<b>Figure 19</b> : Test d'antibiogramme et de CMI (photos originelles, 2023) .....	37
<b>Figure 20</b> : Pesage (photos originelles, 2023) .....	40
<b>Figure 21</b> : Découpages (photos originelles, 2023) .....	41
<b>Figure 22</b> : Hachage (photos originelles, 2023) .....	42
<b>Figure 23</b> : Préparation de la pâte (photos originelles, 2023) .....	43
<b>Figure 24</b> : Incorporation des molécules bioactives (photos originelles, 2023) .....	43
<b>Figure 25</b> : Embossage (photos originelles, 2023).....	44
<b>Figure 26</b> : Façonnage (photos originelles,2023).....	45
<b>Figure 27</b> : La courbe d'étalonnage de MDA (Djenane <i>et al.</i> , 2011) .....	47
<b>Figure 28</b> : Pourcentage de réduction du radical DPPH par l'acide ascorbique, l'HE de <i>Thymus algeriensis</i> et l'eugénol .....	58
<b>Figure 29</b> : Valeurs d'IC <sub>50</sub> de l'HR de <i>Thymus algeriensis</i> , de l'Eugénol et de l'acide ascorbique .....	59
<b>Figure 30</b> : Évolution du potentiel d'hydrogène pendant la période de conservation .....	60
<b>Figure 31</b> : Évolution des taux d'oxydation des saucisses traitées avec l'HE de <i>Thymus</i>	

---

<i>algeriensis</i> et l'eugéno	62
<b>Figure 32</b> : Représentation graphique de l'évolution de la charge de la flore Psychrotrophe en fonction du temps de conservation des saucisses traitée par HE de <i>Thymus algeriensis</i> et de l'eugéno	64
<b>Figure 33</b> : Représentation graphique de l'évolution de la charge de la flore Psychrotrophe au niveau de la surface externe des boyaux des saucisses traitées par l'HE de <i>Thymus algeriensis</i> et de l'eugéno	66
<b>Figure 34</b> : Résultats de l'appréciation de la couleur des saucisses par les dégustateurs au premier jour	68
<b>Figure 35</b> : L'appréciation de la couleur des saucisses par les dégustateurs au troisième et dernier jour	69
<b>Figure 36</b> : Résultats du test pour l'odorat au premier jour	69
<b>Figure 37</b> : Résultats du test pour l'odorat au troisième jour	70
<b>Figure 38</b> : Résultats de test pour l'odorat au dernier jour	70
<b>Figure 39</b> : Résultats du test de dégustation pour évaluer le goût au premier jour	71
<b>Figure 40</b> : Résultats du test de dégustation pour évaluer le goût au troisième jour	72
<b>Figure 41</b> : Résultats de test de dégustation pour évaluer le goût au dernier jour	72

<b>Tableau 1</b> : La valeur nutritionnelle de la viande caprine.....	03
<b>Tableau 2</b> : La valeur nutritionnelle de la viande équine.....	04
<b>Tableau 3</b> : Les différents gaz utilisés, leurs propriétés et leurs effets .....	26
<b>Tableau 4</b> : Comparaison de la durée de conservation des produits emballés dans de l'air ou avec CAM. ....	27
<b>Tableau 5</b> : Détermination des différentes concentrations du MDA.....	47
<b>Tableau 6</b> : Résultats de l'activité antimicrobienne de l'huile essentielle de <i>Thymus algeriensis</i> et d'eugénol (diamètre des zones d'inhibition en cm) sur <i>Pseudomonas aeruginosa</i> .....	53
<b>Tableau 7</b> : Résultats de CMI de l'huile essentielle de <i>Thymus algeriensis</i> et eugénol.....	55

**Activité antibactérienne :** Activité d'une molécule ou composé présent au sein d'une plante qui a de très faible concentration inhibe le développement d'une bactérie ou la tue. La sensibilité d'une bactérie à un antibiotique varie selon la nature de l'antibiotique.

**Huiles essentielles :** Ce sont des produits obtenus soit à partir de matières premières naturelles par distillation à l'eau ou à la vapeur d'eau, soit à partir des fruits de Citrus par des procédés mécaniques et qui sont séparés de la phase aqueuse par des procédés physiques.

**Molécules bioactives :** Molécule ayant une action biologique, c'est-à-dire que son introduction dans le vivant va entraîner une réaction de celui-ci qui peut être bénéfique ou néfaste.

**Oxydation :** Combinaison d'un corps avec l'oxygène donnant un oxyde, c'est une réaction dans laquelle un atome ou un ion perd des électrons.

**Radical libre :** Espèce caractérisée par une instabilité et/ou un pouvoir oxydant fort, il se différencie par la présence d'un électron non apparié sur la couche électronique la plus externe.

**Un antioxydant :** Agent qui empêche ou ralentit l'oxydation en neutralisant des radicaux libres.

**Liste des figures**

**Liste des tableaux**

**Listes des abréviations**

**Glossaire**

Introduction générale..... 01

## **Partie I Synthèse bibliographique**

I. Définitions..... 02

I.1. La viande ..... 02

I.2. La qualité ..... 02

I.3. Qualité de la viande ..... 02

I.4. La viande caprine ..... 02

I.5. La viande équine ..... 03

II. Les critères de la qualité de la viande ..... 04

II.1. Qualité nutritionnelle ..... 04

II.2. La qualité hygiénique ..... 05

II.3. Qualité organoleptique ou sensorielle ..... 05

II.3.1. La couleur ..... 05

II.3.2. La flaveur ..... 06

II.3.3. La jutosité ..... 06

II.3.4. La tendreté ..... 06

II.4. Qualité technologique ..... 07

II.4.1. pH (potentiel Hydrogène)..... 07

II.4.2. Capacité de rétention d'eau ..... 07

III. Facteurs d'altération de la viande..... 07

III.1. Le potentiel d'hydrogène pH ..... 07

III.2. L'activité de l'eau (Aw) ..... 07

III.3. Le potentiel d'oxydoréduction (rH) ..... 08

III.4. Température ..... 08

III.5. L'humidité relative (HR) ..... 09

IV. Production et consommation des viandes (caprine et équine) ..... 09

IV.1. À l'échelle mondiale ..... 09

IV.2 En région maghrébine .....	11
IV.3. En Algérie .....	13
IV.4. Consommation des viandes .....	15
IV.4.1. Consommation mondiale de la viande équine .....	15
IV.4.2. Consommation Algérienne de la viande caprine .....	15
V. Produits dérivés de viande caprine et équine .....	15
V.1. À l'échelle mondiale .....	15
V.1.1. Soudjouk .....	15
V.1.2. Lukanka .....	16
V.1.3. Cervelas.....	16
V.1.5. Salami .....	16
V.1.6. Conserve de viande .....	16
V.1.7. Saucisse de cheval Kazy .....	17
V.1.8. Terrine de chèvre .....	17
V.2. À l'échelle maghrébine et algérienne .....	19
V.2.1. Marguez .....	19
V.2.2. Guedid/Kadid/Achedlouh.....	19
V.2.3. Khlii .....	19
V.2.4. Khliaa Ezir .....	20
V.2.5. Mkila .....	20
V.2.6. Mrouzia tadjine lahlou .....	20
V.2.7. Merdouma / Bourdim .....	20
V.2.8. Maynama.....	20
VI. Les méthodes de conservation alternatives des viandes .....	22
VI.1. Traitement par pression hydrostatique .....	22
VI.2. Traitement par pression hydrodynamique .....	23
VI.3. Emballages actifs .....	24
VI.3.1. Les emballages actifs antimicrobiens .....	24
VI.3.2. Les emballages actifs antioxydants .....	25
VI.4. Conditionnement sous atmosphère modifiée MAP .....	26
VI.5. Conservation de la viande par la marinade .....	27

VI.6. Conservation par les extraits de plantes .....	28
--	----

## **Partie II expérimentale**

### **Matériel et méthode**

I. Matériel .....	30
I.1. Souche microbienne .....	30
I.2. Matériel végétal .....	31
I.2.1. Eugénol .....	31
I.2.2. Huile essentielle de <i>Thymus algeriensis</i> .....	32
II. Les analyses microbiologiques .....	33
II.1. Revivification de la souche <i>Pseudomonas aeruginosa</i> .....	33
II.2. Test antimicrobien .....	36
II.2.1. Diffusion sur gélose .....	36
II.2.2. Déterminer la CMI.....	37
III. Test antioxydant .....	38
IV. Matrice alimentaire .....	39
IV.1. Les étapes de la préparation de la saucisse fraîche et artisanale .....	39
IV.1.1. Pesage .....	40
IV.1.2. Découpage .....	40
IV.1.3. Hachage .....	41
IV.1.4. Préparation de la pâte .....	42
IV.1.5. Incorporation des molécules bioactive .....	43
IV.1.6. Embossage .....	44
IV.1.7. Façonnage .....	45
V. Analyses physicochimiques .....	45
V.1. Mesure de pH .....	45
V.2. Évaluation de l'activité antioxydante « méthode de sr-TBA » .....	46
VI. Les analyses microbiologiques .....	48
VI.1. Recherche de la flore Psychrotrophes .....	48
VI.2. Dénombrement des bactéries psychrotrophes .....	49

VII. Analyse sensorielle ..... 50  
VIII. Analyses statistiques ..... 52

**Résultats et discussions**

I. Évaluation de l'activité antimicrobienne ..... 53  
II. Évaluation de l'activité antioxydante (test DPPH) ..... 57  
III. Les analyses physico-chimiques ..... 60  
III.1. pH (potentiel Hydrogène)..... 60  
III.2. Évaluation de taux d'oxydation lipidique TBA ..... 61  
VI. Analyse microbiologique ..... 64  
V. Analyses sensorielles ..... 68  
V.1. Appréciations de la couleur ..... 68  
V.2. Appréciations de l'odeur ..... 69  
V.3. Appréciations de goût ..... 71  
  
Conclusion..... 74

**Références bibliographiques**

**Annexes**

**Résumé**



**Introduction**

## **Introduction**

La viande caprine et équine sont des excellentes sources de nutriments facilement assimilés par l'organisme humain, ce sont des viandes rouges maigres comparativement aux viandes les plus courantes qui s'altèrent rapidement vue leurs tendretés et leurs richesses en eau, en bonne qualité de protéines et en sels minéraux (**Husson, 1874 ; Devendra, 1988**). Ces critères exposent ces produits aux phénomènes d'oxydation et au développement des microorganismes qui considèrent les viandes comme des milieux de cultures favorable et accessible (**Nour El Islam et al., 2020**). Le profil microbiologique des viandes limite fortement leurs dates d'utilisation optimale. Ces microorganismes peuvent entraîner des modifications de l'odeur, de la couleur, de la texture et même produisent des toxiques (**Nour El Islam et al., 2020**).

La conservation de la viande caprine et équine, sur le plan alimentaire, est une opération nécessaire qui comprend des ensembles de procédés de traitements qui peuvent s'ajouter à la réfrigération destinée à conserver les propriétés nutritives et organoleptiques. Parmi les diverses solutions technologiques possibles et pour une meilleure sécurité alimentaire, il convient de citer les conservateurs alternatifs d'origine naturelle qui répond à la demande des consommateurs. Ces alternatifs peuvent être la bio-conservation, dont les activités antimicrobiennes et antioxydantes sont reconnues (**Djenane et al., 2012**). De plus, l'usage de ces produits naturels est plus économique pour les industries agroalimentaires à l'échelle nationale et mondiale (**Belaloui et al., 2022**) .

L'objectif de cette présente étude est de valoriser l'huile essentielle de *Thymus algeriensis* d'Algérie et l'eugénol (dérivé de l'huile essentielle de clou de girofle) et de mettre en évidence leurs activités antimicrobiennes et antioxydantes testées sur une matrice alimentaire, des saucisses à base d'un mélange de la viande caprine et équine, conservées pendant six jours à 4 °C.

Notre travail est scindé en deux parties :

La première partie est la mise en points des connaissances bibliographiques sur la viande caprine et équine et leurs caractéristiques, une synthèse de connaissances sur la production et la consommation de ces deux types de viandes sur trois plans : mondial, maghrébin et national. Les produits carnés à base de la viande équine et caprine à l'échelle mondiale et maghrébine et les méthodes de conservation alternatives des viandes.

## **Introduction**

La seconde est pratique, subdivisée en deux parties : dans la première, on a cité les méthodes utilisées, et dans la deuxième les résultats et discussion obtenus, suivis des interprétations et parfois des comparaisons sont faites avec d'autres travaux réalisés dans le même contexte, et à la fin une conclusion générale.



## **Partie I Synthèse bibliographique**

## **Partie I Synthèse bibliographique**

### **I. Définitions**

#### **I.1. La viande**

« La viande de mammifères et d'oiseaux utilisée par l'homme pour l'alimentation, en particulier la viande d'animaux destinés à l'abattage » (Clavel *et al.*, 2010).

Selon le Codex alimentarius , la viande est : « Toutes les parties d'animaux destinées à la consommation humaine ou considérées comme saines et propres à cette fin » (Hocquette *et al.*, 2013).

#### **I.2. La qualité**

La qualité d'un produit peut être définie comme la capacité à satisfaire les besoins des utilisateurs (exprimés ou implicites). Le terme qualité fait référence à un niveau de performance supérieur. Un produit premium est un produit haute gamme, voire un produit de luxe (Brangier *et al.*, 2003).

Le terme qualité alimentaire comprend : la qualité sensorielle, la qualité nutritionnelle, la qualité technique, la qualité hygiénique.

#### **I.3. Qualité de la viande**

Sous le terme global de qualité de la viande, on regroupe généralement quatre composantes, qui sont les qualités technologiques, organoleptiques, hygiéniques et nutritionnelles (Lebret *et al.*, 1996).

#### **I.4. La viande caprine**

La viande de chèvre (**Figure 1**), est une viande maigre avec une faible teneur en cholestérol et une excellente valeur nutritionnelle, et son goût n'est pas aussi évident que celui du mouton. La viande de chèvre est de 50 à 65 % moins grasse que la viande de bœuf, elle doit être cuite lentement à feu très doux pour qu'elle conserve sa tendreté et sa saveur (Sadoud, 2020).

## Partie I Synthèse bibliographique



**Figure 1 :La viande caprine(photo originelle, 2023)**

La valeur nutritionnelle de la viande de chèvre est similaire à celle d'autre viande de bétail, bien qu'il puisse y avoir de légères variations en fonction des facteurs tels que l'âge de l'animal, son alimentation, le tableau représente une estimation approximative de la valeur nutritionnelle pour 100g de viande de chèvre voir **Tableau 1**.

**Tableau 1 : La valeur nutritionnelle de la viande caprine (Ayadi, 2014).**

<b>Protéines</b>	<b>27g</b>
<b>Glucides</b>	<b>0 g</b>
<b>Gras</b>	<b>3,03 g</b>
<b>Calories</b>	<b>109 kcal</b>

### **I.5.La viande équine**

La viande de cheval est particulièrement maigre(**Figure 2**), d'une couleur très rouge, consommée dans plusieurs pays tels que : la Russie, la Chine et le Japon (**Duflot., 2021**).

## Partie I Synthèse bibliographique



**Figure 2 : la viande équine (photo originelle, 2023)**

La viande de cheval est considérée comme une source de protéines de haute qualité et contient également divers nutriments essentiels. **Le Tableau 2** Ci-dessous illustre la valeur nutritionnelle approximative de la viande de cheval pour une portion de 100 gr

**Tableau 2 : La valeur nutritionnelle de la viande équine (Dufлот., 2021).**

<b>Protides</b>	<b>16g</b>
<b>Glucides</b>	<b>1g</b>
<b>Lipides</b>	<b>4,5 g</b>
<b>Calories</b>	<b>125 kcal</b>
<b>Fer</b>	<b>4 mg</b>

## **II. Les critères de la qualité de la viande**

### **II.1. Qualité nutritionnelle**

La première fonction d'un aliment est de couvrir les besoins physiologiques d'un individu. Cette caractéristique est prouvée scientifiquement et s'appuie sur des données relatives à sa composition (protéines, glucides, lipides, oligo-éléments (**Coibion, 2008**)).

## **Partie I Synthèse bibliographique**

### **II.2. La qualité hygiénique**

La qualité hygiénique de la viande nécessite la maîtrise des dangers chimiques, biologiques et physiques à toutes les étapes, depuis l'élevage de l'animal jusqu'à sa consommation, en passant par l'abattage, la transformation et la distribution des viandes (**Dognon *et al.*, 2018**).

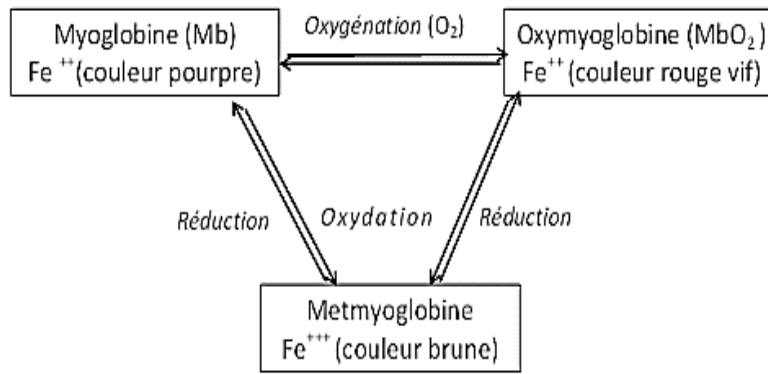
### **II.3. Qualité organoleptique ou sensorielle**

La qualité organoleptique de la viande regroupe les propriétés sensorielles (couleur, tendreté, flaveur et jutosité) à l'origine des sensations de plaisir associées à sa consommation (**Cartier *et al.*, 2007**).

#### **II.3.1. La couleur**

La couleur de la viande est principalement liée à sa teneur en myoglobine. Elle varie non seulement selon sa teneur, mais aussi selon son état d'oxydation (**Figure 3**). La myoglobine réduite non oxygénée est rouge pourpre. La myoglobine réduite oxygénée est rouge vif, La myoglobine oxydée, ou metmyoglobine, est rouge-brun (**Clinquart *et al.*, 2000**).

## Partie I Synthèse bibliographique



**Figure 3 : les trois formes de la myoglobine**

### **II.3.2. La flaveur**

La flaveur de la viande est déterminée par la composition chimique et les changements apportés à cette dernière par la cuisson. Elle est déterminée par la composition chimique et les changements apportés lors de la cuisson (**Monin, 1991**). Il a été montré que la flaveur typique de la viande, est liée à des composants hydrosolubles, de nombreux composants aromatiques volatils sont produits lors de la cuisson par dégradation ou oxydation des lipides, dégradation thermique et interactions entre protéines, peptides, acides aminés, sucres (**Clinquart et al., 2000**).

### **II.3.3. La jutosité**

C'est une caractéristique perçue lors de la mastication, la jutosité dépend de la quantité de suc musculaire libéré dans la bouche au début de la mastication. Elle est accentuée par la stimulation de la salivation, due en particulier à la présence du gras intramusculaire (**Sivadier, 2008**).

### **II.3.4. La tendreté**

Souvent exprimée par son contraire : la dureté. Ce paramètre peut facilement être mesuré puisqu'il représente la résistance mécanique lors de la mastication. La dureté de la viande dépend essentiellement de deux composants structurels protéiques, Le premier est le collagène, constituant principal du tissu conjonctif, Le deuxième composant est constitué par les myofibrilles, plus particulièrement par les protéines myofibrilles (**Clinquart et al., 2000**).

## **Partie I Synthèse bibliographique**

### **II.4. Qualité technologique**

La qualité technologique de la viande représente sa capacité à être transformée et conservée. Elle dépend du produit que l'on souhaite fabriquer et peut-être exprimée principalement par le pH et par la capacité de rétention d'eau (**Dognon *et al.*, 2018**).

#### **II.4.1. pH (potentiel Hydrogène)**

Le pH est un paramètre chimique qui affecte la capacité de la viande à se **conserver** et à se transformer, et après l'abattage, le pH du muscle passe de 7,0 à environ 5,5-5,7 en 48 heures. La chute du pH est en corrélation avec l'accumulation d'acide lactique provenant de la dégradation du glycogène dans le muscle. Lorsque les réserves de glycogène sont épuisées, le pH se stabilise : nous arrivons alors au pH ultime (**Sharedeh, 2015**).

#### **II.4.2. Capacité de rétention d'eau**

La capacité de rétention d'eau est la capacité de la viande à retenir fermement sa propre eau ou l'eau ajoutée (**Clinquart *et al.*, 2000**).

### **III. Facteurs d'altération de la viande**

Les facteurs de développement de la microflore initiale sont influencés par le nombre initial des microorganismes présent sur la carcasse, les espèces ou les souches de germes présentes, et les facteurs d'altération, les plus importants sont le pH, la température, l'activité de l'eau, l'humidité relative et le potentiel d'oxydoréduction.

#### **III.1. Le potentiel d'hydrogène pH**

Les micro-organismes sont très sensibles aux changements de pH, un pH acide (5,5-5,7) réduit le développement des micro-organismes. Le pH *post-mortem* de la viande reste stable d'une manière normale (**Rozier *et al.*, 1986**).

#### **III.2. L'activité de l'eau (Aw)**

L'eau libre est indispensable pour le développement des microorganismes. L'exigence en cette eau varie avec les espèces, les groupes et les genres. Elle est exprimée par une valeur qui est le rapport entre la pression de vapeur de la solution et la pression de vapeur du solvant, elle représente en fait la quantité d'eau libre, seule utilisable par les

## Partie I Synthèse bibliographique

germes. En général, plus l'Aw est élevé, plus la croissance de la microflore est intense. La plupart des bactéries ont un optimum de croissance autour de 0,990 à 0,995 (Bourgeois *et al.*, 1988).

### III.3. Le potentiel d'oxydoréduction (rH)

Après la mort, les muscles à réserves aérobies ont un potentiel redox profond, élevé et positif (+250 mv) ; il est propice à la reproduction des bactéries aérobies, à ce moment les réserves d'oxygène ne sont plus renouvelées par le sang, et la profonde chute rapidement, il devient une valeur négative et atteint une valeur de -150 mv en 8 à 10 heures. Les conditions réductrices qui en résultent au plus profond de la viande favorisent la croissance des anaérobies de détérioration (Salifou *et al.*, 2013).

### III.4. Température

Le facteur le plus important contrôlant la croissance microbienne est la température. En général, plus la température est élevée, plus le taux de croissance est rapide. De nombreux micro-organismes de la viande se développeront dans une certaine mesure à toutes les températures allant de moins de 0°C à 65°C (Figure 4). La température optimale pour les bactéries psychrophiles est de -2°C à 7°C, la température optimale pour les bactéries mésophiles est de 10°C à 40°C et la température optimale pour les bactéries thermophiles est de 43°C à 66°C (Salifou *et al.*, 2013).

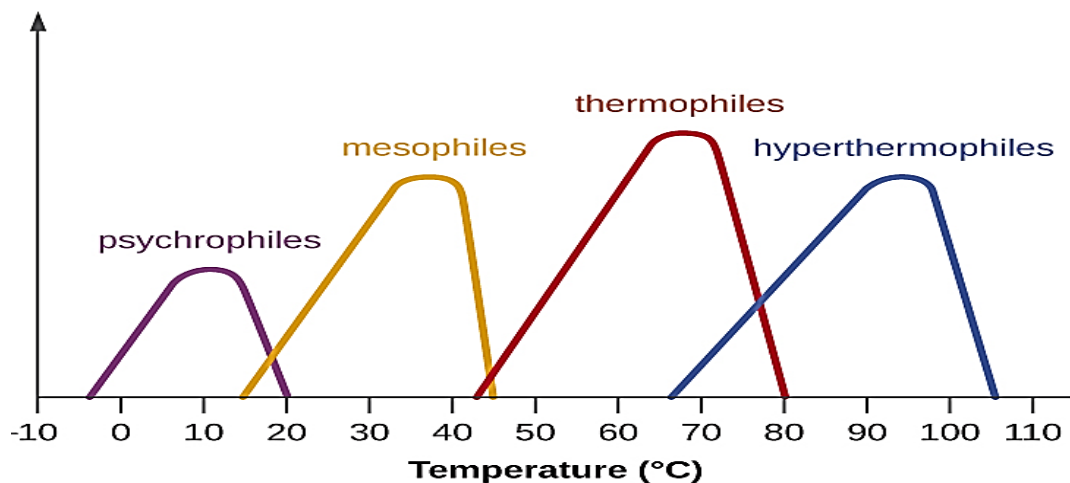


Figure 4 : le taux de croissance des bactéries en fonction de la température.

## Partie I Synthèse bibliographique

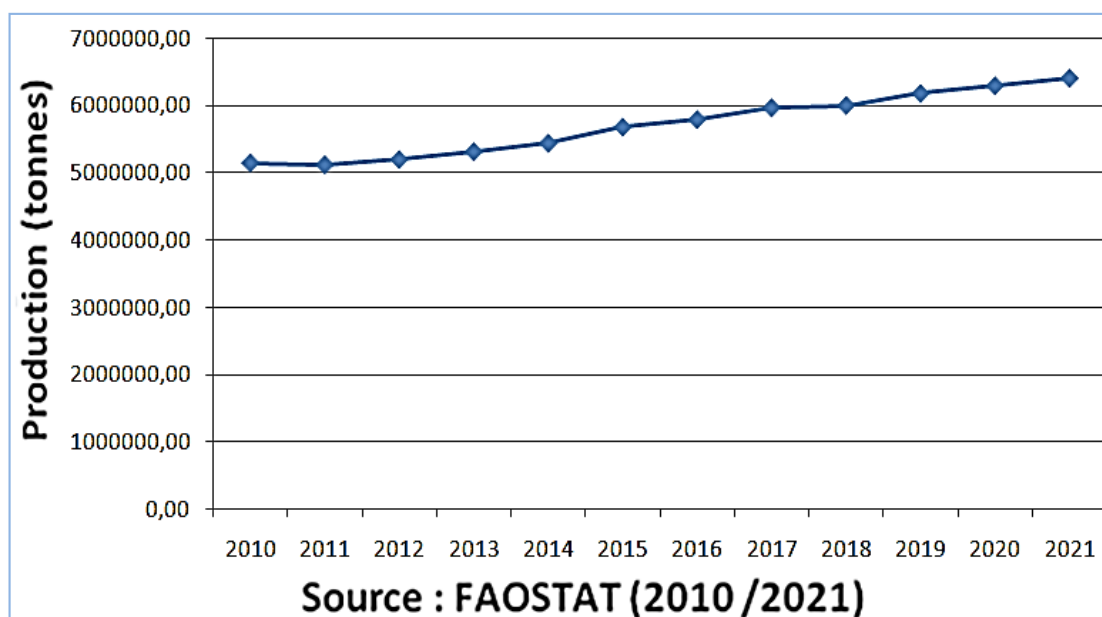
### III.5.L'humidité relative(HR)

L'humidité relative du lieu d'entreposage influe à la fois sur l'activité de l'eau de l'aliment et sur la croissance des microorganismes à la surface de cet aliment (Jean, 2001).

## IV.Production et consommation des viandes (caprine et équine)

### IV.1.À l'échelle mondiale

- ✓ L'évaluation de la Production de viande caprine dans le monde est illustre par la **Figure 5** :



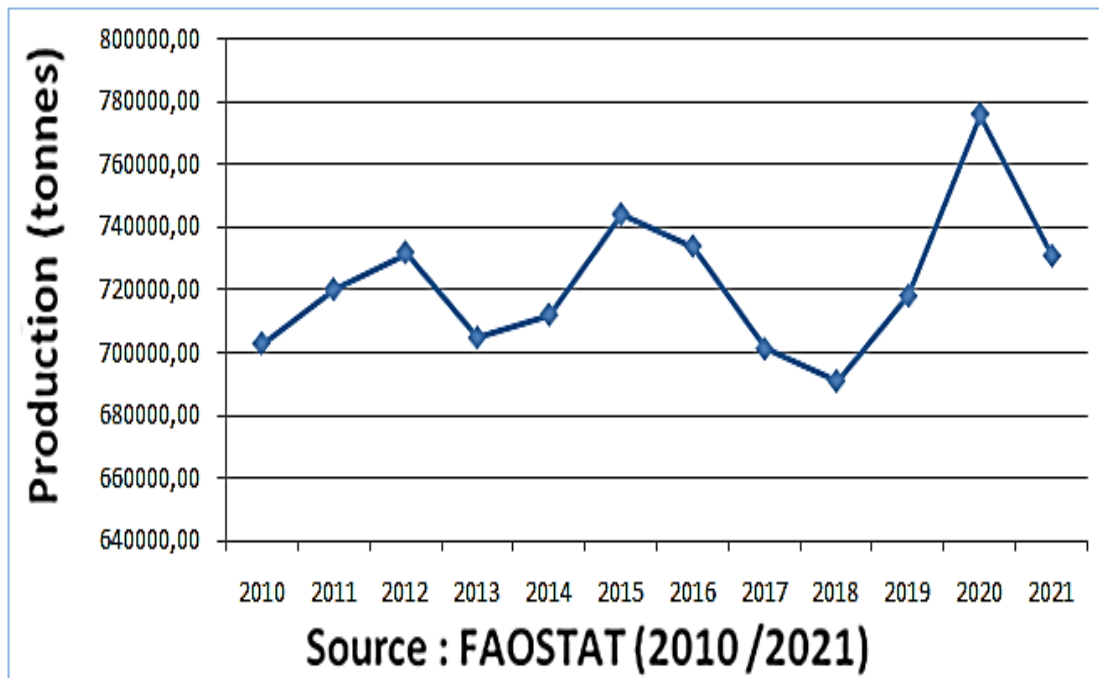
**Figure 5: Évaluation de la Production de viande caprine dans le monde (FAOSTAT,2021)**

Selon la FAOSTAT, (2021) la quantité de la viande caprine produite à l'échelle mondiale est en évolution progressive durant les onze dernières années. La production de la viande caprine dans le monde est estimée à 6,5 millions tonnes en 2021 (FAO, 2023).

Selon l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO), les chèvres représentent la principale source de lait et de viande pour de nombreuses communautés des régions tropicales.

## Partie I Synthèse bibliographique

- ✓ La production de la viande équine à l'échelle mondiale selon FAOSTAT est présente par la **Figure 6** :



**Figure 6 : Évaluation de la production mondiale de viande équine(FAOSTAT, 2021)**

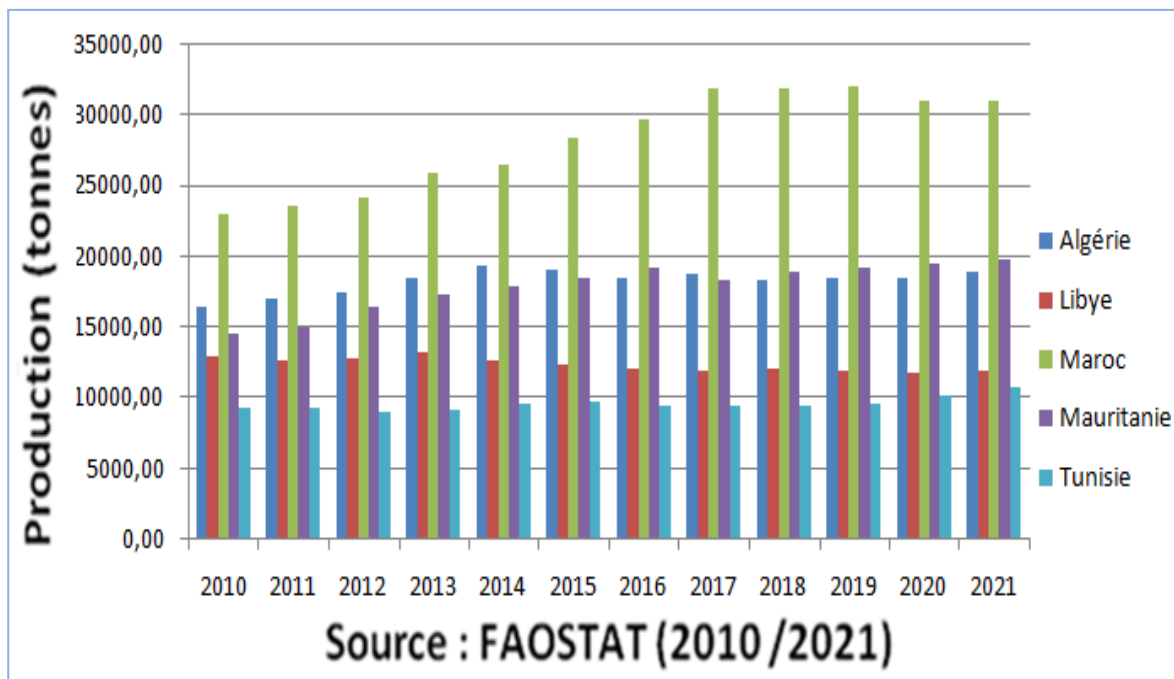
D'après la FAOSTAT, la production mondiale était instable de 2010 à 2019, une hausse de production en 2020 avec près de 780 000 tonnes, suivi d'une diminution en 2021 jusqu'à 730 000 tonnes (*FAO, 2023*).

Selon les données FAOSTAT, la production de viande équine est relativement limitée par rapport à d'autres types de viandes, tels que la viande de bœuf, de porc et de volaille.

## Partie I Synthèse bibliographique

### IV.2 En région maghrébine

- ✓ La production de La viande caprine dans la région maghrébine qui comprend le Maroc, l'Algérie, la Tunisie, la Libye et la Mauritanie, selon FAOSTAT est illustrée par la



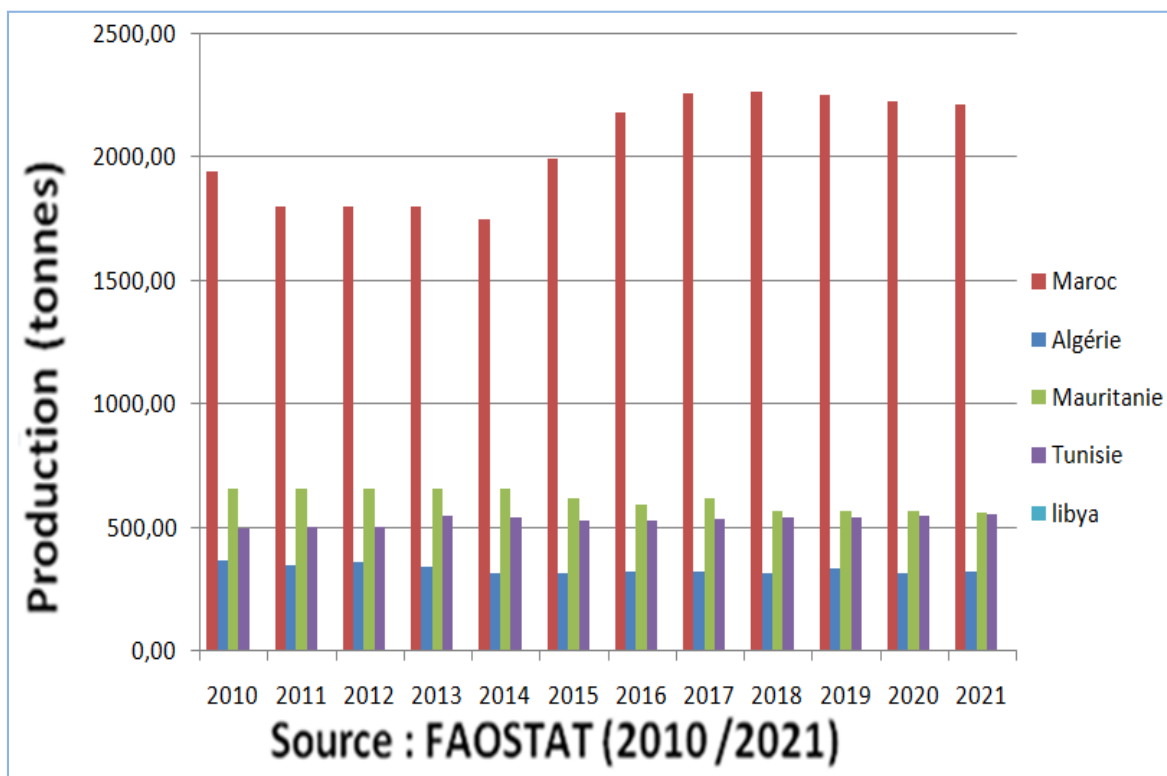
**Figure 7 : Production de La viande caprine dans la région maghrébine (FAOSTAT, 2021)**

D'après FAOSTAT(2021), le Maroc est le premier pays producteur maghrébin de viande caprine avec 32118 tonnes en 2018. Ensuite, vient la Mauritanie avec près de 20000 tonnes en 2021, par la suite l'Algérie avec plus de 15000 tonnes en 2021, en dernier la Libye et la Tunisie avec plus de 10000 tonnes en 2021 (FAO, 2023).

Selon les données FAOSTAT, La production de viande caprine dans la région maghrébine est généralement réalisée par des éleveurs familiaux ou des petites exploitations agricoles, et que la viande caprine maghrébine est appréciée pour sa saveur distincte et est souvent utilisée dans la cuisine traditionnelle de la région.

## Partie I Synthèse bibliographique

- ✓ Production de La viande équine dans la région maghrébine selon FAOSTAT est illustrée parla **Figure 8**



**Figure 8 : Evaluation de la production maghrébine de viande équine (FAOSTAT,2021)**

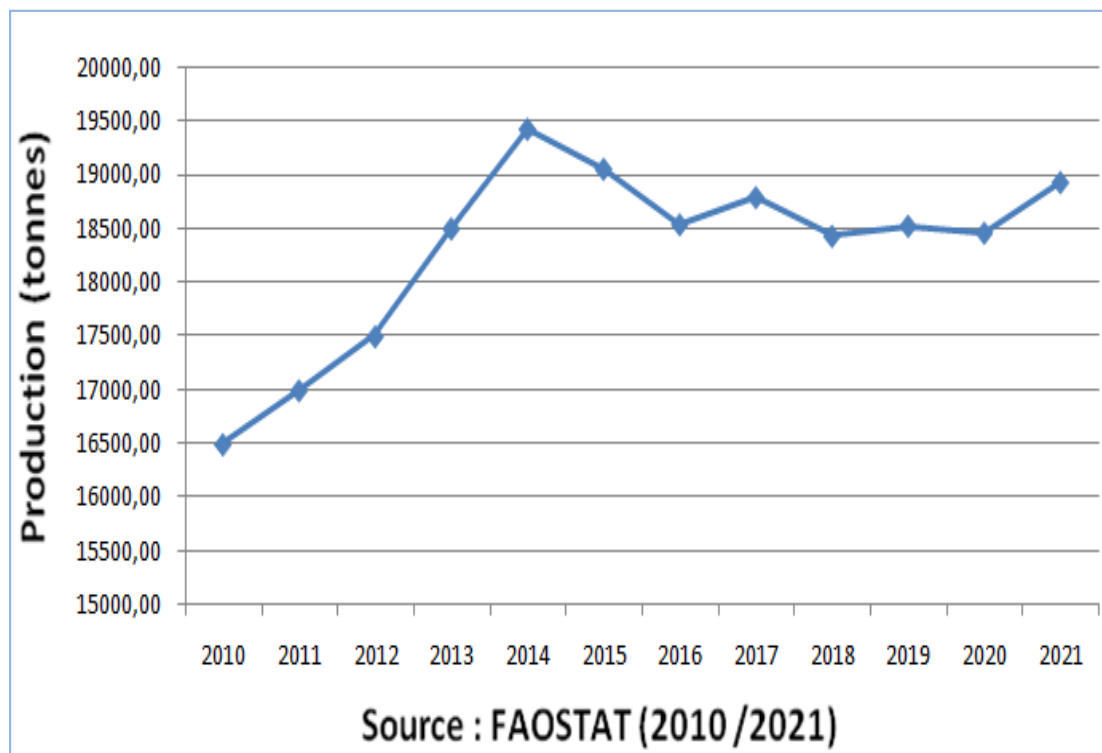
D'après (FAOSTAT, 2021), le Maroc est le premier pays producteur maghrébin de viande équine (**Figure 8**), avec une hausse de production de 2258,58 tonnes en 2018. Par la suite, la Mauritanie et la Tunisie avec plus de 500.00 tonnes en 2021, l'Algérie est en dernière position environ 365 en 2021, la Libye ne figure pas dans cette production (FAO, 2023).

Selon les données disponibles (FAOSTAT, 2021), la production de viande équine dans la région maghrébine est relativement limitée et moins répandue que d'autres types de viandes, tels que la viande bovine, ovine ou caprine. Les habitudes alimentaires et les préférences culturelles, ainsi que d'autres facteurs, influencent la demande et l'offre de viande équine dans la région (FAO, 2023).

## Partie I Synthèse bibliographique

### IV.3. En Algérie

- ✓ La production de la viande caprine en Algérie selon FAOSTAT (2021), est représentée par la **Figure 9**



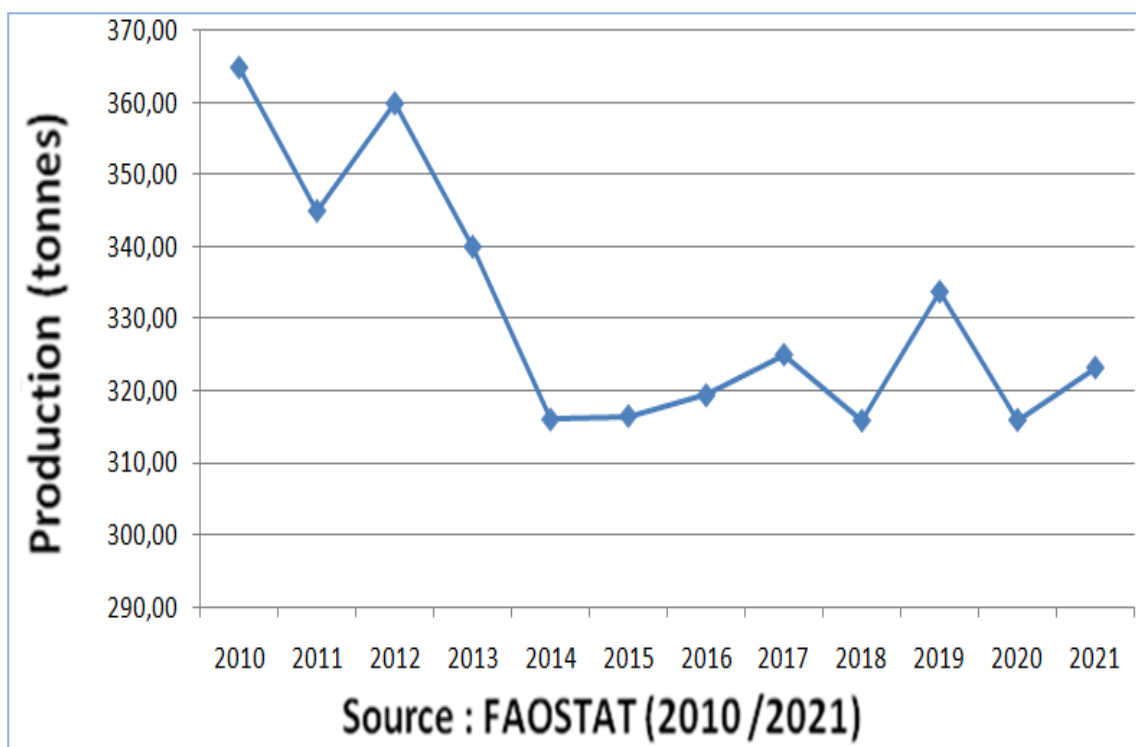
**Figure 9 : Évolution de la production de la viande caprine en Algérie (FAOSTAT, 2021)**

La production nationale de viande caprine a enregistré une évolution croissante entre 2010 et 2014. Durant cette période, la quantité de viande produite est passée de 16 500 à 19 500 tonnes. Selon la FAOSTAT (2021), le taux de production le plus élevé en Algérie à été enregistré en 2014 avec une production de 19 551 tonnes, à partir de l'année 2015, la production caprine recule légèrement (FAO, 2023).

La production nationale de la viande caprine reste marginale par rapport aux autres viandes (bovines et ovines) qui répondent majoritairement à la demande nationale en viande rouge.

## Partie I Synthèse bibliographique

La production de la viande équine en Algérie selon FAOSTAT (2021) est représentée par la **Figure 10**



**Figure 10 : Évolution de la production de viande équine en Algérie (FAOSTAT, 2021)**

La plus forte production de la viande équine à été enregistrée en 2010 avec un taux de 365 tonnes, à partir de cette date une diminution considérable a été enregistrée jusqu'à 315 tonnes en 2020 (FAO, 2023).

La production de viande équine en Algérie selon les données de FAOSTAT est relativement limitée par rapport à d'autres types de viandes. L'élevage équin en Algérie est généralement orienté vers d'autres utilisations, telles que le travail agricole, le transport et les loisirs équestres, plutôt que vers la production de viande.

## **Partie I Synthèse bibliographique**

### **IV.4. Consommation des viandes**

#### **IV.4.1. Consommation mondiale de la viande équine**

La consommation de viande chevaline varie considérablement à travers le monde. Elle est marginale en Afrique et en Amérique, tandis qu'elle est plus répandue dans les pays d'Europe et d'Asie, notamment en Italie (800 g/habitant/an), en Suisse (750 g/habitant/an) et en France (330 g/habitant/an). D'autres pays comme le Kazakhstan, la Bulgarie, la Russie, la Mongolie, l'Islande et le Japon pratiquent également l'hippophagie. Cependant, la plupart des pays consommateurs ne sont pas autosuffisants et dépendent des importations, principalement en provenance des pays d'Amérique du Sud (Argentine, Brésil et Uruguay), du Canada et du Mexique, en raison de la fermeture des derniers abattoirs aux Etats-Unis en 2007.

#### **IV.4.2. Consommation Algérienne de la viande caprine :**

En ce qui concerne l'Algérie, les Algériens ont une préférence pour la viande ovine (55%) et bovine (34%) parmi les viandes rouges consommées (**Chikhi, 2016**). L'élevage caprin en Algérie représente la troisième espèce fournissant de la viande rouge. L'Algérien reste l'un des plus faibles consommateurs de viandes du Maghreb (**Chikh, 2016**).

### **V. Produits dérivés de viande caprine et équine :**

Durant des décennies, le souci majeur de l'homme était de trouver une solution pour prolonger la durée de conservation de la viande. Pour cela, à partir du 19<sup>ème</sup> siècle, l'homme a commencé la production de la charcuterie industrielle pour la transformation des viandes afin de répondre aux exigences des différents consommateurs et faire varier les goûts et les formes de présentation.

Dans cette partie, nous allons découvrir quelques-uns de ces produits carnés dérivés de viande caprine et équine. Pour ce faire, un tour d'horizon est fait à l'échelle mondiale et un autre à l'échelle maghrébine.

#### **V.1.À l'échelle mondiale (voir Figure 11)**

##### **V.1.1.Soudjouk**

Est une saucisse originaire Azerbaïdjan Turquie et les Tatars, sèche et épicée (cumin, sumac, ail, sel, piment rouge) dont il existe multiples variétés. Le soudjouk est constitué

## **Partie I Synthèse bibliographique**

principalement de viande hachée de bœuf ou de porc dans les pays non musulmans et de cheval en asie centrale.

### **V.1.2.Lukanka :**

C'est une saucisse Bulgare, semblable à Soudjouk, mais elle est souvent plus savoureuse. Ce produit carné cru préparé à partir de viande hachée de cheval est demi-sec avec une forme cylindrique aplatie, a une couleur brune-rouge à l'intérieur et parfois épicée. La saucisse obtenue est laissée sécher pendant 40-50 jours avant d'être consommée.

### **V.1.3.Mortadelle**

Elle appartient à la charcuterie italienne, plus précisément originaire de Bologne. Elle est composée traditionnellement de la viande de porc. Cependant, il existe des nouvelles recettes avec la viande hachée équine mélangée avec des épices, de mie de pain, de beurre et de pistache. Ce gros saucisson cuit rose au diamètre de 15 à 20 cm se sert habituellement en tranches très fines.

### **V.1.4.Cervelas :**

Est une saucisse traditionnelle délicieuse, d'origine italienne, réalisée avec la pâte de glace, mélangeant cette dernière avec la viande de cheval, en ajoutant des épices telles que la coriandre, l'ail, des échalotes et de la noix de muscade. Cette charcuterie s'est propagée en Suisse, en Allemagne et en France. Il faut noter que le cervelas de cheval a un apport très élevé en calories.

### **V.1.5.Salami**

Est un type de saucisson sec d'origine italienne, mais de grand diamètre. Il est assaisonné d'un mélange d'épices et de fines herbes, en plus de sel. Il est parfois également fumé ou cuit avant d'être séché.

### **V.1.6.Conserve de viande**

Appelée aussi la viande en pot, c'est une forme de conservation à longue durée par appertisation qui combine la préparation de la viande dans des boîtes hermétiquement clous et leurs stérilisations par la chaleur ensuite refroidissement ultra vite. L'appertisation est inventée par Nicolas Appert en 18<sup>ème</sup> siècle.

## **Partie I Synthèse bibliographique**

### **V.1.7.Saucisse de cheval Kazy**

C'est un plat délicat, écologique, traditionnel et l'un des produits carnés les plus appréciés du peuple turc, fabriqué à partir des morceaux de viande d'un jeune cheval en farcissant un boyau naturel. Cette saucisse peut être fumée, séchée ou bouillie.

### **V.1.8.Terrine de chèvre**

Autrement appelé pâté de chèvre est une préparation d'origine européenne. Elle est composée de chair de chèvre à laquelle on ajoute une garniture aromatique. Elle est toujours servie froide accompagnée d'une salade pour un repas fraîcheur et gourmand.

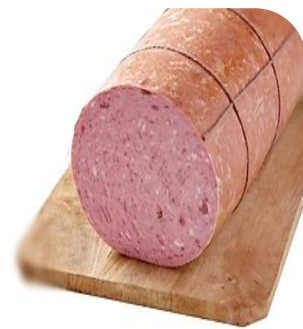
## Partie I Synthèse bibliographique



**YAYLA-Sucuk**



**Lukanka**



**Mortadelle**



**Cervelas**



**salami**



**Conserve de viande de chèvre**



**Conserve de viande de cheval**



**Kazy**



**Terrinede chèvre**

**Figure 11 : Produits dérivés de viande à l'échelle mondiale**

## **Partie I Synthèse bibliographique**

### **V.2. À l'échelle maghrébine et algérienne (voir Figure 12) :**

les différentes cultures au sein des peuples méditerranéens et africains, donnant naissance à différents types d'alimentation à travers les pays de Nord-Africain. les produits carnés préparés au niveau de ces régions sont généralement séchés ou cuits avec des différentes formes, taille, aspects et diamètre, en raison des conditions climatiques de la région (**Boudechicha et al., 2018**).

#### **V.2.1. Marguez**

C'est un produit phare de la cuisine du Maghreb, est une petite saucisse fraîche rouge épicée (fortement pimentée), originaire algérienne, d'environ deux centimètres de diamètre et d'une quinzaine de centimètres de longueur, à base d'un hachis de viande et de condiments introduits dans de l'intestin grêle de mouton ou de chèvre et consommée grillée ou frite.

Le processus de fabrication diffère d'une région à une autre en fonction de l'assaisonnement, le boyau utilisé et le mode de consommation. Le Marguez contient des rapports élevés en matière grasses.

#### **V.2.2. Guedid/Kadid/Achedlouh**

C'est un produit carné traditionnel salé (salage à sec ou en saumure) d'origine des pays du Maghreb et séché au soleil, très populaire dans les pays d'Afrique du Nord. Il peut être épicé (ail, piment rouge, coriandre et menthe). Le Guedid est généralement conservé pendant plusieurs mois à la température ambiante dans un endroit sec. Pour sa consommation, il est rajouté dans la préparation des plats traditionnels tels que le couscous (**Boudechicha et al., 2018**).

#### **V.2.3. Khlii**

C'est un plat appartenant à la culture maghrébine que l'on trouve principalement au Maroc et en Algérie. Il est composé des morceaux désossés de viande de chèvre, et de graisse mélangée avec une préparation épicée, qui parfois peut contenir l'huile d'olive. Le Khlii a été découvert durant une période où les réfrigérateurs n'existaient pas dans le but de garder la viande fraîche (**Boudechicha et al., 2018**).

## **Partie I Synthèse bibliographique**

### **V.2.4. Khliaa Ezir**

Est un produit carné traditionnel, d'origine algérienne, plus précisément dans le Nord-Est de l'Algérie. Ce produit carné est préparé à partir de viande de chèvre désossée et assaisonnée par un mélange d'épices (l'ail fraîchement moulu, le carvi et la coriandre) plus de sel pendant sept jours, ensuite, il est cuit dans l'eau à une température de 80°C. À la fin, les morceaux de viande sont introduits dans une jarre en terre cuite « Ezir », contient de la graisse animale fondue et l'huile d'olive et conserver pendant plusieurs mois à la température ambiante (**Boudechicha et al., 2018**).

### **V.2.5. Mkila**

Est un produit carné très populaire au Maroc, il s'agit d'un mélange des morceaux de viande caprine avec de sel, une large gamme d'épices et de la matière grasse d'origine animale, ce mélange est mariné pendant 12 heures au réfrigérateur ensuite cuit dans l'eau jusqu'à que la tendreté est améliorée, à la fin les morceaux de viande sont frités (**Boudechicha et al., 2018**).

### **V.2.6. Mrouzia tadjine lahlou**

Est un plat traditionnel marocain constitué d'un tajine sucré-salé à la viande, accompagné d'amandes et fruits secs. Il se caractérise par sa saveur caramélisée ainsi que par son parfum de mélange d'épices (Ras El Hanout, sel, gingembre, cannelle... ) et sa texture mielleuse (**Boudechicha et al., 2018**).

### **V.2.7. Merdouma / Bourdim**

Est un produit carné prêt à manger le plus connu en sud d'Algérie et en Libye, préparé à partir d'une carcasse entière d'une chèvre de petite taille mélangée avec du sel et une large gamme d'épices ensuite cuite d'une méthode traditionnelle dans un four présenté comme un trou creusé dans la terre «Taboon » pour obtenir une viande très tendre, au goût fumé incomparable (**Boudechicha et al., 2018**).

### **V.2.8. Maynama**

C'est un produit carné traditionnel très populaire au sud algérien, il est préparé par la viande caprine salée, épicée et fumée cuit dans un tonboon comme la Merdouma (**Boudechicha et al., 2018**).

**Partie I Synthèse bibliographique**



**Marguez de chèvre**



**Marguez de cheval**



**Viande caprine séchée**



**Viande caprine séchée et épicée**



**Khlii marocaine**



**KhliaaEziz**



**Mkila**



**Mrouzia**



**Merdouma**



**Maynama**

**Figure 12 : Produits dérivés de viande à l'échelle maghrébine et algérienne**

### **VI Les méthodes de conservation alternatives des viandes**

#### **VI1. Traitement par pression hydrostatique**

Le procédé à haute pression hydrostatique (HPH), également appelé « pascalisation », est une technologie qui augmente la durée de conservation des aliments **(Lavigne, 2019)**.

Les premières études scientifiques visant à démontrer l'efficacité du traitement des aliments par haute pression datent de la fin de XIX<sup>e</sup> siècle, cette technique était appliquée sur plusieurs matrices alimentaires telles que les fruits, la viande, les jus et les sauces **(Chawla et al., 2011)**.

Ce traitement fonctionne de façon discontinue et applicable à des produits alimentaires liquides et solides sous emballage souple, imperméable (sacs flexibles sous vide et bouteilles de plastique). Les aliments emballés sont introduits dans un panier, puis ce dernier est acheminé dans l'enceinte du système de mise sous pression, l'eau remplie ensuite cette enceinte puis mise sous pression par utilisation d'une pompe Hautes Pressions pouvant injecter de l'eau jusqu'à des pressions de 600 MPa (6000 bars). Comme la pression s'exerce de façon uniforme et instantanée, les aliments traités sont donc peu déformés. Lorsque le temps de mise sous pression est atteint (1-3 min selon le niveau de pression souhaitée), la décompression est instantanée et le produit reprend sa forme initiale **(Pal et al., 2018)**.

L'inactivation microbienne par l'application de hautes pressions dépend de plusieurs paramètres tels que le type de microorganisme, le niveau de pression, la température et la durée du processus, ainsi que le pH et la composition de l'aliment **(Pal et al., 2018)**.

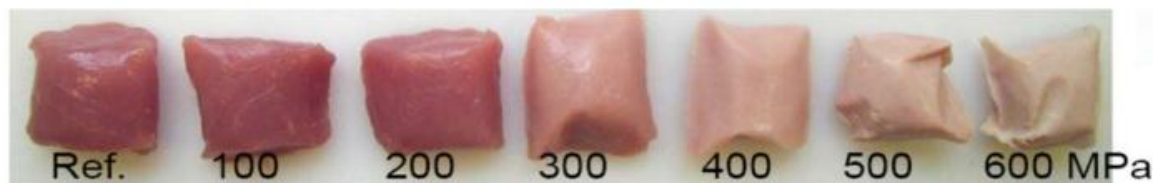
L'inactivation est due à des dommages étendus des microorganismes par modification de la morphologie et de plusieurs composants vulnérables tels que la membrane cellulaire, les ribosomes et les enzymes, y compris ceux impliqués dans la réplication et la transcription de l'ADN **(Wiltshire et al., 2016)**.

Les hautes pressions modifient la couleur de la viande et produits carnés crus, on observe généralement une augmentation de la clarté souvent couplée à une diminution de

## **Partie I Synthèse bibliographique**

l'indice de rouge et de l'indice de jaune aboutissent ainsi à un éclaircissement marqué de la viande fraîche (Chawla *et al.*, 2011).

Ce phénomène est dû à l'oxydation de l'hème (conversion de la myoglobine en met myoglobine) et à la dénaturation partielle des protéines myofibrillaires (Pal *et al.*, 2018).



**Figure 13 : Couleur de la viande de porc crue traitée par Hautes Pressions à 10 °C (Pottier *et al.*, 2016).**

Selon (Jean *et al.*, 2019), l'application de l'HPH sur le lait induit une modification de la structure de la micelle et la taille des caséines lorsque la pression est égale ou supérieure à 400 MPa. Le lait change de couleur à cause de la diminution de sa capacité à diffuser la lumière (Huppertz *et al.*, 2006).

### **VI.2. Traitement par pression hydrodynamique**

La tendreté de la viande est le principal critère qui détermine sa qualité (Listrat *et al.*, 2015).

Le concept d'attendrissement de la viande à l'aide d'ondes de choc, appelé traitement par pression hydrodynamique (HDP). Il s'avère qu'un traitement par l'HDP n'avait aucun effet négatif sur les caractéristiques organoleptiques du produit, néanmoins, après la cuisson, la viande traitée acquiert un aspect plus tendre par rapport à l'échantillon témoin (Pal *et al.*, 2018).

Ce procédé consiste à placer la viande emballée sous vide dans un récipient d'eau puis à faire exploser une faible charge d'explosif qui crée une onde de choc avec des fronts de pression ciblés de 200 mégapascals à 700 mégapascals se produit en quelques millisecondes dans l'eau. Cette onde de choc a pour effet d'attendrir la viande et aussi un effet sur la flore pathogène de la viande (Pal *et al.*, 2018).

## **Partie I Synthèse bibliographique**

Des études ont été conduites pour mesurer l'effet du HDP sur les bactéries d'altération de la viande de bœuf hachée naturellement contaminée, une réduction décimale de trois  $\log_{10}$  a été observée, et la durée de conservation des produits carnée réfrigérés est augmentée de 14-15 jours de stockage à 5°C (**Gros Lambert, 2001**).

### **VI3. Emballages actifs**

L'emballage actif est un emballage destiné à prolonger la durée de conservation et maintenir l'état des denrées alimentaires emballées. Il est conçu de façon à intégrer délibérément des constituants qui libèrent ou absorbent des substances dans les denrées alimentaires emballées ou dans leur environnement (**Malgoire et al., 2020**).

Le rôle de l'emballage est de protéger l'aliment des attaques du milieu extérieur et d'assurer les qualités organoleptiques de produit alimentaire durant la durée de conservation, par un effet barrière (**Portes, 2008**).

Il est considéré comme une méthode alternative de conservation des aliments et, il est basé sur l'utilisation de biomatériaux ou bio emballages élaborés à partir de macromolécules d'origine naturelle pouvant être renouvelables et/ou biodégradables (**Djenane et al., 2016**).

#### **VI3.1. Les emballages actifs antimicrobiens**

La maîtrise de la contamination microbiologique des viandes et produits carnés est un enjeu majeur de la filière. Le muscle constitue un excellent milieu de développement pour les microorganismes d'altération des propriétés organoleptiques de la viande (couleur, saveur, odeur ...) et de la diminution de sa durée de conservation (**Fang et al., 2017**).

Un emballage antimicrobien est un système capable de détruire ou d'inhiber la croissance des germes et ainsi de prolonger la durée de vie d'un produit (**Han, 2003**).

Les emballages actifs antimicrobiens peuvent être utilisés de plusieurs manières

- Par incorporation d'un sachet contenant des substances antimicrobiennes dans l'emballage. L'action antimicrobienne est permise par des capteurs de gaz (oxygène, dioxyde de carbone ou de dioxyde de chlore) (**Véronique, 2008**).
- Incorporation de la nisine dans un film d'emballage (**Chollet, 2007**).

## **Partie I Synthèse bibliographique**

- Par incorporation directe de la substance active dans le film d'emballage. Par exemple un emballage antimicrobien à base des huiles essentielles telles que : HE de la cannelle, de clou de girofle et d'illicium verum (**Zhang et al., 2019**).
- Par revêtement de la surface de l'emballage. L'incorporation de différents nanomatériaux dans des polymères d'origine biologique (**Malgoire et al., 2020**).

### **VI3.2. Les emballages actifs antioxydants**

Après l'altération, l'oxydation des graisses est l'un des mécanismes les plus importants conduisant à l'altération des denrées alimentaires.

Le contact des viandes avec l'oxygène gazeux favorise l'oxydation des lipides (provoquant le rancissement de la viande et produisant des aldéhydes indésirables), les pertes nutritionnelles et le développement d'odeurs et de saveurs indésirables (**Malgoire et al., 2020**).

Les oxydations du pigment musculaire peuvent être à l'origine d'altérations de la couleur (couleur brune de la viande). Le rôle des antioxydants dans l'industrie agroalimentaire est de minimiser la dégradation des aliments durant le stockage (**Djenane et al., 2006**).

Les antioxydants peuvent être ajoutés directement aux formulations alimentaires, soient par pulvérisation, l'immersion ou le mélange, ce qui peut causer des modifications de la qualité organoleptique (**Benbettaieb, 2022**).

Une alternative aux systèmes de piégeage de l'oxygène, pour éviter le phénomène d'oxydation des aliments, est l'incorporation d'antioxydants dans les emballages (**Realini et al., 2014**).

Cette stratégie est innovante consiste à incorporer les antioxydants dans un polymère afin d'éviter les réactions d'oxydation et de prolonger la durée de conservation (**Realini et al., 2014**).

Selon **Benbettaieb (2022)**, les agents actifs peuvent agir par trois mécanismes avec la matrice alimentaire :

- Par contact direct avec l'aliment : l'antioxydant est incorporé dans l'emballage, il migre dans l'aliment par diffusion moléculaire.

## Partie I Synthèse bibliographique

- Par contact direct entre l'emballage et l'aliment : consiste à immobiliser d'une façon chimique ou physique l'agent actif sur la surface de l'emballage.
- Par l'évapotranspiration (relargage) dans l'espace de tête de l'emballage.

### **VI4. Conditionnement sous atmosphère modifiée MAP**

Le conditionnement sous atmosphère modifiée est une technique qui consiste à conserver une denrée alimentaire dans un emballage dans lequel l'air ambiant qui est en contact avec la denrée alimentaire est remplacé par d'autres gaz ainsi qu'elle est souvent associée à une conservation à basse température. Cette technique alternative permet de protéger la viande de l'oxygène qui est un facteur de dégradation des qualités organoleptiques et d'éviter leurs dégradations en ralentissant la croissance des bactéries et la formation des mauvaises odeurs caractéristiques d'une viande altérée (**Bouzi** *et al., 2019*).

Les gaz utilisés dans le conditionnement des aliments sont variables. Chaque denrée alimentaire, selon ses propres caractéristiques, a besoin d'un mélange de gaz spécifique (**Bouzi** *et al., 2019*).

Gaz	Propriétés	Effets
Azote : N <sub>2</sub>	Inerte Sans odeur Faiblement soluble dans l'eau et dans les graisses Pas de propriété ni fongistatique ni bactériostatique directe	Empêche l'oxydation des pigments Empêche la prolifération des bactéries aérobies Protège les produits contre l'écrasement
Dioxyde de carbone : CO <sub>2</sub>	À partir d'une certaine concentration : Effet bactériostatique et fongistatique Fortement soluble dans l'eau et les graisses	Efficace à des concentrations atmosphériques supérieures à 20% Empêche la croissance et limite la vitesse de multiplication des bactéries aérobies et des moisissures Un fort effet inhibiteur sur les bactéries de genre <i>Pseudomonas</i>
Oxygène : O <sub>2</sub>	Agent oxydant Vital	Protège la coloration rouge de la viande Empêche la prolifération des germes fortement anaérobies

**Tableau 3 : Les différents gaz utilisés : leurs propriétés et leurs effets.**

## Partie I Synthèse bibliographique

Produit	Durée de conservation moyenne dans l'air	Durée de conservation moyenne avec CAM	Température de stockage
Viande rouge crue	2-4 jours	5-8 jours	2-3°C
Viande cuite en tranches	2-4 jours	2-5 semaines	4-6°C
Saucisses	2-4 jours	2-5 semaines	4-6°C
Charcuteries	2-4 jours	2-5 semaines	4-6°C

**Tableau 4 : Comparaison de la durée de conservation des produits emballés dans de l'air ou avec CAM.**

### **VI5. Conservation de la viande par la marinade**

La marinade est un mélange d'arômes et de liquide savoureux, elle contient généralement trois ingrédients de base et chaque ingrédient joue un important (**Djenane *et al.*, 2023**)

- ✓ **Un élément gras** : les huiles (huile d'olive, lait de coco, beurre ...). Les huiles aident les saveurs absorbent dans les tissus gras, il est préférable d'utiliser des huiles à haut point de fumée.
- ✓ **Un élément aromatique** : fines herbes, bouquet garni et épices.
- ✓ **Un liquide acide** : vinaigre, citron, moutarde, yaourt, vin, bière, babeurre. Le composant acide a pour but d'attendrir la viande et aider la saveur infusée plus profonde.

Autrefois cette méthode était un procédé de conservation utilisé depuis la préhistoire dans différentes civilisations (**Boudechicha *et al.*, 2018**).

Il semble que l'utilisation des épices dans les pays chauds aurait aidé certains peuples (peuple indien) à mieux conserver leurs aliments et éviter les infections alimentaires. Parmi les épices reconnues pour leur superpouvoir de conservation, on retrouve : l'ail, l'oignon, le piment, l'origan, la cannelle, le poivre, le cumin, le gingembre, le romarin, laurier, le clou de girofle, la citronnelle, thym, la sarriette et d'autres. En effet, leurs huiles essentielles empêchent la prolifération des bactéries responsables de la décomposition de la viande.

## **Partie I Synthèse bibliographique**

Les épices sont utilisées par l'homme depuis l'Antiquité pour la conservation des denrées alimentaires grâce à leurs propriétés antiseptiques et désinfectantes **(Dele,1999)**.

Plusieurs recherches ont confirmé les effets des épices sur la santé humaine à titre exemple le clou de girofle **(Razakaraimo,2014)**.

Dans les pays d'Afrique de nord ne font pas l'exception, spécialement chez les Berbères, utilisent la marinade comme stratégie de conservation **(Boudechicha et al., 2018)**.

Parmi les produits carnés conservés par la marinade, on peut citer : Guedid épicé et séché et Khliaa Ezir dont « Khliaa » correspond à l'étape de conservation de la viande assaisonnée par plusieurs types d'épices plus de sel dans un mélange d'huile d'olive et de graisse animale et « Ezir » se référant à la jarre en terre cuite **(Boudechicha et al., 2018)**.

### **VI6.Conservation par les extraits de plantes**

Les huiles essentielles, également appelées huiles odoriférantes volatiles, sont des liquides huileux aromatiques extraits de différentes parties de plantes comme les feuilles, les écorces, les fleurs, les tiges, les racines, les bourgeons, les graines... **(Chagra, 2019)**.

Elles sont constituées de plusieurs molécules chimiques de synthèse naturelle, d'un mélange hétérogène de substances organiques complexes et aromatiques telles que les terpénoïdes et les terpènes, les constituants aromatiques et aliphatiques **(Fuinel, 2003)**.

Ces molécules sont différentes selon le type de la plante, le sol dans lequel la plante se croit, le temps de récolte, la partie de la plante et la méthode d'extraction **(Bousbia, 2011)**.

Les activités biologiques des plantes aromatiques sont connues depuis l'antiquité. Toutefois, il aura fallu attendre les scientifiques du 20ème siècle pour qu'ils intéressent à ce genre des recherches.

L'application d'extrait des feuilles d'olivier sur la viande de dinde ont montré des résultats très encourageants et permettent de suggérer que l'*Oleuropéine* possède des propriétés antimicrobiennes et antiradicalaires importantes **(Djenane et al., 2012)**.

Les extraits des plantes comme le Romarin, Gingembre et feuilles de citron préservent les qualités nutritionnelles des produits alimentaires en retardant la dégradation oxydative des lipides grâce à leur richesse en antioxydants **(Botineau, 2010)**.

## **Partie I Synthèse bibliographique**

De plus, le potentiel d'utilisation des huiles essentielles comme agents fongicides est renforcé par leurs biodégradabilités (**Abdollahet *al.*, 1997**).

Ils sont largement utilisés comme des agents de saveur dans plusieurs denrées alimentaires (**Hmiri et *al.*, 2011**).

La famille des Lamiacées est considérée comme source mondiale d'épices et d'extrait à fort pouvoir antibactérien, antifongique, anti-inflammatoire et antioxydant (**Benayache, 2017**).

L'extrait de *Lavandula Stoechas* est largement utilisé dans la médecine traditionnelle et les cosmétiques, et également utilisé comme agents antibactériens, antioxydants et anti-inflammatoires (**Bachiri et *al.*, 2016**).

Les résultats ont montré que l'effet antibactérien des huiles essentielles d'*Eucalyptusglobulus*, de *Lavandula angustifolia* et *Satureja hortensis* ont permis de conclure que les HE testées constituent une alternative naturelle prometteuse pour être utilisées dans la préservation des œufs entiers liquides (**Djenane et *al.*, 2011**).

Les huiles essentielles possèdent un pouvoir antibactérien, elles provoquent une lyse bactérienne chez plusieurs souches. D'après les recherches, les bactéries à Gram négatif sont plus résistantes aux huiles essentielles grâce à leur membrane bactérienne qui est riche en liposaccharides (**Shakeri *etal.*, 2014**).

Le groupe hydroxyle du phénol interagit avec la membrane cellulaire provoquant une perméabilité des composés cytoplasmiques et des altérations de structure et de perméabilité. Cette réaction induit aussi une modification de structure des acides gras et des phospholipides et une perturbation de la synthèse de l'ADN (**Kong et *al.*, 2008**).



## **Partie II Partie expérimentale**



**Matériels et méthodes**

## I. Matériel

### I.1. Souche microbienne

Dans notre étude, nous avons choisi *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, car elle est considérée comme la flore d'altération majoritaire des viandes et produits carnés. Elle nous a été octroyée par notre aimable et sympathique professeur en microbiologie à l'université de Mouloud Mammeri en l'occurrence, " Dr TITOUCHE Yacine".

*Pseudomonas aeruginosa* autrement connu sous le nom de bacille pyocyannique, bactérie pathogène opportuniste, les bacilles sont fins (Liste *et al.*, 2009), droites et très mobile grâce à un flagelle polaire : ciliature mono triche, dépourvues des spores et des capsules (Hafiane *et al.*, 2008).

A été découvert par Gessard en 1882. Au cours de la 1ère guerre mondiale, l'agent du « pus bleu » (voir Figure 14) est à l'origine de la surinfection de plaies chez les soldats (Gessard, 1984).



**Figure 14 : culture de *Pseudomonas aeruginosa* dans un milieu liquide (photo originale, 2023)**

Cette bactérie à gram négatif, aérobic strict émerge comme un agent pathogène majeur de l'homme. L'hôpital constitue une riche écologique favorable à son développement : C'est l'exemple type des bactéries nosocomiales opportunistes.

Son réservoir est dit « ubiquitaire », en étroite relation avec les environnements hydriques riches en matière organique (piscines, égouts, lacs, estuaires...), de plus, ce germe

produit un pigment bleu-vert, la pyocyanine, qui se combine avec la pyoverdine, ce qui donne une couleur vert vif. (**Liste et al., 2009**).

Elle est définie comme une bactérie protéolytique qui attaque les protéines des aliments en induisant la libération de dérivés soufrés, ammoniacés, qui donnent une odeur caractéristique « d'œuf pourri » et des verdissements.

Ce microorganisme comme la plupart des organismes vivants a besoin de fer (Fe) pour sa croissance ainsi que d'autres métaux biologiques comme le zinc(Zn), le cuivre(Cu), et d'autres. *Pseudomonas aeruginosa* utilise principalement deux stratégies pour dérober du fer à son hôte. Elle peut tout d'abord capter directement l'hème contenu dans l'hémoglobine.

La bactérie peut aussi sécréter des sidérophores qui sont des petites molécules capables de dérober le fer contenu dans les protéines de l'organisme et l'engendrer pour que la cellule bactérienne puisse l'intégrer.

Afin d'acquérir le fer, cet agent de « pus vert » produit deux sidérophores majeurs : la pyoverdine laquelle souvent considérée comme sidérophore principale ainsi que la pyochéline (**Bonneau, 2020**).

## **I.2. Matériel végétal**

Notre étude porte sur l'évaluation d'activité antioxydante antibactérienne de l'eugénol, et de l'huile essentielle de *Thymus algeriensis* d'Algérie commercialisée au niveau de magasin EL DJOUDA, TIZI-OUZOU de la marque Purenaissance.

### **I.2.1.Eugénol**

L'eugénol est un liquide transparent, incolore ou jaune pâle. L'eugénol est le principal constituant de l'huile essentielle de clous de girofle (**Kamatou et al., 2012**). La substance a un fort arôme de clou de girofle et un goût épicé. C'est une molécule phénolique naturelle bioactive volatile. On la trouve couramment dans les clous de girofle, la cannelle, le poivre et d'autres plantes aromatiques, mais elle est principalement isolée des clous de girofle. Elle s'assombrit lorsqu'elle est exposée à l'air (**Yuwono et al., 2002**).

L'eugénol utilisé dans cette étude a été octroyé par Dr HAMOUNI et Dr AIT BRAHAM médecins dentistes à FREHA, TIZI-OUZOU.



Figure 15 : Eugénol (photo originale, 2023)

### I.2.2. Huile essentielle de *Thymus algeriensis*

Le *Thymus algeriensis* est une plante vivace de la famille des *Lamiacées*, odorante herbacée, largement utilisée, fraîche ou séchée, en tant qu'herbe culinaire qui pousse en grappes à partir de souches courtes et ligneuses (Amarti *et al.*, 2010).

*Thymus algeriensis*, très répondeu dans les pays de l'Afrique du Nord, ses noms populaires en langues arabe et berbère sont : Zhitra, Djertil, Hamriya, Rebba, Mezoukesh, Khieta, Toushna (Morales, 2002).

Le *Thymus algeriensis* est endémique à l'Algérie, la Libye, la Tunisie et le Maroc (Houmani *et al.*, 2002).

L'huile essentielle de thym est largement utilisée comme conservateur dans plusieurs domaines pharmaceutiques et comme agent aromatisant dans de nombreux aliments. Le genre Thym comprend de nombreuses espèces et variétés. Les huiles essentielles de nombreux types de thym ont des effets antibactériens et antifongiques (Pellecuer *et al.*, 1980).



Figure 16 : L'huile essentielle de *Thymus algeriensis* de l'Algérie

## II. Les analyses microbiologiques

### II.1. Revivification de la souche *Pseudomonas aeruginosa* (voir Figure 17)

**But :** Obtention des solutions bactériennes jeunes, pures et fraîches.

**Principe :** Transférer une culture bactérienne ancienne d'une gélose à un milieu liquide pour permettre sa croissance.

#### Mode opératoire

- Préparation des tubes à essais contenant 10 mL de bouillon nutritive BHB puis les stériliser pendant 30 min à 121 °C.
- Dans une hotte de microbiologie et à la proximité de bec bunsen, on prépare la boîte pétrie contenant notre culture bactérienne « *Pseudomonas aeruginosa* ».
- Prélever à l'aide d'une anse stérile une fraction de l'inoculum bactérien et le faire plonger dans le BHB déjà préparé.
- Incuber le tube pendant 24 heures.
- À l'aide d'une micropipette, on prend 10  $\mu$ L de la solution bactérienne et la transférer sur la surface de la gélose nutritive déjà coulée et solidifiée dans les boîtes Pétri.
- Étaler l'inoculum avec une pipette râteau.
- Incuber les boîtes pétries à 37 °C pendant 24h.



Figure 17 : Revivification de la souche (photos originales, 2023)

### Standardisation de l'inoculum (voir Figure 18)

**Principe :** Il s'agit de la numération des colonies de *Pseudomonas aeruginosa* sur le milieu PCA par ensemencement en profondeur des différentes dilutions de la suspension bactérienne.

### Mode opératoire

#### Préparation de la solution mère

- Prélever aseptiquement à l'aide d'une anse stérile une fraction d'inoculum bactérienne et le faire plonger dans un tube à essai contenant 10 mL du BHB ensuite incubé pendant une heure à 37 °C.

#### Préparation des dilutions successives

- Prélever aseptiquement à l'aide d'une pipette stérile 1 mL de la solution mère et on l'introduit dans un tube à essai contenant 9 mL de BHB ; cette suspension constitue alors la solution  $10^{-1}$ .
- Poursuivre cette opération jusqu'à obtenir la dilution  $10^{-7}$

### Ensemencement en surfusion

- Transférer 1 mL de la dilution  $10^{-6}$  et  $10^{-7}$  dans des boîtes Pétri vides et stériles.
- Couler 15 mL de gélose nutritive.
- Homogénéiser parfaitement.
- Laisser solidifier sur une surface froide. Incuber à  $37\text{ °C}$  pendant 24 h.

### Lecture

La lecture se fait au bout de 24 heures.

Selon la norme Française XPV08-102, chaque boîte retenue devra contenir au plus 300 colonies et au moins 15 colonies. Le nombre des colonies est calculé à partir des boîtes retenues au niveau de deux dilutions successives à l'aide de la formule suivante :

$$N = \frac{C}{V} \left( \frac{n_1 + 0,1 n_2}{D} \right)$$

N : nombre de germes par gramme de produit

C : somme des colonies dénombrées sur toutes les boîtes retenues

$n_1$  : nombre de boîtes retenues à la première dilution

$n_2$  : nombre de boîtes retenues à la deuxième dilution

V : volume d'inoculum appliqué à chaque boîte

D : le taux de dilution correspondant à la première dilution



Figure 18 : Standardisation de l'inoculum (photos originelles, 2023)

## II.2. Test antimicrobien (voir Figure 19)

### II.2.1. Diffusion sur gélose

**Principe :** la technique utilisée pour évaluer l'activité antimicrobienne est la technique de diffusion sur milieu gélosé en déposant des disques stériles de papier wattman (6 mm de diamètre) imbibés des substances bioactives sur un tapis microbien. Le diamètre d'inhibition autour du disque signifie l'activité antimicrobienne de l'extrait utilisé.

#### Mode opératoire

- Préparation d'une solution standardisée d'inoculum jeune et frais correspondant à  $10^8$  UFC/mL.
- Des boîtes de Pétri contenant de la gélose Mueller Hinton à raison de 20 mL par boîte sont inoculées.
- 10  $\mu$ L de la suspension bactérienne sont déposées à la surface du milieu de culture puis étalées à l'aide d'un râteau stérile.
- Ensuite, on dépose un disque de papier filtre stérile de 6 mm de diamètre à la surface de chaque boîte de Pétri.
- Le disque est imbibé par 5  $\mu$ L d'extrait bioactive (HE de thym et Eugénol) dilué en DMSO (v/v) et un seul disque imbibé par le DMSO pour confirmer le non-activité sur le germe (contrôle négatif).
- Les boîtes de pétri sont ensuite fermées et laissées à diffuser et mises à l'étuve à une température de 37 °C pendant 24 h.
- Après 24h d'incubation, une zone inhibitrice apparait autour du disque si l'extrait en question inhibe le développement bactérien.



Figure 19 : Test d'antibiogramme et de CMI (photos originales, 2023)

### II.2.2. Déterminer la CMI (voir Figure 19)

**But :** détermination de la sensibilité et la résistance de « *Pseudomonas aeruginosa* » aux antibiotiques naturels (HE de thym et l'eugénol).

**Principe :** CMI est la plus petite concentration d'antibiotique qui inhibe toute culture de *Pseudomonas Aeruginosa* après 18 à 24 heures d'incubation à 37 °C. Cette valeur caractérise l'effet bactériostatique d'un antibiotique.

**Mode opératoire :**

**Préparation d'une culture en phase exponentielle :**

- Repiquer aseptiquement à l'aide d'une anse stérile une fraction d'inoculum bactérien et la faire plonger dans un tube à essai contenant 10 L de BHB ensuite incuber à 37 °C pendant une heure.

- Du fait la non-miscibilité de nos huiles utilisées, une mise en émulsion a été réalisée en DMSO. Des dilutions sont préparées 1/2, 1/4, 1/8, 1/16, 1/32, 1/64, 1/128, 1/256 (v/v).
- Préparer des boîtes de Pétri stériles contenant de la gélose MH.
- 10 µL de la suspension bactérienne correspondant à  $10^8$  UFC/mL sont déposées à la surface du milieu de culture ensuite étaler à l'aide d'un râteau stérile.
- Déposer à la surface de chaque boîte un disque stérile de papier filtre Wattman de 6 mm de diamètre imbibé par une des dilutions déjà préparée.
- Les boîtes de Pétri sont ensuite fermées et laissées à diffuser et mises à l'étuve à une température de 37 °C pendant 18-24 heures

**Lecture de la CMI :** examiner les résultats à l'œil nu, la CMI correspond à la plus petite concentration en extrait qui inhibe toute croissance bactérienne

### III. Test antioxydant

#### Test de piégeage du radical DPPH

**Principe :** en présence de substances anti-radicalaires (appelées antioxydantes) capables de céder des atomes d'hydrogène, le DPPH° (radical libre de couleur violette), mis en solution, se transforme à travers une réaction de réduction en DPPH-H (Diphénylpicryl-hydrazine) ayant une couleur jaune. Ce changement de couleur peut être suivi par spectrophotométrie en mesurant la diminution de l'absorbance du radical DPPH° à 517 nm (**Benchoulak, 2008**).

Ce test a été réalisé selon le protocole de (**Benchoulak, 2008**)

- Une solution de DPPH est préparée par solubilisation de 4 mg de DPPH dans 100 mL de méthanol et conserver au froid dans un flacon stérile et opaque.
- À partir d'une solution méthanolique de  $C_1 = 0.2$  mg/mL de l'extrait, les dilutions suivantes ont été préparées :  $C_2 = 0.15$  mg/mL,  $C_3 = 0.1$  mg/mL,  $C_4 = 0.05$  mg/mL,  $C_5 = 0.005$  mg/mL et  $C_6 = 0.0025$  mg/mL.
- À chaque volume de 4 mL de la solution méthanolique du DPPH°, un volume de 1 mL de chaque concentration préparée de l'extrait est ajouté. Après agitation et incubation à l'obscurité et à la température ambiante pendant 30 minutes, les densités optiques des mélanges sont mesurées à 517 nm contre un blanc (méthanol).
- La solution témoin (ou contrôle négatif) a été préparée en ajoutant 1 mL du méthanol à 4 mL de la solution du DPPH° utilisée.

L'activité antioxydante des extraits étudiés est comparée à celle de l'acide ascorbique (l'antioxydant de référence), mesurée de la même manière à celle utilisée pour les extraits.

L'inhibition du radical DPPH° est représenté en pourcentage (**I%**), calculée selon la formule suivante :  $I\% = [(A_{\text{témoin}} - A_{\text{échantillon}}) / A_{\text{témoin}}] \times 100$

Afin de déterminer graphiquement le  $IC_{50}$ , qui est défini comme la concentration en extrait phénolique (en mg/mL) de l'extrait nécessaire pour réduire la concentration initiale de DPPH° de 50%, des courbes graphiques représentant les concentrations des extraits en fonction du pourcentage d'inhibition ont été tracées.

#### **IV. Matrice alimentaire**

La saucisse utilisée comme matrice alimentaire dans notre travail a été élaborée à base de la viande caprine et équine, préparée d'une façon artisanale dans la boucherie de monsieur EL HANAFI Karim sis à Bordj Menaiel, Wilaya de Boumerdes, transportée dans une glacière dans un véhicule climatisé vers le **laboratoire de Recherche Qualité et sécurité des viandes dirigé par Professeur DJENANE Djamel** à l'université MOULOUD Mammeri de Tizi-Ouzou.

#### **Selon la réglementation algérienne**

**Article. 2.** La dénomination "**Merguez**" est réservée à une préparation qui ne peut être composée d'autres éléments que des viandes bovines et ovines et de la graisse de ces animaux, additionnées ou non d'aromates, d'épices et de condiments, à l'exclusion de tous abats et issues.

**Article .4** « Les "**Merguez**" ne doivent pas présenter un taux de matière grasse totale, supérieur à 25%. Seront tolérés les écarts n'élevant pas cette limite au de-là de 27%. Le taux de matières grasses totales s'entend par rapport à celui attribué aux matières non grasses, après que l'on ait élevé l'humidité au pourcentage maximum, autorisé, de 75% du produit supposé dégraisser ».

#### **IV.1. Les étapes de la préparation de la saucisse fraîche et artisanale**

La préparation de notre matrice alimentaire a été rapide et dans de très bonnes conditions hygiéniques, en utilisant un matériel propre désinfecté en acier inoxydable.

#### IV.1.1. Pesage

La première étape de préparation de la saucisse consiste à peser la quantité nécessaire de la matière première (viande). Dans notre cas, nous avons pesé 4 Kg (**Figure 20**), de la viande dont 2 Kg de viande caprine et 2 Kg de la viande équine plus 330 g de la matière grasse d'origine animale.



**Figure 20 : Pesage (photos originelles, 2023)**

#### IV.1.2. Découpage

Il est nécessaire de découper la viande et la graisse en petits morceaux (**Figure 21**), afin de faciliter le hachage.



**Figure 21 : Découpages (photos originelles, 2023)**

#### **IV.1.3. Hachage**

Une fois, on termine le découpage, les morceaux de viande et matière grasse plus environ 100 g de l'ail sont broyées dans un hachoir électrique muni d'une grille (**Figure 22**). Ensuite, on récupère la mêlée dans un récipient propre en acier inoxydable :



Figure 22 : Hachage (photos originelles, 2023)

#### IV.1.4. Préparation de la pâte

Dans un récipient en plastique, on met une petite quantité d'eau, les épices, les œufs (les œufs sont facultatifs et de préférence à éviter en été) et le sel (**Figure 23**). L'eau permettra de bien mélanger les épices avec les œufs, et d'avoir une solution homogène.

Une fois le mélange est prêt, on rajoute la viande hachée, on mélange le tout soigneusement avec les mains ce qui permettra l'incorporation de mélange (eau, sel, épices et œufs) aux ingrédients hachés (la viande et l'ail).



Figure 23 : Préparation de la pâte (photos originelles, 2023)

#### IV.1.5. Incorporation des molécules bioactives

La préparation obtenue est ensuite répartie en trois (03) parts égales de 1,33 Kg dont :



Figure 24 : Incorporation des molécules bioactives (photos originelles, 2023)

- ✓ La première part est réservée pour la fabrication de la saucisse témoin
- ✓ La deuxième part : additionnée d'un volume de 133  $\mu\text{L}$  de l'huile essentielle de *Thymus algeriensis*.
- ✓ La troisième part : additionnée d'un volume de 133  $\mu\text{L}$  de l'eugénol.

Malaxer bien à la main pour assurer la répartition homogène des extraits utilisés dans la préparation.

#### IV.1.6. Embossage

Il consiste à farcir la pâte dans un boyau pour lui donner sa forme habituelle (**Figure 25**), Le boyau est une enveloppe cylindrique, naturelle ou artificielle, permettant le formage de la saucisse. Les boyaux en fibres animales comestibles sont les plus utilisés, dans notre cas, on a utilisé un boyau naturel (boyau de mouton). Le boyau doit être bien lavé avec de vinaigre, trempé dans l'eau pour faciliter l'opération de l'embossage. Avant de commencer, il faut en premier lieu de faire passer notre pâte dans une passoire mécanique et enfile le boyau sur son ouverture qui se trouve à la sortie. La pâte passe par l'ouverture de passoire, et le boyau sera rempli.



**Figure 25 : Embossage (photos originelles, 2023)**

#### IV.1.7. Façonnage

C'est la dernière étape dans la fabrication des saucisses artisanales, elle consiste à rouler environ chaque 12 cm de Marguez sur lui-même pour faire le nœud (**Figure 26**). Pour éviter l'ouverture des nœuds des Marguez, il faut rouler la première Marguez vers l'avant, puis la seconde vers l'arrière et ainsi de suite.



**Figure 26 : Façonnage (photos originelles, 2023)**

### V. Analyses physicochimiques

L'analyse physicochimique réalisée sur la saucisse comporte trois tests : la mesure de pH et le taux d'oxydation.

Ces analyses physicochimiques ont été effectuées sur notre matrice alimentaire chaque deux jours pendant une durée de conservation de 06 jours au réfrigérateur à  $4 \pm 1$  °C.

#### V.1. Mesure de pH

La mesure de pH est d'une importance capitale dans la préparation des saucisses fraîches. La viande de pH bas permet d'éviter les liaisons de type similaire qui influencent

négativement sur le remplissage et le traitement à sec des saucisses et causer des changements dans l'acidité et confère à la saucisse une odeur et une saveur médiocres.

### **Mode opératoire**

- Peser 3 g d'échantillon (saucisse) à mélanger avec 27 mL d'eau distillée.
- Agitée par la suite pendant 30 minutes avec un agitateur électrique.
- Une fois le mélange est bien agité et filtré, trois mesures au minimum sont prises à l'aide d'un pH mètre, en plongeant l'électrode dans la solution obtenue, le taux de pH est affiché sur l'écran de l'appareil et puis noté.

### **V.2. Évaluation de l'activité antioxydante « méthode de sr-TBA »**

La méthode à l'acide thiobarbiturique permet de déterminer la teneur relative en peroxydes lipidiques des échantillons et fluides biologiques (**Djenane et al., 2018**).

Le principe de cette méthode est basé sur l'acide thiobarbiturique (TBA) qui va réagit avec le malonaldéhyde (MDA) pour former un complexe de couleur rose possédant un maximum d'absorption à une longueur d'onde de 532 nm, ainsi qu'il réagit également avec d'autres aldéhydes résultant de l'oxydation des acides gras polyinsaturés (AGPI) à longue chaîne. La concentration en substance réactive au TBA (sr-TBA), exprimée en équivalent MDA, est évaluée par la lecture de l'absorbance au spectrophotomètre visible des sr-TBA extraites des échantillons par l'acide trichloroacétique (TCA) (**Eymard, 2003**).

Les résultats sont exprimés en valeur de TBA calculée à partir des valeurs de l'absorbance relative de chaque échantillon de contrôle sur un jour. On a utilisé l'eau distillée en tant qu'un blanc dans le spectromètre. Les valeurs supérieures de TBA indiquent une plus grande accumulation de sr-TBA causée par l'augmentation de l'oxydation des lipides dans les produits d'origine animale analysés (**Djenane et al., 2012**).

Tube	Concentration du MDA en mg/Kg	Absorbance à 531 nm
1	0,000001	0,15
2	0,000003	0,6
3	0,000005	0,8
4	0,000007	1,2
5	0,00001	1,5

Tableau 5 : Détermination des différentes concentrations du MDA (Djenane *et al.*, 2011)

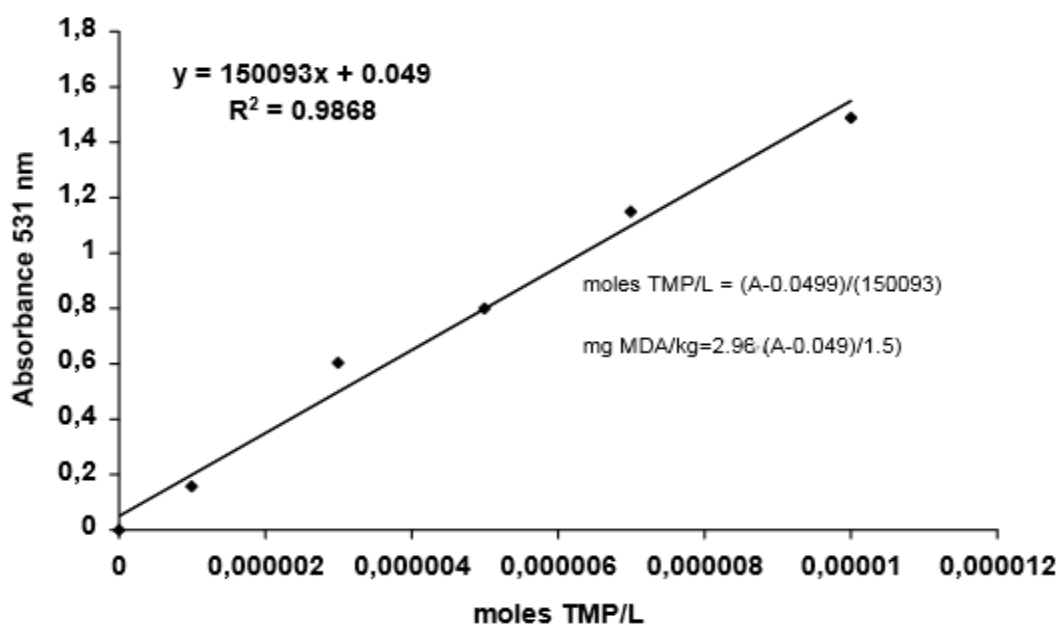


Figure 27 : La courbe d'étalonnage de MDA (Djenane *et al.*, 2011)

### Mode opératoire

La méthode sr-TBA a été réalisée selon le Protocole établi par l'équipe de (Djenane *et al.*, 2011). Les valeurs sr-TBA sont exprimées en tant qu'équivalent de mg de MDA par kilogramme de viande (mg de MDA/Kg) selon la formule suivante :

$$\text{L'équivalent MDA (mg de MDA/Kg de viande)} = 2,96 \times (\text{Absorbance} - 0.049)/1,5$$

- À partir de chaque échantillon, on pèse 10 g.
- Homogénéiser 10 g de saucisse dans 20 mL d'acide trichloroacétique TCA (10% = 10g de TCA dans 90 mL de l'eau distillé), l'acide trichloroacétique permet l'extraction du MDA du produit oxydé.
- L'échantillon est centrifugé à 4000 tr/mn pendant 30 minutes à 5 °C.
- Filtration et récupération du surnageant (le surnageant renferme le MDA extrait).
- On mélange 2 mL de surnageant + 2 mL de l'acide thiobarbiturique TBA à 20 mM (une molécule du MDA réagit avec deux molécules du TBA).
- Chauffage à 95 °C pendant 20 minutes.
- Refroidissement à l'eau de robinet pour arrêter la réaction.
- Trois mesures d'absorbance à 532 nm.

## VI Les analyses microbiologiques

La viande étant une denrée très périssable, elle a été considérée comme véhicule de nombreuses maladies d'origine alimentaire chez l'homme à cause de sa composition élevée en eau et en protéines de haute valeur biologique. De plus, la transformation de l'animal vivant en carcasse puis en viande s'accompagne généralement des contaminations microbiennes diverses (**Salifou *et al.*, 2013**).

Afin de déterminer les effets antimicrobiens des huiles essentielles additionnées à notre produit, des analyses bactériologiques ont été effectuées sur nos saucisses trois fois pendant une durée de conservation de 06 jours au réfrigérateur à  $4 \pm 1$  °C.

### VI1. Recherche de la flore Psychrotrophes

Selon **Druesne, (1996)** à des températures proches de 0°C, les micro-organismes subissent des désordres métaboliques et des lésions cellulaires pouvant être importantes. Cet état physiologique de "stress thermique" est principalement la conséquence d'une fragilisation des liaisons hydrophobes, induite par la réfrigération. Il en résulte une perte de fonctionnalité des protéines enzymatiques, par modification de leur conformation dans l'espace.

À l'observation, les bactéries psychrotrophes possèdent une relative capacité de résistance au « stress froid», mettant en jeu des mécanismes dont les principaux sont la synthèse des enzymes adaptées à fonctionner à basse température, l'adaptation de la composition des membranes en acides gras insaturés et la synthèse de protéines de choc thermique stimulée lors du stress thermique (**Druesne, 1996**).

Les bactéries psychrotrophes sont classées en deux groupes, en fonction de leurs effets :

### **Agents de toxi-infections alimentaires**

Les agents pathogènes les plus souvent associés aux toxi-infections alimentaires qui cible généralement les viandes sont : *Aeromonas hydrophila*, *Bacillus cereus*, *Clostridium botulinum* de type E, *Listeria monocytogenes*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Yersinia Enterocolitica* et *Plesiomonas shigelloides* (**Daube et al., 2012**).

### **Agents d'altérations des aliments**

Les bactéries psychrotrophes agents des altérations des aliments sont beaucoup plus nombreuses et variées, mais la famille des *Pseudomonadaceae* est souvent la plus représentée. Elle regroupe des bacilles à Gram négatif, droits ou incurvés, mobiles par ciliature polaire et aérobies stricts (**Bornert et al., 2000**).

## **VI2. Dénombrement des bactéries psychrotrophes**

### **Mode opératoire**

- Les manipulations s'effectuent dans des conditions aseptiques et à la proximité du bec bunsen
- Préparation des dilutions successives.
- Peser 10 g de saucisse.
- Homogénéiser et broyer notre échantillon dans 90 mL de l'eau physiologique.
- Cette suspension constitue alors la solution  $10^{-1}$ .
- À partir de la première dilution, prélever à l'aide d'une pipette pasteur stérile 1 mL et on l'introduit dans un tube à essai contenant 9 mL de l'eau physiologique.
- Poursuivre cette opération jusqu'à obtenir la dilution  $10^{-7}$ .

### Ensemencement

- Prélever à l'aide d'une pipette pasteur stérile 1 mL de chaque dilution.
- Introduire chaque échantillon prélevé dans des boîtes de pétri stériles et vides
- Recouvrir d'une couche de la gélose PCA à raison de 15 mL à 20 mL.
- Faire des mouvements circulaires et d'autres sous forme de huit.
- Laisser solidifier sur la paillasse.
- Incuber à 5°C pendant 10 jours.

### VII Analyse sensorielle :

Ce concept d'analyse est apparu dans les années 50 aux États-Unis. L'analyse sensorielle est un ensemble de techniques qui permettent d'évaluer les perceptions sensorielles qu'un produit peut provoquer, il s'agit de faire l'analyse des propriétés organoleptiques de ce dernier par l'utilisation des cinq sens (**Stoneet et al., 1993**).

- **La vue** : permet d'observer un produit selon différents critères : sa couleur, sa forme, son état et sa consistance.
- **L'odorat** : permet de détecter par le nez les substances volatiles.
- **L'ouïe** : permet d'identifier le bruit qu'un produit peut produire et même d'évaluer d'une manière indirecte certains critères de texture, comme le croustillant ou le croquant.
- **Le toucher** : permet d'évaluer la texture et la température d'un produit par l'intermédiaire d'un contact physique.
- **Le goût** : permet de percevoir et de distinguer les différentes saveurs des produits alimentaires.

Dans notre cas, l'analyse sensorielle a été effectuée 3 points d'analyses (jour 1, jour 3 et jour 6) pendant toute la durée de stockage de la saucisse à l'aide d'un panel composé de dix personnes, tous âgés de 23 à 57 ans de sexe différent.

Deux huiles essentielles ont été introduites pendant la préparation des saucisses :

- **Echantillon n°01** : saucisse témoin (sans aucun additif)
- **Echantillon n°02** : saucisse traitée par HE de thym algérien

- **Echantillon n°03** : saucisse traitée par l'eugénol

La métrologie sensorielle a été faite en soumettant l'ensemble des dégustateurs à un test visuel, pour déterminer la couleur de chaque échantillon, un test olfactif pour évaluer l'odeur et un test gustatif pour le goût.

**Les critères attribués pour la couleur sont :**

- Rose
- Rouge
- Marron

**Les critères attribués pour l'odeur sont :**

- Très mauvaise
- Mauvaise
- Bonne
- Très bonne

**Les critères attribués pour le goût sont :**

- Très mauvaise
- Mauvaise
- Bonne
- Très bonne

**Les critères attribués pour la texture sont :**

- Ferme
- Très ferme
- Moins ferme

Une fiche de dégustation a été distribuée sur les dégustateurs lors de chaque test pour noter leurs avis.

**VIII Analyses statistiques**


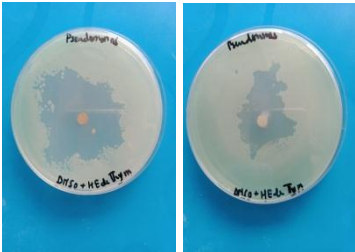

Analyses statistiques a été réalisé par le logiciel STAT box version 6.2 en utilisant le test de l'analyse de la variance ANOVA qui nous de vérifier si les échantillons présentent des différences significatives. Le test de l'ANOVA est suivi par le test complémentaire de Newman-keuls afin d'établir les différents groupes homogènes.

A decorative horizontal scroll-like border with rounded ends and a slight shadow effect, containing the text.

## **Résultats et discussions**

### I. Évaluation de l'activité antimicrobienne

L'activité antimicrobienne est effectuée par la méthode de diffusion des disques Wattman (6 mm de diamètre) sur milieu gélosé Muller Hinton, cette technique permet de mesurer les diamètres des halos d'inhibition à l'aide d'une règle en (mm). Les zones claires autour des disques sont proportionnelles à l'activité antibactérienne de l'HE de *Thymus algeriensis* et l'eugénol. Les résultats expérimentaux de l'effet antimicrobien des deux extraits sont présentés dans le **Tableau 6**, les valeurs représentent la moyenne des deux répétitions  $\pm$  l'écart type.

Témoin négatif DMSO	5 $\mu$ l HE de <i>Thymus algeriensis</i>	5 $\mu$ l d'Eugénol
		
Diamètre de zone d'inhibition : 0,0 cm	Diamètre de zone d'inhibition : 3,85 $\pm$ 0,919 cm	Diamètre de zone d'inhibition : 2,75 $\pm$ 0,353 cm

**Tableau 6: Résultats de l'activité antimicrobienne de l'huile essentielle de *Thymus algeriensis* et d'eugénol (diamètre des zones d'inhibition en cm) sur *Pseudomonas aeruginosa*.**

Les deux molécules bioactives utilisées dans ce travail ont démontré une activité inhibitrice sur la souche “*Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853” ; tandis que le témoin négatif DMSO qui est utilisé comme solvant n'a exercé aucun effet inhibiteur.

L'activité la plus élevée a été observée dans le cas de l'huile essentielle de *Thymus algeriensis* avec un diamètre de 3,85 $\pm$ 0,919 cm ensuite celle de l'eugénol avec un diamètre de 2,75 $\pm$ 0,353 cm. La première recherche qui montre des preuves sur les propriétés antimicrobiennes des huiles essentielles a été publiée durant les années 60 (**Li, 1963**). Le quasi majoritaire des plantes contient plusieurs composés dotés de propriétés antimicrobiennes vis-à-vis des microorganismes (**Bendjabeur, 2019**). Une autre étude de **Bendjabeur (2019)**, a montré que l'HE du *Thymus algeriensis* exerce un effet antibactérien modéré observé sur *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 9627 avec une zone inhibitrice de 19 mm. Selon **Messaoudi et al (2019)**, l'huile essentielle de *Thymus algeriensis* a montré une activité antibactérienne

contre *Pseudomonas aeruginosa* avec un diamètre de 16,5 mm. De même, un effet antimicrobien très prononcé de l'HE de *Thymus algeriensis* a été observé sur *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 avec un diamètre d'inhibition moyen de 37,55 mm (**Tabèche et al, 2018**). **Ait-Ouazzou et al (2011)**, ont enregistré une activité antimicrobienne de *Thymus algeriensis* contre *Pseudomonas aeruginosa* avec une zone inhibitrice de 15 mm. De plus, **Harbuzet al (2011)**, ont signalé que les bactéries (*Bacillus cereus* ZI=30 mm et *Enterococcus faecalis* ZI= 18,5 mm) Gram positif sont plus sensibles à l'huile essentielle de *Thymus algeriensis* par rapport aux Gram négatifs comme *Pseudomonas aeruginosa* (ZI= 14,5 mm). **Mehalaine et al (2017)** ont montré que l'huile essentielle de *Thymus algeriensis* est présentée un diamètre d'inhibition élevé vis-à-vis de *Staphylococcus aureus* (17,3±0,58) par contre *Pseudomonas aeruginosa* s'est montré la plus résistante avec un diamètre d'inhibition égale à 10±0,5. Tandis que, **Jayasri et al (2017)**, ont trouvé que *Pseudomonas aeruginosa* (ZI=13 mm) et *S.aureus* (ZI=12 mm) étaient les plus résistantes par rapport à *E. coli* (ZI=28 mm).

Contrairement, dans une étude précédente, **Chemat et al (2013)**, ont remarqué une sensibilité élevée de *Pseudomonas aeruginosa* avec un halo d'inhibition de 75 mm.

Le pouvoir antimicrobien remarquable de l'huile essentielle de *Thymus algeriensis* pourrait être lié à ces composants monoterpènes oxygénés et hydrocarbures monoterpènes, qui constituent dans l'ensemble environ 89,3% (**Cox et al., 2000**). Selon **Cosentino et al (1999)**, la présence du thymol et de carvacrol comme composants principaux peut expliquer la forte activité antimicrobienne de l'HE de *Thymus algeriensis*.

Plusieurs chercheurs attribuent l'activité antimicrobienne d'espèces du genre *Thymus* à la forte teneur de carvacrol dans son huile essentielle qui possède des propriétés biocides causant des perturbations de la membrane bactérienne. De même, il peut traverser les membranes cellulaires pour atteindre l'intérieur de la cellule et interagir avec les sites intracellulaires vitaux pour les activités antimicrobiennes (**Hussein et al., 2018**).

Concernant l'eugénol, beaucoup de chercheurs ont confirmé la présence de l'activité antimicrobienne de l'eugénol. De même, nos résultats prouvent aussi l'existence de cette activité intéressante. Les résultats obtenus par **Tahali et al (2018)** ont indiqué que l'huile essentielle du *Syzygium aromaticum* un effet antimicrobien envers *Pseudomonas aeruginosa* dont le diamètre est de 15 mm, cette activité inhibitrice de l'huile essentielle de *Syzygium aromaticum* est grâce à sa composition majeure en l'eugénol. Selon **De billerbeck (2007)**,

L'activité antimicrobienne d'HE de clou de girofle pourrait être attribuée au composé majoritaire qui est l'eugénol. Les propriétés anti-inflammatoires de l'eugénol sont dues à l'action sur des récepteurs et sur les antigènes responsables de l'inflammation, l'eugénol exerce son action en détruisant les germes pathogènes (**Bouacida et al., 2021**). Selon **Styger et al (1999)**, le girofle est constitué de 70% à 90% d'eugénol, qui se caractérise par des propriétés antiseptiques, antibactérien et antifongique. Le clou de girofle est utilisé beaucoup depuis des décennies en médecine dentaire pour sa propriété d'anesthésique locale. Il tue également les germes de la cavité buccale en particulier (**Kielbassa et al., 1997**). Le mécanisme d'action antimicrobien varie en fonction du type d'HE ou de la souche bactérienne testée. Il est bien connu qu'en comparaison avec les bactéries à Gram négatif, les bactéries à Gram positif sont plus sensibles aux HE (**Huang, 2014**). Cette différence peut être due à la membrane externe rigide des bactéries à Gram – qui est riche en lipopolysaccharide (LPS) et plus complexe, limitant ainsi la diffusion de composés hydrophobes à travers elle. Alors que (LPS) est absent chez les bactéries à Gram +, ces dernières sont entourées d'une épaisse paroi de peptidoglycane non suffisamment dense pour résister aux molécules antimicrobiennes de très petites tailles (**Carrión et al., 2009**). Les bactéries à Gram + peuvent faciliter l'infiltration de composés hydrophobes d'HE en raison des extrémités lipophiles de l'acide lipotéichoïque présent dans la membrane cellulaire (**Cox et al., 2000**).

#### Déterminer la CMI (concentration minimale inhibitrice)

L'utilisation des huiles essentielles comme agents antimicrobiens dans les denrées alimentaires en tant que conservateur est souvent limitée en raison de considération indésirable, car les doses antimicrobiennes peuvent dépasser des limites organoleptiques acceptables. Par conséquent, il existe une demande croissante afin de connaître les CMI des huiles essentielles pour permettre un équilibre entre l'acceptabilité sensorielle et l'efficacité antimicrobienne (**Lambert et al., 2001**).

	Concentration	1/4	1/8	1/16	1/32	1/64	1/128	1/256
composés	T. Algeriensis	20 mm	14 mm	11 mm	9 mm	8 mm	0	0
	Eugénol	13 mm	9 mm	7 mm	0	0	0	0

**Tableau 7: Résultats de CMI (en mm) de l'huile essentielle de *Thymus algeriensis* et eugénol**

Les deux composés testés ont démontré une activité inhibitrice sur la souche bactérienne *Pseudomonas aeruginosa* (**Tableau 7**). Selon les résultats, l'huile essentielle de

*Thymus algeriensis* est plus active que l'Eugénol. On peut déduire que la concentration de l'extrait a une relation avec la zone d'inhibition, plus la concentration est élevée, plus la zone d'inhibition est grande. Le disque DMSO n'a montré aucun effet antibactérien sur *Pseudomonas aeruginosa* confirmé par l'absence de la zone d'inhibition.

Pour l'huile essentielle de *Thymus algeriensis*, présence de la zone inhibitrice à partir de la dilution 1/4 avec un diamètre de 20 mm jusqu'à la dilution 1/64 avec un halo de 8 mm, l'absence de la zone inhibitrice pour les dilutions qui suivent. La concentration minimale inhibitrice pour le *Thymus algeriensis* appartient à la dilution 1/64. Concernant l'eugénol, présence de la zone inhibitrice à partir de la dilution 1/4 avec un diamètre inhibiteur de 13 mm jusqu'au 1/16 avec un halo de 7 mm et l'absence des zones claires autour de disque pour les dilutions qui suivent. La concentration minimale inhibitrice est située à la dilution 1/16. Selon **Bendjabeur (2019)**, l'activité antimicrobienne de l'HE de *Thymus algeriensis* estimée par la CMI a indiqué une valeur élevée observée contre *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 9627 (20 mg/mL) par rapport aux souches bactériennes à Gram+ tel que *B.cereus* (CMI= 1,25 mg/mL). En fait, **Ait-Ouazzou et al (2011)**, ont trouvé une CMI = 10 µL/mL pour *Pseudomonas aeruginosa* et que cette souche est plus résistante à l'HE de *Thymus algeriensis* par rapport aux autres bactéries testées telles que *S.aureus* (CMI<0,5 µl/mL) et *E. coli* (CMI= 1 µl/mL). Les germes à Gram positif comme *B.cereus* (CMI = 1µL/mL) et *Enterococcus faecalis* (CMI = 3 µL/mL) sont les plus susceptibles pour l'HE de *Thymus algeriensis*, contrairement aux germes à Gram négatif comme *Pseudomonas aeruginosa* (CMI = 6 µL/mL) (**Zouari et al., 2015**). Dans le même contexte, **Ben Mohamed et al (2015)**, ont signalé la valeur la plus élevée pour *Pseudomonas aeruginosa* avec CMI = 2,5-5 µL/mL. Dans son étude sur le pouvoir antimicrobien de *Thymus algeriensis* **Mehalaine et al (2017)**, ont marqué la CMI la plus élevée pour *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 avec une valeur égale à 1,66 mg/mL par rapport à *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 (CMI = 0,20 mg/mL).

Concernant l'eugénol, nos résultats de CMI ne sont pas concordants avec celui de **Bouzaa et al (2022)**, qui ont signalé pour *Pseudomonas aeruginosa* une absence de zone d'inhibition dans toute la série de dilutions. Dans son étude, **Rhayour (2016)**, a montré que l'eugénol (appartient à la famille des phénols) le constitue principale de HE de *Syzygium aromaticum* exerce une activité bactéricide. L'eugénol inhibe la croissance de plusieurs lignées cellulaires transformées par infection virale (**Tariq et al., 2019 ; Da Silva et al.,**

2020). D'après **Dobler *et al* (2020)**, les solutions ayant de hautes concentrations en eugénol caractérisent par un effet bactéricide dû au groupement phénol. D'une façon générale, selon **Turina *et al* (2006)** et **Amensour M *et al* (2010)**, Les actions antimicrobiennes des HE sont décrites en trois phases :

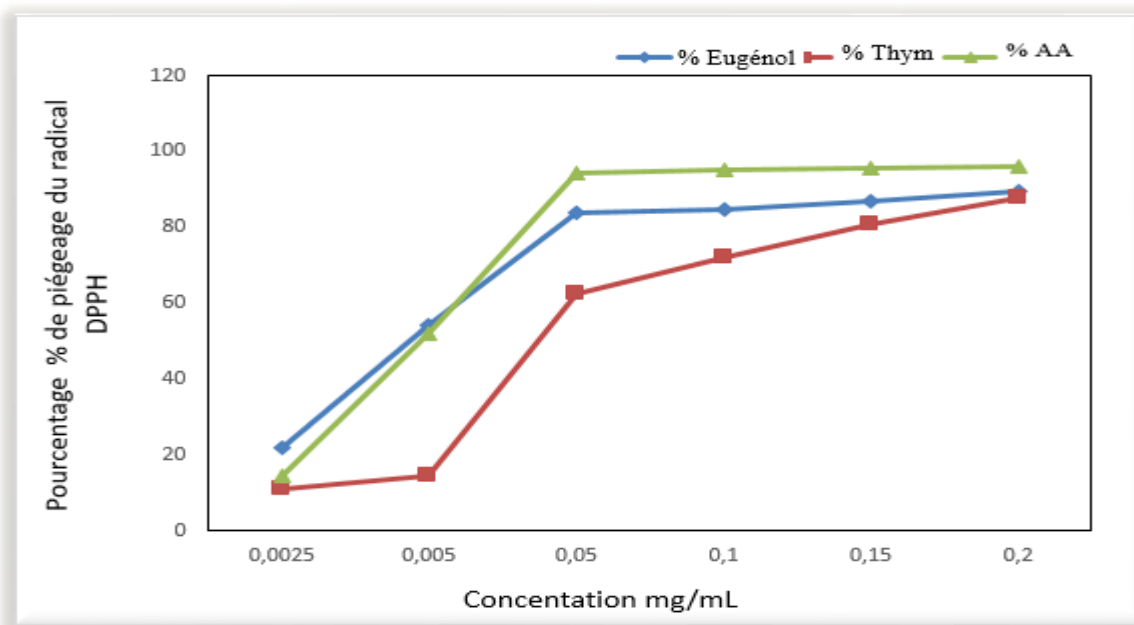
- **Premièrement**, la propagation des HE dans la paroi cellulaire de la bactérie grâce aux composants hydrophobes, augmenter la perméabilité de la membrane bactérienne provoquant une perturbation et une perte ultérieure de composants cellulaire.
- **Deuxièmement**, l'acidification de l'intérieur de la cellule, ce qui bloque la production d'énergie cellulaire (ATP) en raison de la perte d'ions ainsi que les pompes à protons et la réduction du potentiel de la membrane.
- **Dernièrement**, coaguler le cytoplasme et endommager les lipides, les protéines, les parois cellulaires et les membranes conduisant à une fuite des macromolécules et la lyse ultérieure plus la destruction du matériel génétique qui entraîne la mort de la bactérie.

## **II. Évaluation de l'activité antioxydante (test DPPH)**

Pour l'évaluation de l'activité antioxydante, nous avons employé la méthode au DPPH, ce radical libre synthétique présente une coloration violet sombre, lorsqu'il est piégé par des molécules qui possèdent une capacité antiradicalaire, la forme réduite conférée à la solution une coloration jaune pâle. Le piégeage des radicaux libres DPPH° par les antioxydants est dû à leur pouvoir de donner de l'hydrogène (**Chen *et al.*, 1995**).

L'analyse statistique par le test l'ANOVA a montré une différence très hautement significative entre les pourcentages d'inhibition du radical DPPH de l'HE de *Thymus algeriensis*, de l'eugénol et de l'acide ascorbique ( $P < 0.05$ ), le test complémentaire de Newman-Keuls a classé les mesures des différentes concentrations de chaque composé en cinq groupes homogènes (voir l'annexe N°01).

La mesure de l'absorbance (ou DO) pour nos composés ainsi que pour l'acide ascorbique a été effectuée par spectrophotométrie à 517 nm (les résultats ont fait l'objet de deux répétitions).

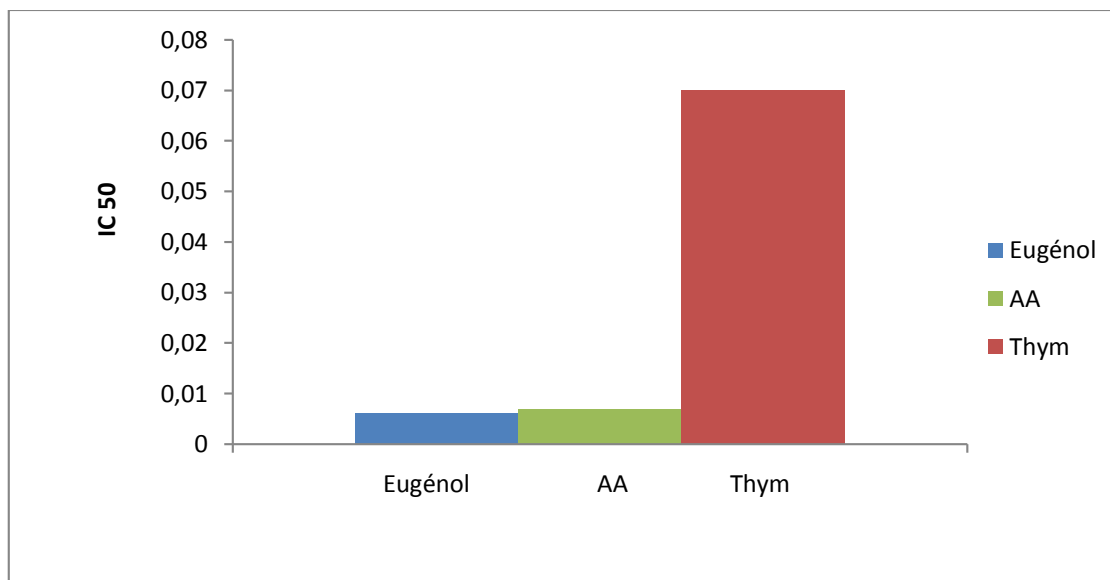


**Figure 28 : Pourcentage de réduction du radical DPPH par l'acide ascorbique, l'HE de *Thymus algeriensis* et l'eugénol**

L'activité de piégeage du radical DPPH de nos extraits est comme suit : l'HE de *Thymus algeriensis* est de 87,8% et 89,34% pour l'eugénol. Ces valeurs sont inférieures à celle enregistrée pour l'acide ascorbique qui est 95,9%.

La **Figure 28** illustre la différence de l'activité antiradicalaire entre l'HE de *Thymus algeriensis*, l'eugénol et l'acide ascorbique, d'une concentration à une autre, plus la concentration augmente plus le pourcentage d'inhibition du radical DPPH est élevé.

Afin de comparer l'activité antioxydante, des courbes de régression ont été établies pour calculer la concentration inhibitrice médiane ( $IC_{50}$ ) qui est définie comme étant la concentration efficace de substrat qui cause la perte de 50% de l'activité du radical libre DPPH. Le ( $IC_{50}$ ) a été introduit par Brand-Williams et ses collaborateurs (**Ighili, 2011**).



**Figure 29 : Valeurs d'IC<sub>50</sub> de l'HR de *Thymus algeriensis*, de l'Eugénol et de l'acide ascorbique**

Comme c'est illustré par l'histogramme de la **Figure 29**, nous pouvons conclure que nos composés représentent une activité antioxydante puissante avec une IC<sub>50</sub> = 0.07 mg/mL pour l'HE de *Thymus algeriensis* et IC<sub>50</sub> = 0.006 mg/mL pour l'eugénol qui est inférieur à celle trouvée pour l'acide ascorbique avec une valeur de 0.007 mg/mL. D'après les valeurs obtenues, les capacités de balayage du radical libre sont classées dans l'ordre suivant :

Eugénol > Acide ascorbique > Huile essentielle de *Thymus algeriensis*

En fonction des résultats notés, nous pouvons dire que l'eugénol possède un potentiel antioxydant très puissant avec un taux encore plus fort à la présence de l'acide ascorbique qui est un antioxydant important. Nos résultats sont en accord avec ceux d'**Ighili (2011)** qui a trouvé que l'Eugénol (IC<sub>50</sub> = 0,946 µg/mL) est plus actif que l'acide ascorbique (IC<sub>50</sub> = 2,8 µg/mL).

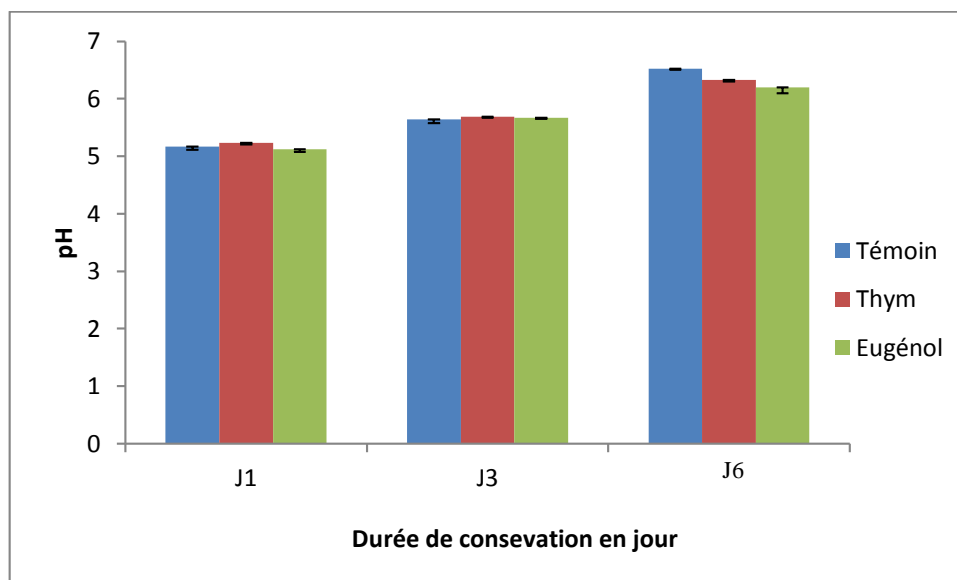
Concernant l'HE de *Thymus algeriensis*, nos résultats sont probants par rapport à ceux trouvés par **Zouari et al (2011)** avec une valeur d'IC<sub>50</sub> = 800 µg/mL et **El-Ouariachi et al (2014)** qui ont enregistré une valeur d'IC<sub>50</sub> = 1800 µg/mL pour l'HE de *Thymus algeriensis* de la Tunisie et du Maroc. Par contre **Bendjabeur (2019)**, à marquer une valeur inférieure à notre valeur avec une IC<sub>50</sub> = 30,67 µg/mL.

### III. Les analyses physico-chimiques :

#### III.1. pH (potentiel Hydrogène)

La valeur de pH de la viande est importante, car elle influence sur les facteurs de qualité. À partir de la valeur du pH, on peut se prononcer sur la couleur, la tendreté, le goût et la durée de conservation.

Les résultats du test de pH obtenus (les résultats ont l'objet de trois répétitions) sont représentés dans la **Figure 30**.



**Figure 30 : Évolution du potentiel d'hydrogène pendant la période de conservation**

L'analyse statistique par le test l'ANOVA a montré une différence très hautement significative pour les valeurs de pH ( $P < 0.05$ ), le test complémentaire de Neuwman-keuls a classé les résultats obtenus en cinq groupes homogènes (voir l'annexe N°02).

Le taux de pH observé au départ est de  $5,17 \pm 0,05$ , il augmente au fur et à mesure que la durée de stockage augmente pour atteindre une valeur de  $5,64 \pm 0,06$  au troisième jour de conservation, puis au sixième jour  $6,52 \pm 0,01$ .

L'addition de l'HE de *Thymus algeriensis* et l'eugénol aux saucisses, n'a pas affecté le taux de pH. Les échantillons de saucisse traités avec les deux composés ont connu aussi la même cinétique de variation :

- ✓ Pour la saucisse à laquelle 133  $\mu$ L de l'huile essentielle de *Thymus algeriensis* a été additionnée, les valeurs du pH varient entre 5,64  $\pm$ 0,06 au départ et 6,32 $\pm$ 0,02 au dernier jour de conservation.
- ✓ Celui traité avec 133  $\mu$ L de l'eugénol aussi a donné des valeurs similaires, elles varient entre 5,12  $\pm$ 0,04 et 6,19 $\pm$ 0,10 à la fin de durée de conservation.

Ce que nous pouvons constater à travers les résultats du pH de la saucisse enregistrés pendant toute la période de stockage au réfrigérateur à une température de 4 $\pm$ 1 °C, qu'il n'y a pas de changement en comparant le témoin avec les échantillons pour lesquels l'HE de *Thymus algeriensis* et de l'eugénol ont été rajoutés. D'après **Bilggli (2002)**, Le pH du muscle in vivo est proche de la neutralité pH = 7. Après l'abattage, l'accumulation de l'acide lactique, produit par la dégradation de glycogène musculaire, entraîne l'abaissement du pH intramusculaire. L'épuisement des réserves de glycogène induit la stabilité du pH ultime qui se situe généralement autour de 5,6. La valeur finale influence d'une manière très importante l'aptitude à la conservation et à la transformation des viandes. Selon **Teuscher et al (2005)**, la chute du pH entraîne la libération d'enzymes dans le cytoplasme des fibres musculaires. Les enzymes libérées permettent un attendrissement musculaire progressif par dégradation des protéines myofibrillaires. Il s'avère que les études menées par **Clinquart et al (2000)**, un pH élevé, supérieur à 6, favorise le développement des micro-organismes, responsables d'une altération du goût et de l'odeur de la viande, mais aussi des micro-organismes pathogènes. Dans le même contexte **Leyral et al (2007)**, le pH neutre est favorable à la prolifération de la majorité des bactéries. La viande à un pH élevé est favorable à la multiplication rapide des bactéries, réduisant ainsi la durée de sa conservation. Le pH est un paramètre très important dans la conservation de la viande sa diminution ralentit la multiplication d'une grande partie de la flore bactérienne contaminant la viande (**Beaubois, 2001**).

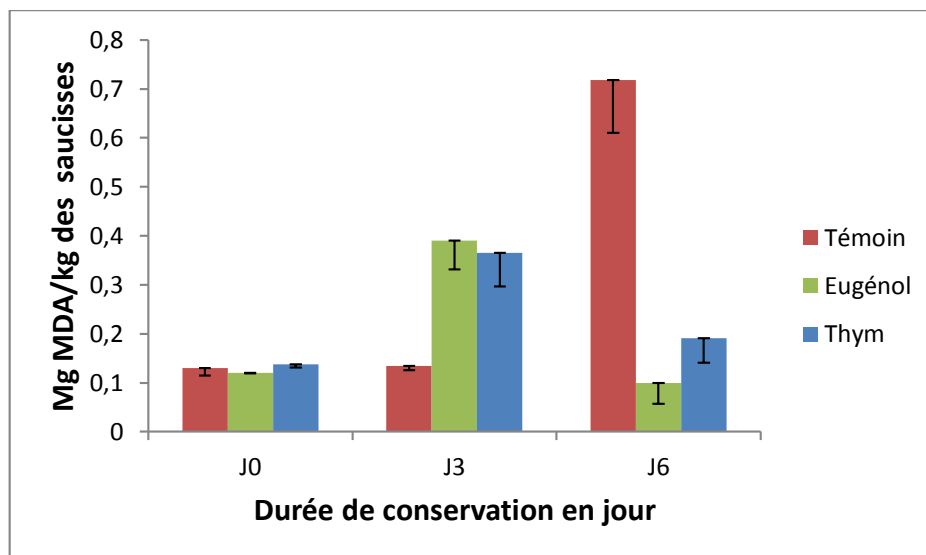
### III.2.Évaluation de taux d'oxydation lipidique TBA

L'objectif de ce test est d'évaluer le taux d'oxydation dans les saucisses en considérant la production de produits de peroxydation lipidique, principalement du malondialdéhyde, en utilisant la spectrophotométrie à 532 nm (les résultats ont l'objet de deux répétitions).

L'analyse statistique par le test l'ANOVA a montré des résultats non significatifs par comparaison des valeurs du taux d'oxydation de témoin et les échantillons traités avec l'HE

de *Thymus algeriensis* et l'eugénol ( $P \gg 0.05$ ), le test complémentaire de Neuwman-keuls a classé les valeurs obtenues en deux groupes homogènes (voir l'annexe N°03).

L'évolution des valeurs TBARS exprimées en tant qu'équivalent mg de MDA/Kg de saucisse est représentée dans la figure suivante :



**Figure 31: Évolution des taux d'oxydation des saucisses traitées avec l'HE de *Thymus algeriensis* et l'eugénol**

Les valeurs du taux d'oxydation du témoin enregistrés sont :  $0,130 \pm 0,01$  mg/Kg,  $0,134 \pm 0,08$  mg/Kg et  $0,718 \pm 0,10$  mg/Kg respectivement pendant 0, 3, 6 jours de conservation à  $4 \pm 1$  °C. Par comparaison des taux d'oxydation des échantillons traités à ceux du témoin,

On a remarqué que l'HE de *Thymus algeriensis* et l'eugénol ont agit positivement en réduisant le taux d'oxydation de la saucisse.

Concernant l'évolution du taux d'oxydation des saucisses traitées avec l'huile essentielle de *Thymus algeriensis* au cours de la période de conservation à froid, les valeurs enregistrées sont comme suites :  $0,137 \pm 0,006$  mg/Kg au premier jour,  $0,365 \pm 0,06$  mg/Kg au troisième jour et  $0,191 \pm 0,05$  au sixième jour de stockage à  $4 \pm 1$  °C.

Cependant, les résultats obtenus pour les saucisses traitées avec l'eugénol sont comme suivis :  $0,12 \pm 0,001$  mg/Kg au premier jour,  $0,39 \pm 0,05$  mg/Kg au troisième jour et  $0,1 \pm 0,04$  mg/Kg au dernier jour d'entreposage à froid. Selon la cinétique de l'évolution du taux d'oxydation des saucisses traitées avec les deux composés, nous avons remarqué une

augmentation légère au troisième jour de conservation, puis à partir de là, une diminution remarquable de ce taux au cours de la durée de stockage resté.

D'après ces résultats, on constate que le taux d'oxydation est inversement proportionnel à la durée de conservation, plus le temps d'entreposage des saucisses traitées avec les composés augmente, plus le taux d'oxydation diminue. On déduit alors que l'huile essentielle de *Thymus algeriensis* et l'eugénol ont réduit le taux d'oxydation.

Des études ont rapporté que les activités antioxydantes des huiles essentielles sont dues à la présence de certains composés, leur concentration ainsi que leurs groupements hydroxyles. Nos résultats sont en accord à ceux de **Djenane et al (2011)**, les huiles essentielles possèdent des propriétés antioxydantes et antiradicalaires qui améliorent la durée de vie des aliments. Ainsi, l'incorporation des huiles essentielles directement dans l'aliment, sous forme de vapeurs ou dans un emballage actif contribuent à préserver ce dernier contre les phénomènes d'oxydation. Selon **Djenane et al (2002)**, ont rapporté que les viandes traitées avec des antioxydants naturels d'origine végétale, emballées sous atmosphère modifiée (en présence de O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>) et postérieurement exposées dans des vitrines frigorifiques illuminées par des tubes fluorescents standards ont montré une stabilité chimique et microbiologique durant une longue période d'exposition par rapport aux viandes non traitées. Les travaux de **Helme et al (2004)**, ont confirmé la nature antioxydante des huiles essentielles extraites d'épices et d'herbes : thym, carvi, cumin, clou de girofle, romarin, sauge. Dans de nombreuses études, la performance antioxydante des huiles essentielles est due à la présence de composés phénoliques (**Cherrat, 2013**). Conformément à nos résultats, les études menées par **Djenane et al (2003 et 2006)**, ont montré que l'incorporation de l'huile essentielle de l'origan et de la sauge sur les viandes empêche l'oxydation lipidique. **Botsoglou et al (2002)**, Il faut signaler aussi, que l'ajout de l'HE d'origan retarde l'oxydation des lipides des viandes crues ou cuites réfrigérées. L'application de l'huile essentielle de l'origan à une concentration de 2% dans les viandes bovines conservées pendant une période de 12 jours paraît plus puissante que l'HE de sauge, qui a entraîné une baisse d'oxydation des lipides (**Fasseas et al., 2007**). Selon **Seaborg et al (2003)**, l'activité antioxydante des extraits d'herbes est attribuée flavonoïdes. L'effet antioxydant de trois espèces de Lamiaceae ont montré que ces extraits ont provoqué une inhibition considérable de la peroxydation lipidique (**Hohman et al., 1999**).

L'activité antioxydante de l'huile essentielle de *Thymus capitata* a été évaluée in vitro en utilisant les dosages DPPH et ABTS. Les résultats obtenus montrent que cette huile

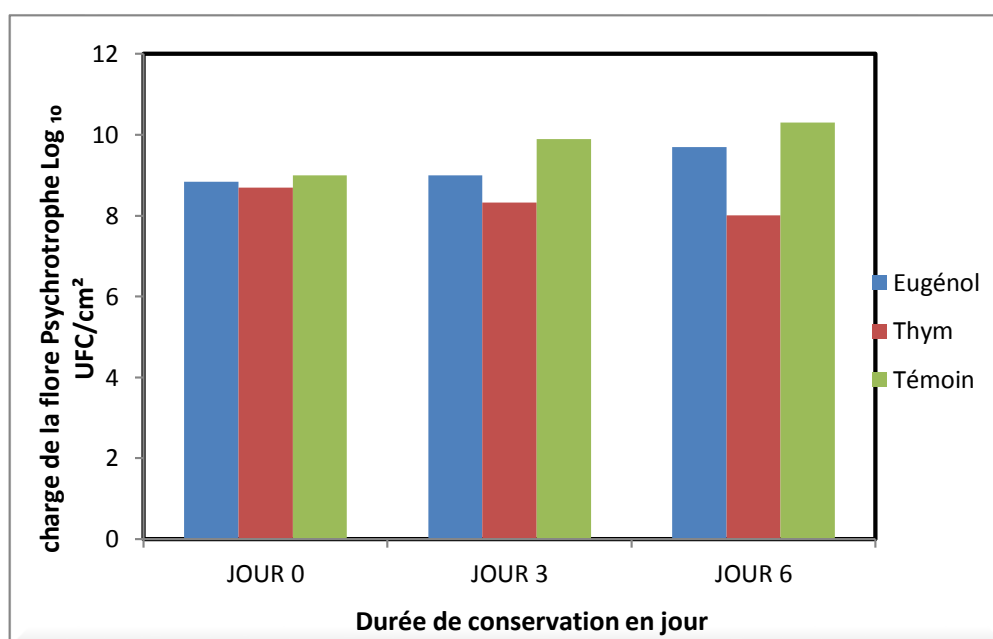
essentielle peut présenter une forte activité antioxydante, probablement en raison de sa composition chimique particulière, principalement les quantités élevées de carvacrol (EL Abed *et al.*, 2014).

## VI Analyse microbiologique

### Évaluation de la flore Psychrotrophe

Les bactéries psychrotrophes sont considérées comme indicateur pour le contrôle de la qualité et l'estimation de la durée de conservation des aliments.

L'histogramme (Figure 32) nous décrit l'évolution de l'effet inhibiteur de l'huile essentielle de *Thymus algeriensis* et de l'eugénol sur la flore Psychrotrophe dans la farce des saucisses exprimée en  $\log_{10}$  UFC/g durant la conservation réfrigérée.



**Figure 32: Représentation graphique de l'évolution de la charge de la flore Psychrotrophe en fonction du temps de conservation des saucisses traitée par HE de *Thymus algeriensis* et de l'eugénol.**

À l'issu des tests effectués, nous avons observé que l'incorporation de l'HE de *Thymus algeriensis* et de l'Eugénol dans la farce des saucisses ont un effet remarquable sur la charge de la flore psychrotrophe par rapport au témoin.

Le dénombrement de la flore psychrotrophe pour le premier jour (le même jour de la fabrication des saucisses) montre que la charge bactérienne initiale était de  $10^9$  UFC/g pour

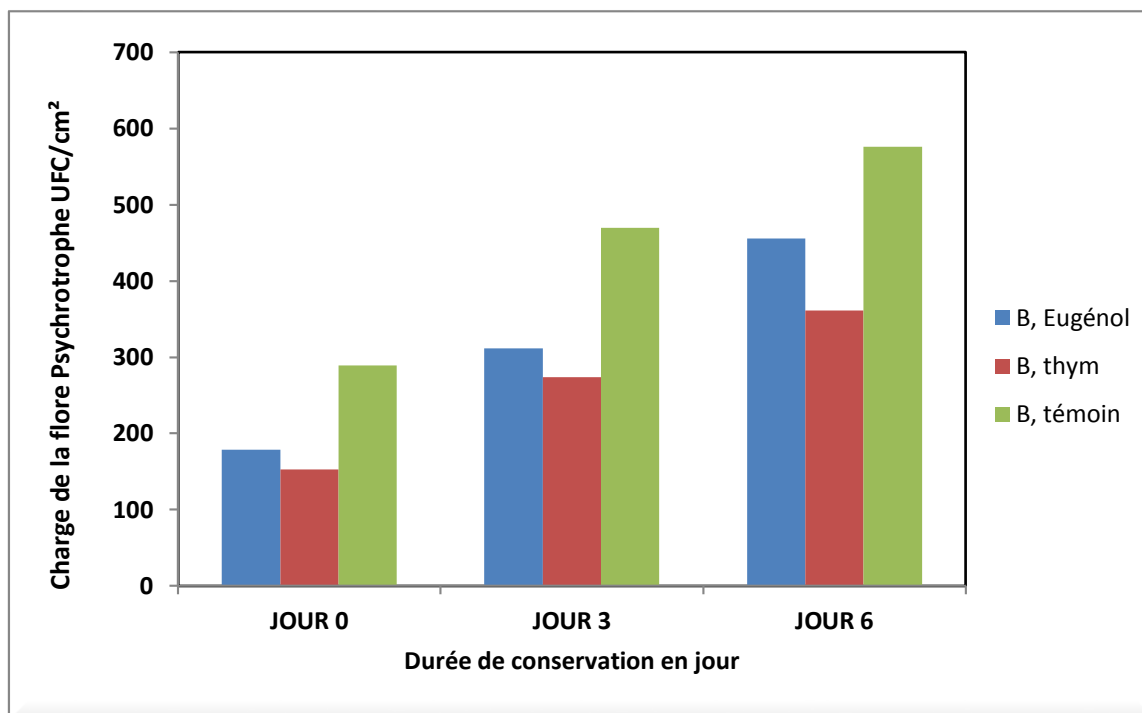
le témoin,  $7 \times 10^8$  UFC/g pour la saucisse traitée par l'eugénol et  $5 \times 10^8$  UFC pour la saucisse traitée par l'HE de *Thymus algeriensis*.

Du troisième jusqu'à sixième jour de conservation à froid, la charge microbienne de la flore psychrotrophe a été augmentée dans les saucisses témoin et celles traitées avec l'eugénol, on remarque que le témoin est le plus chargé par rapport à l'autre avec une charge de  $8 \times 10^9$  UFC/g au jusqu'à  $2 \times 10^{10}$  UFC/g, vient par la suite la saucisse traitée avec l'eugénol avec une charge de  $10^9$  UFC/g jusqu'à  $5 \times 10^9$  UFC/g. Contrairement aux résultats enregistrés pour la saucisse traitée avec l'HE de *Thymus algeriensis*, une diminution considérable de la charge microbienne est constatée du troisième jour avec une charge de  $8,01 \times 10^8$  UFC/g jusqu'au dernier jour de stockage avec une charge de  $2,1 \times 10^8$  UFC/g.

On remarque à cet effet que l'HE de *Thymus algeriensis* réduit de manière assez importante la croissance des bactéries psychrotrophes des saucisses pendant la durée de conservation réfrigérée. Quant à l'eugénol, il joue le même rôle de ralentissage de la charge microbienne en comparant avec le témoin. Sur la base des résultats au-dessus, nous pouvons déduire que le traitement des saucisses à base de la viande caprine et équine avec l'huile essentielle de *Thymus algeriensis* est le plus efficace pour prolonger la durée de vie des saucisses durant le stockage réfrigéré à  $4^\circ\text{C}$  contre les bactéries psychrotrophes par rapport aux saucisses traitées avec l'eugénol.

L'histogramme (**Figure 33**), représente l'évolution de l'effet des extraits utilisés (*Thymus*. À et Eugénol) sur l'inhibition de développement de la flore psychrotrophe au niveau de la façade extérieure des boyaux exprimée en UFC/cm<sup>2</sup> durant la conservation réfrigérée.

Le dénombrement de la flore Psychrotrophe de la surface externe des boyaux nous a permis de tracer l'histogramme suivant :



**Figure 33: Représentation graphique de l'évolution de la charge de la flore Psychrotrophe au niveau de la surface externe des boyaux des saucisses traitées par l'HE de *Thymus algeriensis* et de l'eugénoL.**

Le dénombrement de la flore psychrotrophe au niveau de la surface externe des boyaux pour le premier jour (le même jour de la fabrication des saucisses) indique que la charge bactérienne initiale était de 288,88 UFC/cm<sup>2</sup> pour le boyaux de témoin, 178,52 UFC/cm<sup>2</sup> pour le boyaux de la saucisse traitée par l'eugénoL et de 153 UFC/cm<sup>2</sup> pour le boyaux de la saucisse traitée par l'HE de *Thymus algeriensis*.

Du troisième au sixième jour de conservation réfrigérée, la charge microbienne de la flore psychrotrophe n'a pas cessé d'augmenter, cette croissance est marquée beaucoup plus sur le boyaux de saucisse témoin avec une charge de 470 UFC/cm<sup>2</sup> jusqu'à 576 UFC/cm<sup>2</sup> ensuite celle de l'eugénoL avec une charge 311,8 UFC/cm<sup>2</sup> jusqu'à 456 UFC/cm<sup>2</sup>, et pour la saucisse traitée par l'HE de *Thymus algeriensis*, on a marqué 274 UFC/cm<sup>2</sup> au troisième jour et 361 UFC/cm<sup>2</sup> au dernier jour de stockage.

Les composés utilisés ne présentent aucune inhibition sur la flore psychrotrophe de la surface externe de boyaux, ceci est peut-être expliqué par l'incorporation de l'HE de *Thymus algeriensis* et l'eugénoL à l'intérieur de la saucisse.

Les huiles essentielles de thym sont très efficaces contre les moisissures responsables de la détérioration des aliments lors de leur stockage (**Sahr et Nielson, 2003**). Le carvacrol, le composé principal de thym exerce un effet antimicrobien bien distingué, est additionné à différents produits alimentaires en industrie agro-alimentaire afin de prolonger leur durée de conservation (**Sardella, 1995**). D'après l'étude de **Djenane et al (2011)**, traitement des viandes hachées avec les huiles essentielles d'*Eucalyptus globulus* algérien, de *Myrtus communis* et de *Satureja hortensis* ont montré une inhibition de prolifération des deux bactéries nuisibles (*E. Coli* O157 : H7 et de *S.aureus*). Presque les mêmes résultats ont été rapportés par **Djenane et al., (2018)** qui ont appliqué l'extrait des feuilles d'olivier (*Oleuropéine*) sur la viande hachée, les résultats obtenus montrent une régression de flore psychrotrophe totale durant la période de conservation par rapport au témoin. Encore une autre étude de **Djenane et al., (2012)**. On a enregistré une inhibition de *Pseudomonas aeroginosa*, *Salmonella Enteritidis* et *Staphylococcus aureus* par l'extrait brut de feuilles d'olivier et de l'*oleuropéine* additionnés à des escalopes de dinde stockées à  $8\pm 2^{\circ}\text{C}$  par rapport au témoin. Selon **El Allaoui et al (2012)**, l'usage d'ail comme additif alimentaire dans les saucisses à base de viande rouge à des concentrations croissantes provoque une diminution de la charge des coliformes totaux. **Lin et al (2004)** ont testé un mélange de deux huiles essentielles sur *L.monocytogene* dans la viande et le poisson, après deux jours d'entreposage à  $4^{\circ}\text{C}$ , ils ont constaté un effet bactéricide. Par contre, l'étude de **Rounds et al 2013**), application de l'huile essentielle de clou de girofle sur des galettes de bœuf hachées chauffées pour inhiber *E. Coli* O157 : H7 n'a montré aucun effet antimicrobien. Selon (**Burt, 2004**), une teneur élevée en graisse peut réduire l'action des huiles essentielles dans les produits carnés par formation d'une couche protectrice de graisse autour des bactéries. C'est possible aussi que la fraction lipidique dans l'aliment puisse absorber l'agent antimicrobien en diminuant son efficacité et sa concentration. Selon **Oussalah et al(2007)**, les fortes teneurs en eau et en sels d'un aliment vont favoriser l'action des huiles essentielles par rapport à un aliment d'une structure gélatineuse. L'incorporation des huiles essentielles directement dans les aliments ou l'application par vaporisation en surface de l'aliment contribuent à contrôler la flore microbienne et à préserver l'aliment des phénomènes d'oxydation (**Oussalah et al, 2007**).

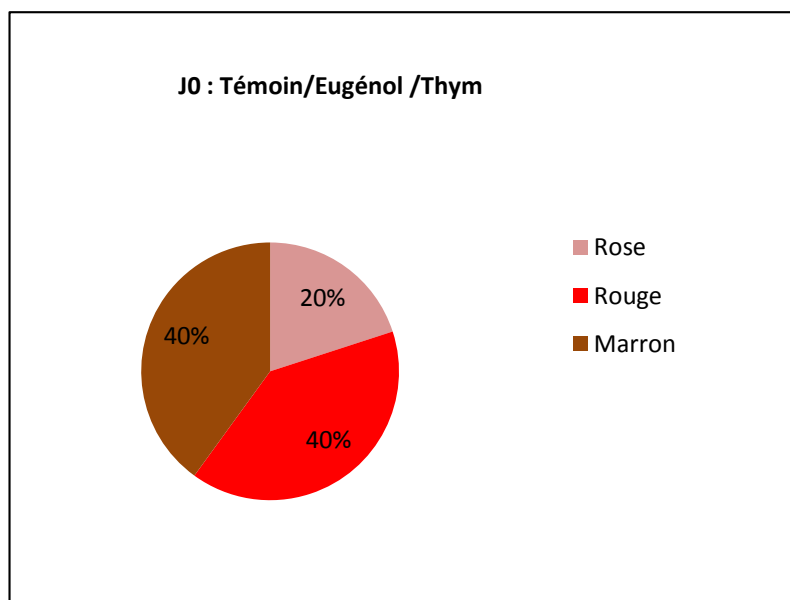
## V. Analyses sensorielles

Les tests de dégustation ont été effectués au sein d'UMMTO chaque deux jours pendant toute la durée de conservation. Le test a porté sur trois critères essentiels déterminant la qualité organoleptique des denrées alimentaires, il s'agit du goût, l'odeur et la couleur.

### V.1.Appréciations de la couleur

Les résultats de l'analyse sensorielle pour l'estimation du critère couleur obtenus sont représentés dans la **Figure 34**.

- ✓ Au premier jour (J0), qui correspond au premier jour de la préparation de la saucisse, les avis des dégustateurs ont été les mêmes pour toutes les saucisses (**Figure 34**), dont :
  - 40 % des dégustateurs trouvent que la couleur des saucisses est rouge vif.
  - 40 % des dégustateurs trouvent que la couleur des saucisses est marron.
  - 20 % des dégustateurs trouvent que la couleur des saucisses est rose.



**Figure 34 : résultats de l'appréciation de la couleur des saucisses par les dégustateurs au premier jour**

- ✓ Au troisième et sixième jour de conservation, les dégustateurs ont donné les mêmes appréciations pour les trois échantillons :

90 % du panel trouve la couleur des trois échantillons est marron et 10 % du panel ont donné la couleur rouge.

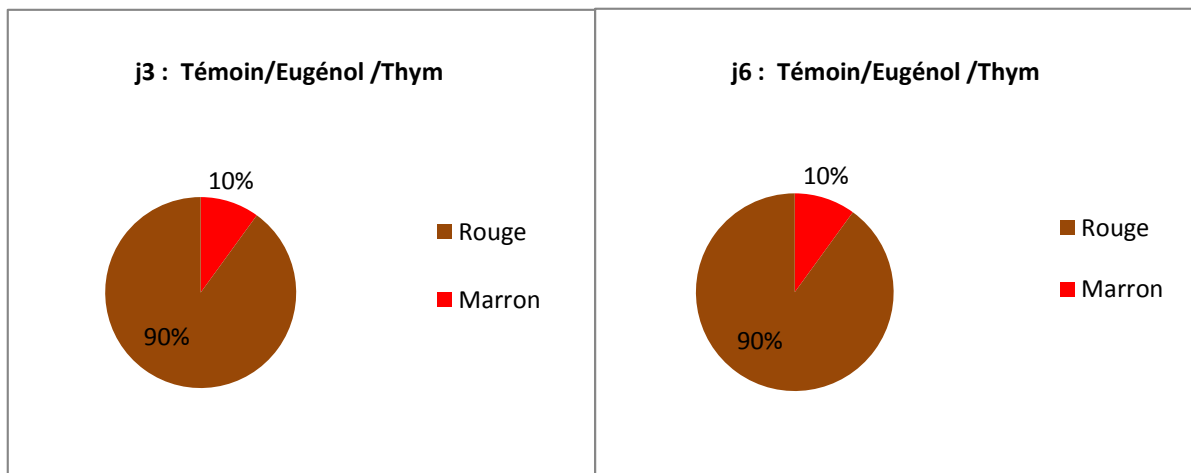


Figure 35 : L'appréciation de la couleur des saucisses par les dégustateurs au troisième et dernier jour

V.2.Appréciations de l'odeur

Les résultats de l'analyse sensorielle pour l'estimation du critère odeur obtenus sont représentés dans la Figure 36.

✓ Au premier jour qui correspond au même jour de préparation des saucisses, les appréciations sont comme suivies :

Échantillon °01 : 90 % l'ont jugé très bonne et 10 % bonne.

Échantillon °02 : 80 % l'ont jugé très bonne et 20 % bonne.

Échantillon °03 : 50 % l'ont jugé bonne, 40 % très bonne et 10 % mauvaise.

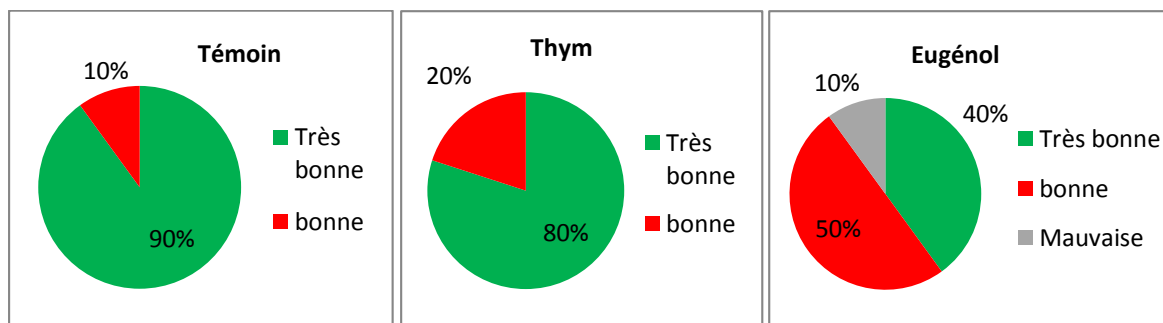


Figure 36 : Résultats du test pour l'odorat au premier jour

✓ Au troisième jour de conservation, les avis de panel sont comme suivis :

**Échantillon °01** : 70 % ont trouvé que l’odeur est bonne et 30 % trouve qu’elle est très bonne.

**Échantillon °02** : 50 % ont trouvé que l’odeur est bonne, 40 % trouve qu’elle est très bonne et 10 % juge qu’elle est mauvaise.

**Échantillon °3** : 90 % ont trouvé que l’odeur bonne et 10 % juge qu’elle est très mauvaise.

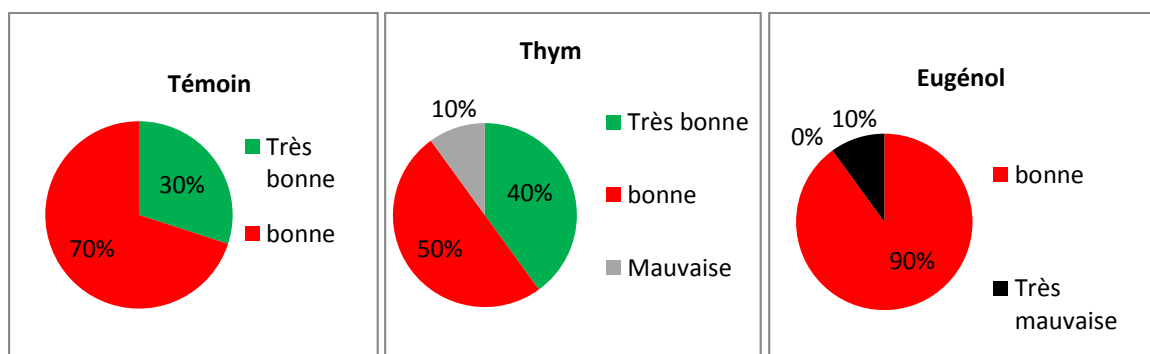


Figure 37: Résultats du test pour l'odorat au troisième jour

✓ Au sixième jour de conservation, les dégustateurs ont jugé que l’odeur des saucisses est comme suite :

**Échantillon °01** : 100 % l’ont jugé très mauvaise.

**Échantillon °02** : 50 % l’ont jugé mauvaise, 30 % très mauvaise et 20 % bonne.

**Échantillon °03** : 90 % l’ont jugé très mauvaise et 10 % mauvaise.

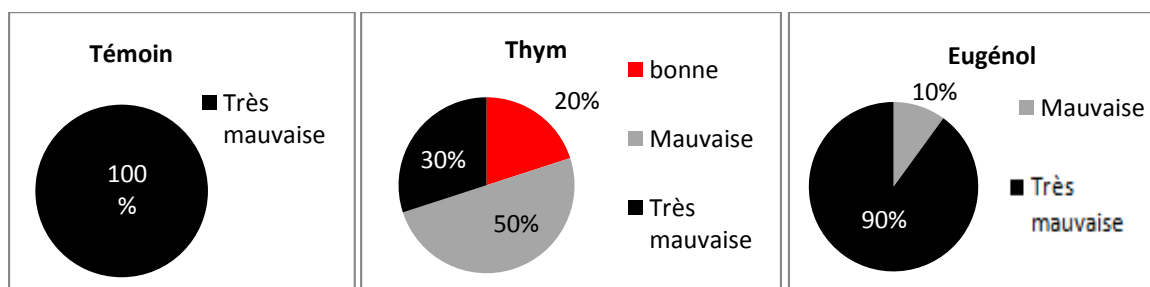


Figure 38: Résultats de test pour l'odorat au dernier jour

- ✓ Au dernier jour de conservation la majorité des dégustateurs ont jugé que l'odeur de la saucisse été très mauvaise, cela est dû à l'odeur de putréfaction suite à la détérioration de notre matrice alimentaire.

En général, les huiles essentielles possèdent des odeurs très forte et puissante ce qui peut être un facteur limitant pour leurs applications dans des denrées alimentaires. Cependant, les effets organoleptiques indésirables peuvent être limités en sélectionnant soigneusement l'huile essentielle selon le type d'aliment considéré (Hellal, 2011).

### V.3.Appréciations de goût

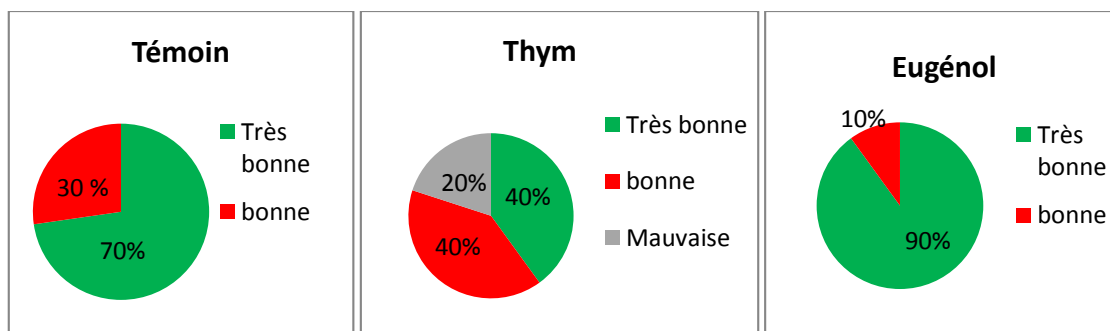
Les résultats de l'analyse sensorielle pour l'estimation du critère goût obtenus sont représentés dans la **Figure 39** :

- ✓ Au premier jour, les estimations des dégustateurs été comme suite :

**Échantillon °01** : 70 % des dégustateurs disent qu'elle est très bonne et 30 % disent qu'elle est bonne.

**Échantillon °02** : 40 % disent qu'elle est très bonne, 40 % est bonne et 20 % mauvaise.

**Échantillon °03** : 90 % disent qu'elle est très bonne et 10 % est bonne.



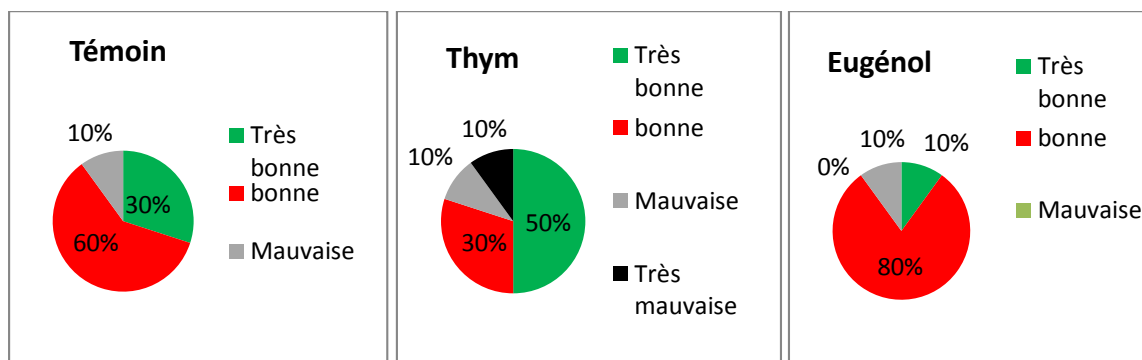
**Figure 39 : Résultats du test de dégustation pour évaluer le goût au premier jour**

- ✓ Au troisième jour de stockage à froid, les résultats obtenus sont comme suite :

**Échantillon °01** : 60 % disent qu'elle est bonne, 30 % très bonne et 10 % mauvaise.

**Échantillon °02** : 50 % disent qu'elle est très bonne, 30 % bonne, 10 % mauvaise et 10 % très mauvaise.

**Échantillon °03** : 80 % disent qu'elle est bonne, 10 % très bonne et 10 % mauvaise.



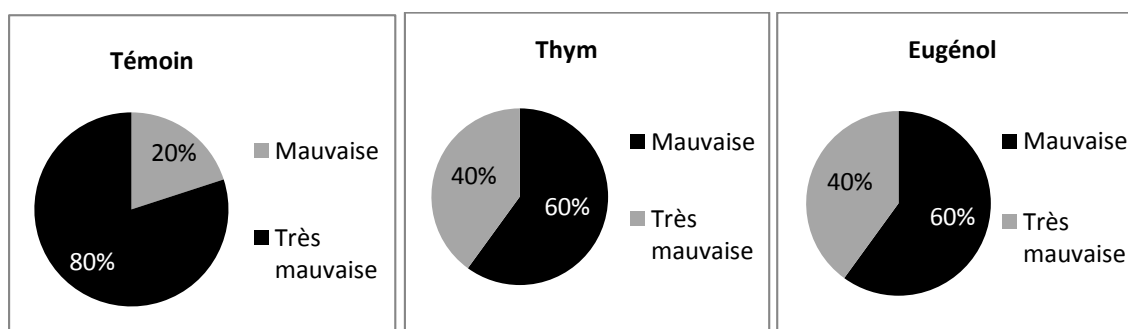
**Figure 40 : Résultats du test de dégustation pour évaluer le goût au troisième jour**

✓ Au sixième jour de conservation, tous les échantillons ont été détériorés, dont :

**Échantillon °01** : 80 % des dégustateurs l'ont jugé très mauvaise et 20 % mauvaise.

**Échantillon °02** : 60 % des jurys l'ont jugé mauvaise et 40 % très mauvaise.

**Échantillon °03** : 60 % des jurys l'ont jugé mauvaise et 40 % très mauvaise.



**Figure 41: Résultats de test de dégustation pour évaluer le goût au dernier jour**

Les résultats de sixième jour de conservation, sont dus à la dégradation des saucisses sur le plan nutritionnel et microbiologique, d'ailleurs revenant aux résultats obtenus pour le pH au dernier jour, on a enregistré une valeur supérieure à 6 et cela favorise le développement de la flore bactérienne pathogène responsable d'une altération de goût et de l'odeur. Nous pouvons constater d'après les appréciations de l'ensemble du panel de dégustation, que plus la durée de conservation augmente, plus la saucisse perd sa couleur initiale qui est la couleur rouge vers une coloration sombre (marron).

La couleur de certaines saucisses crues auxquelles on n'ajoute ni nitrate, ni colorant est lié à la couleur de la viande, elle-même liée à l'état chimique de la myoglobine (**Durand, 1999**). Après cuisson, sur une surface de coupe, la saucisse paraît rose au centre et de couleur brune à la périphérie, cela est probablement dû aux réactions de Maillard qui se déroulent à la température de la cuisson et qui aboutissent à la formation de pigments bruns (**Cheftel, 1977**). La composition en fibres des muscles influence la couleur de la viande via la quantité et l'état chimique de la myoglobine. La forte teneur en myoglobine se traduit par une liaison positive entre la proportion de ces fibres et l'intensité de couleur rouge. Au cours de la conservation, la myoglobine peut s'oxyder et assombrir la viande qui est alors défavorablement perçue par le consommateur. L'oxydation de la myoglobine dans des viandes détériore la stabilité de la couleur rouge en induisant la formation de met myoglobine pour conséquence l'apparition d'une couleur brunâtre, un défaut plus prononcé dans l'espèce bovine (**Listrat, 2015**). Des extraits de feuilles d'olivier de la variété « azerradj » sont préparés et additionnés à des escalopes fraîches de dinde, stockés à l'air libre à  $8 \pm 2$  °C pendant 7 jours. L'analyse sensorielle a révélé que l'ajout de ces extraits sur la viande n'affecte pas négativement l'odeur de cette dernière. Les résultats obtenus sont très encourageants et ouvrent une voie prometteuse pour l'utilisation des feuilles d'olivier comme agents antimicrobiens naturels pour la préservation des viandes (**Djenane et al., 2011**).



**Conclusion générale**

La partie *in vitro* a été consacrée à l'étude de l'activité antimicrobienne vis-à-vis de la souche bactérienne *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 par la méthode de diffusion sur milieu gélosé, et l'activité antioxydante par la méthode au DPPH de l'huile essentielle de *Thymus algeriensis* et de l'eugénol.

Ensuite dans la partie *in vivo*, nous avons testé les deux molécules bioactives dans une matrice alimentaire : des saucisses à base de la viande caprine et équine. L'évolution de la flore psychotrope et le taux d'oxydation au cours de la conservation pendant six jours au stockage réfrigéré a été déterminée.

Nos tests ont confirmé l'effet antibactérien important de l'HE de *Thymus algeriensis* par rapport à l'eugénol vis-à-vis la souche testée (diamètre d'inhibition=3,85±0,919 cm) et (diamètre d'inhibition=2,75±0,353 cm) respectivement. Ces résultats montrent clairement que les deux extraits étudiés et surtout l'huile essentielle de *Thymus algeriensis* est doté d'un large spectre d'activité inhibitrice vis-à-vis *Pseudomonas aeruginosa*.

Cependant, l'étude du pouvoir antioxydant a confirmé les propriétés potentielles de l'eugénol ( $IC_{50} = 0,006$  mg/mL) à piéger les radicaux libres par rapport au *Thymus algeriensis* ( $IC_{50} = 0,07$  mg/mL)..

Par ailleurs, ces deux conservateurs naturels ont montré un effet antioxydant visible vu la diminution du taux d'oxydation et cela à partir du troisième jour d'entreposage au froid, cette propriété lui confère d'être des antioxydants de choix.

Concernant les analyses sensorielles, celles-ci ont révélé que l'odeur et le goût des saucisses additionnés de ces composés sont acceptables.

En conclusion, on peut affirmer que l'HE de *Thymus algeriensis* protège contre la prolifération des microorganismes, d'une part, et qu'il est utile de prolonger le stockage des saucisses à une température de 4°C pendant six jours.

Ainsi, nous pouvons dire que l'eugénol est plutôt antimicrobien alors qu'il est un agent antioxydant de première classe.

En perspective, il serait très intéressant de :

Continuer cette étude avec d'autres essais in vitro en utilisant une combinaison entre l'huile essentielle de *Thymus algeriensis* et l'eugénol et les tester sur d'autres germes pathogène responsable des altérations alimentaires.

Élargir l'éventail des tests antimicrobiens et antioxydants à d'autres tests plus avancés.

Essais d'éliminer les molécules volatiles de l'huile essentielle de *Thymus algeriensis* et l'eugénol, afin de pouvoir les appliquer en grandes concentrations sur la matrice alimentaire sans influencer sur la qualité sensorielle.

Utilise l'eugénol comme un antioxydant de référence à la place de l'acide ascorbique.

La valorisation des composés naturelle dans l'industrie agroalimentaire à des fins de conservation.

**A**

**A., Cherrat, L., Espina, L., Lorán, S., Rota, C., & Pagán, R. (2011).** The antimicrobial activity of hydrophobic essential oil constituents acting alone or in combined processes of food preservation. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 12(3), 320-329.

**Abdollah, S., Macías-Silva, M., Tsukazaki, T., Hayashi, H., Attisano, L., & Wrana, J. L. (1997).** T $\beta$ RI phosphorylation of Smad2 on Ser465 and Ser467 is required for Smad2-Smad4 complex formation and signaling. *Journal of Biological Chemistry*, 272(44), 27678-27685.

**Amarti, F., Satrani, B., Ghanmi, M., Farah, A., Aafi, A., Aarab, L., ... & Chaouch, A. (2010).** Composition chimique et activité antimicrobienne des huiles essentielles de *Thymus algeriensis* Boiss. & Reut. et *Thymus ciliatus* (Desf.) Benth. du Maroc. BASE.

**Ayadi, M. (2014).** Utilisation des tanins condensés de la pulpe de caroube en alimentation des caprins du nord du Maroc: Effet sur les performances de production et la qualité nutritionnelle des produits (Doctoral dissertation, Rapport de thèse de Doctorat).

**B**

**Bachiri, L., Echchegadda, G., Ibijbijen, J., & Nassiri, L. (2016).** Etude phytochimique et activité antibactérienne de deux espèces de Lavande Autochtones Au Maroc: «*Lavandula stoechas* L. et *Lavandula dentata* L.». *European Scientific Journal*, 12(30), 313-333.

**Beaubois, P. (2001).** Approche de la maîtrise du risque microbiologique dans l'univers des viandes crues et des viandes cuites 14<sup>ème</sup> Congrès A3P. Service Qualité Socopa Entreprise. p, 7.

**Ben Mohamed, F. E., Slama, M., Hammami, H., Ben El Hadj Rhouma, M., & Hochlaf, M. (2015).** Microsolvation of NO<sup>+</sup> in Arn clusters: A theoretical treatment. *The Journal of Chemical Physics*, 142(20).

**Benayache, S., & Benayache, F. (2017).** Etude phytochimique et biologique de l'espèce *Thymus numidicus* Poiret.

**Benbettaieb N. (2022).** Emballages actifs et intelligents. Matériaux et procédés d'emballage pour les industries alimentaires, cosmétiques et pharmaceutiques, 209.

**Benchoulak, M., Abidli, N. R., & Lahouel, M. (2008).** Etude de l'effet des flavonoïdes de la *foeniculum vulgare* Mill. dans la prévention de la cardiotoxicité de la doxorubicine (Doctoral dissertation).

**Bendjabeur, S. (2019).** Etude phytochimique et activités biologique des huiles essentielles et des extraits éthanoliques de *teucrium polium* subsp *capitatum* *thymus algeriensis* et *ammoides verticillata* (Doctoral dissertation).

- Bilgglı S.F ; 2002.** La qualité de l'abattage et la période de retrait alimentaire. *Word's Poultry Science Journal*.18,123-233
- Bonneau, A. (2020).** Mécanismes moléculaires impliqués dans l'import du fer par la pyoverdine chez *Pseudomonas aeruginosa* (Doctoral dissertation, Strasbourg).
- Bornert, G. (2000).** Importance des bactéries psychrotrophes en hygiène des denrées alimentaires. *Revue Méd. Vét*, 151(11), 1003-1010.
- Botineau, M. (2010).** Systematic and applied botany of flowering plants. *Systematic and applied botany of flowering plants*
- Botsoglou, N. A., Christaki, E., Fletouris, D. J., Florou-Paneri, P., & Spais, A. B. (2002).** The effect of dietary oregano essential oil on lipid oxidation in raw and cooked chicken during refrigerated storage. *Meat science*, 62(2), 259-265.
- Bouacida, N., & Mohapatra, P. (2021).** Vulnerabilities in federated learning. *IEEE Access*, 9, 63229-63249.
- Boudechicha, H. R., Sellama, M., Lamri, M., Boudjellal, A., & Gagaoua, M. (2018).** Produits carnés traditionnels des pays d'Afrique du Nord. *La revue française de la recherche en viandes et produits carnés*, 34(3-8), 1-19.
- Bouhdid, S., Abrini, J., Amensour, M., Zhiri, A., Espuny, M. J., & Manresa, A. (2010).** Functional and ultrastructural changes in *Pseudomonas aeruginosa* and *Staphylococcus aureus* cells induced by *Cinnamomum verum* essential oil. *Journal of applied microbiology*, 109(4), 1139-1149.
- Bourgeois, C. M., Mescle, J. F., & Zucca, J. (Eds.). (1996).** *Microbiologie alimentaire: tome 1-Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments. tome 2-Aliments fermentés et fermentations alimentaires.* Tec & Doc Lavoisier.
- Bourgeois, C. M., Mescle, J. F., Zucca, J., & Larpent, J. P. (1988).** *Microbiologie alimentaire. v. 1: Aspect microbiologique de la securite et de la qualite alimentaires.*
- Bousbia, N. (2011).** Extraction des huiles essentielles riches en anti-oxydants à partir de produits naturels et de co-produits agroalimentaires (Doctoral dissertation, Université d'Avignon).
- Bouzidi, H., Lakhlef, Z., Hellal, Z., & Djenane, D. (2019).** Le conditionnement des fraises fraîches sous " micro-atmosphère " à base d'huiles essentielles combinées: Effet durant le stockage. *Nature & Technology*, (21), 35-49.
- Bozaa, F., & Zid., H., Harza., E (2022).** Etude des activités antimicrobiennes de l'huile essentielle de la plante *Syzygium aromaticum*.

**Brangier, É., & Barcenilla, J. (2003).** Concevoir un produit facile à utiliser. Paris: Editions d'organisation.

**Burt, S. (2004).** Huiles essentielles : leurs propriétés antibactériennes et leurs applications potentielles dans les aliments - un bilan. *Journal international de microbiologie alimentaire*, 94 (3), 223-253.

## **C**

**Carrión Granda, X. (2015).** Development of active edible coatings to improve the microbiological quality and safety of fish and seafood products.

**Cartier, P. (2007).** Le point sur La qualité des carcasses et des viandes de gros bovins, *Compte rendu final n 17 05 32 022*. Service Qualité des Viandes, 12-58.

**CHAGRA, K. (2019).** Etude les propriétés physico-chimiques et biologique de clou du girofle (*Syzygium aromaticum* (L)).

**Cheftel; H et Besancon P (1977).** Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments. 2 V. Lavoisier. Paris

**CHEN, C. W., & HO, C. T. (1995).** Antioxidant properties of polyphenols extracted from green and black teas. *Journal of food lipids*, 2(1), 35-46.

**Chikhi, K., & Bencharif, A. (2016).** La consommation de produits carnés en Méditerranée : quelles perspectives pour l'Algérie. Zaragoza : CIHEAM, Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens, 115, 435-440.

**Chollet, É. (2007).** Développement de techniques d'analyse de la nisine en vue de l'étude de son relargage à partir de nouveaux emballages alimentaires actifs antimicrobiens (Doctoral dissertation, Lyon 1).

**Clavel, B., & Yvinec, J. H. (2010).** L'archéozoologie du Moyen Âge au début de la période moderne dans la moitié nord de la France. *Trente ans d'archéologie médiévale en France. Un bilan pour un avenir*, 71-87.

**Clinquart, A., Leroy, B., Dottreppe, O., Hornick, J. L., Dufrasne, I. L., & Istasse, L. (2000).** Les facteurs de production qui influencent la qualité de la viande des bovins Blanc Bleu belge. *Les Journées CESAM*, 25-26.

**Coibion, L. (2008).** Acquisition des qualités organoleptiques de la viande bovine : adaptation à la demande du consommateur (Doctoral dissertation).

**Cosentino, S. C. I. G., Tuberoso, C. I. G., Pisano, B., Satta, M. L., Mascia, V., Arzedi, E., & Palmas, F. (1999).** In- vitro antimicrobial activity and chemical composition of Sardinian thymus essential oils. *Letters in applied microbiology*, 29(2), 130-135.

Cox, SD, Mann, CM, Markham, JL, Bell, HC, Gustafson, JE, Warmington, JR et Wyllie, SG (2000). Le mode d'action antimicrobienne de l'huile essentielle de *Melaleuca alternifolia* (huile d'arbre à thé). *Tourillon de microbiologie appliquée*, 88 (1), 170-175.

**D**

Daube, G., Debanterlé, R., Dierick, K., Goubau, P., Huyghebaert, A., Imbrerechts, H., ... & Dubois, J. J. (2012). Prévention de la contamination microbienne et parasitaire des aliments par des opérateurs porteurs ou malades. CSS n° 8207.

De Billerbeck, V. G. (2007). Huiles essentielles et bactéries résistantes aux antibiotiques. *Phytothérapie*, 5(5), 249-253.

De Rapper, S., Van Vuuren, S. F., Kamatou, G. P. P., Viljoen, A. M., & Dagne, E. (2012). The additive and synergistic antimicrobial effects of select frankincense and myrrh oils—a combination from the pharaonic pharmacopoeia. *Letters in applied microbiology*, 54(4), 352-358.

De, M., Krishna De, A., & Banerjee, A. B. (1999). Antimicrobial screening of some Indian spices. *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives*, 13(7), 616-618.

Djenane D., Yangüela J., Derriche F., Bouarab L., Roncales P. (2011). Utilisation des composés de feuilles d'olivier comme agents

Djenane, D. (2009). Les perspectives naturelles pour la préservation de la viande. *Revue CAMPUS*, (16), 28-61.

Djenane, D., Lefsih, K., Yangüela, J., & Roncalés, P. (2011). Composition chimique et activité anti-*Salmonella enteritidis* CECT 4300 des huiles essentielles d'*Eucalyptus globulus*, de *Lavandula angustifolia* et de *Satureja hortensis*. Tests in vitro et efficacité sur les œufs entiers liquides conservés à 7±1 C. *Phytothérapie*, 9(6), 343-353.

Djenane, D., Meddahi, A., & Roncalés, P. (2006). Les systèmes antioxydants et antimicrobiens pour la conservation de la viande. *Sci. Alim*, 26, 37-73.

Djenane, D., Sánchez-Escalante, A., Beltrán, J. A., & Roncalés, P. (2002). Ability of  $\alpha$ -tocopherol, taurine and rosemary, in combination with vitamin C, to increase the oxidative stability of beef steaks packaged in modified atmosphere. *Food Chemistry*, 76(4), 407-415.

Djenane, D., Yangüela, J., Derriche, F., Bouarab, L., & Roncales, P. (2012). Utilisation des composés de feuilles d'olivier comme agents antimicrobiens ; application pour la conservation de la viande fraîche de dinde. *Nature & Technology*, (7), 53.

**Dognon, S. R., Salifou, C. F. A., Dougnon, J., Dahouda, M., Scippo, M. L., & Youssao, A. K. I. (2018).** Production, importation et qualité des viandes consommées au Bénin. *Journal of Applied Biosciences*, 124, 12476-12487.

**Druesne, A. (1996).** Le stress bactérien : Conséquences sur l'efficacité des traitements thermiques. 1ère partie: Système d'adaptation des micro-organismes. *Bulletin de liaison du CTSCCV*, 6(1), 2-6.

**Duchène, C., & Gandemer, G. (2017).** Viandes crues, viandes cuites: quels effets de la cuisson sur la composition en nutriments des viandes?. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, 52(3), 134-149.

**Duflot, A. (2021).** Viande de cheval : Goût, précaution, comment la manger.

**DURAND P. (1999).** Ingrédients et additif; in «Technologie des produits de charcuterie et de salaison», Tec & Doc, Lavoisier, Paris

## **E**

**El abed N, Kaabi B, Smaali M I, Chabbouh M, Habibi K, Mejri M, Marzouki Min, Ben Hadj Ahmed S. (2014).** Chemical Composition, Antioxidant and Antimicrobial Activities of Thymus capitata Essential Oil with Its Preservative Effect against *Listeria monocytogenes* Inoculated in Minced Beef Meat.

**El Allaoui, A. (2012).** Medical image segmentation by marker-controlled watershed and mathematical morphology. *The International Journal of Multimedia & Its Applications*, 4(3), 1.

**Eymard, S. (2003).** Mise en évidence et suivi de l'oxydation des lipides au cours de la conservation et de la transformation du chinchard (*Trachurus trachurus*): choix des procédés (Doctoral dissertation, Université de Nantes).

## **F**

**Fang, Z., Zhao, Y., Warner, R. D., & Johnson, S. K. (2017).** Active and intelligent packaging in meat industry. *Trends in Food Science & Technology*, 61, 60-71.

**Fasseas, M. K., Mountzouris, K. C., Tarantilis, P. A., Polissiou, M., & Zervas, G. (2008).** Antioxidant activity in meat treated with oregano and sage essential oils. *Food chemistry*, 106(3), 1188-1194.

**Fine, F., Vian, M. A., Tixier, A. S. F., Carre, P., Pages, X., & Chemat, F. (2013).** Les agro-solvants pour l'extraction des huiles végétales issues de graines oléagineuses. *OCL*, 20(5), A502.

**Fuinel, G. (2003).** Plantes de vie. Du corps et de l'esprit. Fernand Lanore.

## **G**

**Gessard, C. (1984).** On the blue and green coloration that appears on bandages. *Reviews of infectious Diseases*, 6(Supplement\_3), S775-S776.

**Gros Lambert, S. (2001).** Influence de l'hydrodynamique sur la morphologie d'une bactérie filamenteuse dans un fermenteur à cuve agitée mécaniquement.

## **H**

**Habiba, & Fatma Zahra, B. O. U. R. A. S. (2018).** Etude de l'activité antioxydante et antibactérienne des huiles essentielles du *Thymus algeriensis* (Doctoral dissertation, Université laarbi tebessi tebessa).

**Hafiane, A., Seetharaman, G., Palaniappan, K., & Zavidovique, B. (2008).** Rotationally invariant hashing of median binary patterns for texture classification. In *Image Analysis and Recognition : 5th International Conference, ICIAR 2008, Póvoa de Varzim, Portugal, June 25-27, 2008. Proceedings 5* (pp. 619-629). Springer Berlin Heidelberg.

**Han, J. H. (2003).** Antimicrobial food packaging. *Novel food packaging techniques*, 8, 50-70.

**Harbuz, R., Zouari, R., Pierre, V., Khelifa, M. B., Kharouf, M., Coutton, C., ... & Ray, P. F. (2011).** A recurrent deletion of DPY19L2 causes infertility in man by blocking sperm head elongation and acrosome formation. *The American Journal of Human Genetics*, 88(3), 351-361.

**Hellal Z. (2011).** Contribution à l'étude des propriétés antimicrobiennes et antioxydantes de certaines huiles essentielles extraites des Citrus. Application sur la sardine (*Sardina pilchardus*). Thèse de magistère. Université Mouloud MAMMARI de Tizi-Ouzou

**Hmiri, S., Amrani, N., & Rahouti, M. (2011).** Détermination in vitro de l'activité antifongique des vapeurs d'eugénol et d'huiles essentielles de *Mentha pulegium* L. et de *Tanacetum annuum* L. vis-à-vis de trois champignons responsables de la pourriture des pommes en post-récolte. *Acta botanica gallica*, 158(4), 609-616.

**Hocquette, J. F., Mainsant, P., Daudin, J. D., Cassar-Malek, I., Remond, D., Doreau, M., ... & Picard, B. (2013).** La viande du futur sera-t-elle produite in vitro ? *INRA Productions Animales*, 26(4), 363-374.

**Hohmann, J., Zupkó, I., Rédei, D., Csányi, M., Falkay, G., Máthé, I., & Janicsák, G. (1999).** Protective effects of the aerial parts of *Salvia officinalis*, *Melissa officinalis* and

Lavandula angustifolia and their constituents against enzyme-dependent and enzyme-independent lipid peroxidation. *Planta medica*, 65(06), 576-578.

Houmani, Z., Azzoudj, S., Naxakis, G., & Skoula, M. (2002). The essential oil composition of Algerian Zaâtar: *Origanum* spp. And *Thymus* spp. *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants*, 9(4), 275-280.

**Huang, N. E. (2014).** Hilbert-Huang transform and its applications (Vol. 16). World Scientific.

**Huppertz, T., & Fox, P. F. (2006).** Effect of NaCl on some physico-chemical properties of concentrated bovine milk. *International dairy journal*, 16(10), 1142-1148.

**Hussein, H. J., Hadi, M. Y., & Hameed, I. H. (2018).** Cytotoxic Activity of *Thymus vulgaris*: Antibacterial and Antifungal Activity. *International Journal of Pharmaceutical Quality Assurance*, 9(02), 166-169.

## I

**Ighil, Nassima., (2011).** Dosage de l'eugénol dans les clous de girofle (*Eugenia caryophyllata* Thunb) par spectrométrie IRTF Etude de l'activité antimicrobienne et antioxydante de l'extrait des clous de girofle

**Istrat A., Lebret B., Louveau I., Astruc T., Bonnet M., Lefaucheur L., Bugeon J., 2015.** Comment la structure et la composition du muscle déterminent la qualité des viandes ou chairs. In : Numéro spécial, Le muscle et la viande. Picard B., Lebret B. Edition INRA Production. Animale., 28, 125-136.

## J

**Jayasri, M. A., & Suthindhiran, K. (2017).** Effect of zinc and lead on the physiological and biochemical properties of aquatic plant *Lemna minor* : its potential role in phytoremediation. *Applied Water Science*, 7, 1247-1253.

**Jean, E. (2019).** Étude du couplage des hautes pressions hydrostatiques et de l'ultrafiltration pour la récupération et la purification d'une fraction enrichie en alpha-lactalbumine (Doctoral dissertation, Université Laval).

**Jean-Louis, C. (2011).** Microbiologie alimentaire. Contrôle microbiologique des aliments.à

## K

**Kielbassa, A. M., Attin, T., & Hellwig, E. (1997).** Diffusion behavior of eugenol from zinc oxide-eugenol mixtures through human and bovine dentin in vitro. *Operative dentistry*, 22, 15-20.

**Kraiem, Z., Zouari, K., Bencheikh, N., Agoun, A., & Abidi, B. (2015).** Processus de minéralisation de la nappe du Plio-Quaternaire dans la plaine de Segui-Zograta (Sud-Ouest tunisien). *Hydrological Sciences Journal*, 60(3), 534-548.

**L**

**Lambert, E., & Chesnet, D. (2001).** Novlex: une base de données lexicales pour les élèves de primaire. *L'Année psychologique*, 101(2), 277-288.

**Lamia, C. (2013).** Evaluation de l'effet antimicrobien et antioxydant des huiles essentielles de 5 plantes aromatiques et médicinales du Maroc et évaluation de leurs effets combinés avec des méthodes de conservation alimentaire.

**Lavigne, C. (2019).** La conservation des aliments par le procédé à haute pression hydrostatique. *Nutrition Science en évolution*, 16(3), 15-19.

**Lebret, B., & Picard, B. (2015).** Les principales composantes de la qualité des carcasses et des viandes dans les différentes espèces animales. *INRA Productions Animales*, 28(2), 93-98.

**Lebret, B., Lefaucheur, L., Mourot, J., & Bonneau, M. (1996).** Influence des facteurs d'élevage sur la qualité de la viande de porc. *Journées de la Recherche Porcine en France*, 28, 137-156.

**Leyral, G., & Vierling, E. (2007).** Microbiologie et toxicologie des aliments : Hygiène et sécurité alimentaires. 4<sup>ème</sup> éd Rueil-Malmaison : Doin. Bordeaux : CRDP d'Aquitaine.

**Li, C. P., Prescott, B., Chi, L. L., & Martino, E. C. (1963).** Antiviral and antibacterial activity of thymus extracts. *Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine*, 114(2), 504-509.

**Lin, H. (2004).** Coups de baguettes sur la fourchette ! Ou les Européens vus par un chinois. *Coups de baguettes sur la fourchette !* 1-196.

**Lister, P. D., Wolter, D. J., & Hanson, N. D. (2009).** Antibacterial-resistant *Pseudomonas aeruginosa*: clinical impact and complex regulation of chromosomally encoded resistance mechanisms. *Clinical microbiology reviews*, 22(4), 582-610.

**Listrat, A., Lebret, B., Louveau, I., Astruc, T., Bonnet, M., Lefaucheur, L., & Bugeon, J. (2015).** Comment la structure et la composition du muscle déterminent la qualité des viandes ou chairs?. *INRA Productions Animales*, 28(2), 125-136.

**M**

**Malgoire, A., Santé-Lhoutellier, V., Astruc, T., Ellies-Oury, M. P., INRAE, U., & Theix, S. (2020).** Etat des lieux des emballages innovants en viande bovine. *Viandes & Produits Carnés*, 1.

**Marshall, D. L., & Schmidt, R. H. (1991).** Physiological evaluation of stimulated growth of *Listeria monocytogenes* by *Pseudomonas* species in milk. *Canadian journal of microbiology*, 37(8), 594-599.

**Mehalaine, S., Menasria, T., Bouguessa, S., & Yahia, A. (2017).** In vitro seed germination of some Algerian medicinal plants and the effect of Gibberellic acid (GA3) on breaking dormancy. *J. Mater. Environ. Sci*, 8(6), 2034-2039.

**Mehalaine, S., Menasria, T., Bouguessa, S., & Yahia, A. (2017).** In vitro seed germination of some Algerian medicinal plants and the effect of Gibberellic acid (GA3) on breaking dormancy. *J. Mater. Environ. Sci*, 8(6), 2034-2039.

**Messaoudi, D., Settou, N., Negrou, B., & Settou, B. (2019).** GIS based multi-criteria decision making for solar hydrogen production sites selection in Algeria. *International Journal of Hydrogen Energy*, 44(60), 31808-31831.

**Monin, G. (1991).** Facteurs biologiques des qualités de la viande bovine. *INRA Productions animales*, 4(2), 151-160.

Morales, R. (2002). The history, botany and taxonomy of the genus *Thymus*. *Thyme: the genus Thymus*, 1, 1-43.

**Multon, B. (1998).** L'énergie sur la terre: analyse des ressources et de la consommation. La place de l'énergie électrique. *La Revue 3 E. I.*, pp-29.

## N

**Neely, KL, Macaulay, KA, Hower, EK et Dobler, MA (2020).** Efficacité des antibiotiques topiques dans le traitement des coraux affectés par la maladie de perte de tissu corallien pierreux. *Peer J*, 8, e9289.

## O

**Oussalah, M., Caillet, S., Saucier, L., & Lacroix, M. (2007).** Inhibitory effects of selected plant essential oils on the growth of four pathogenic bacteria: *E. coli* O157: H7, *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus* and *Listeria monocytogenes*. *Food control*, 18(5), 414-420.

## P

**Pal, M., Devrani, M., & Dufour, O. (2018).** Application de différentes techniques de conservation de la viande. *Journal of Experimental Food Chemistry*.

**Pellecuer J., Jacob M., Simeon de Buechberg M. & Allegrini J., (1980).** . Therapeutic value of the cultivated mountain savory (*Satureia Montana* L.). *Acta Hort.*, 96, 35-39.

**Portes, E. (2008).** Synthèse et études de tétrahydrocurcuminoïdes: propriétés photochimiques et antioxydantes: applications à la préservation de matériaux d'origine naturelle (Doctoral dissertation, Bordeaux 1)

**Pottier, L., Guyon, C., Rakotondramavo, A., Villamonte, G., & Arnaud, C. (2016).** Effets des Hautes Pressions sur les produits carnés : développement industriel et potentialités. *Viandes & Produits Carnés*, 1.

## **R**

**Razakaratrio, J. (2014).** Etude de l'irrégularité de production chez le giroflier à Madagascar (Doctoral dissertation, Université d'Antananarivo).

**Realini, C. E., & Marcos, B. (2014).** Active and intelligent packaging systems for a modern society. *Meat science*, 98(3), 404-419

**Rounds, C. M., & Bezanilla, M. (2013).** Growth mechanisms in tip-growing plant cells. *Annual review of plant biology*, 64, 243-265.

**Rozier J., Carlier V., et Bolnot F. (1986).** Bases microbiologiques de l'hygiène des aliments. Edition la SEPAIC, 205p.

## **S**

**Sadoud, M. (2020).** Perception de la viande caprine par le consommateur de la région de Chlef en Algérie. *Viandes & Produits Carnés*, 1.

**Sahr et Nielson (2003)** In Bensliman, Mémoire de Master. Etude de l'activité antioxydante des huiles essentielles de *Thymus ciliatus eu ciliatus* (Zaitra) de la région de Tlemcen. Université abou bekr belkaid Tlemcen

**Salhi, A., Bouyanzer, A., El Mounsi, I., Bendaha, H., Hamdani, I., El Ouariachi, E., ... & Costa, J. (2016).** Chemical composition, antioxidant and anticorrosive activities of *Thymus algeriensis*. *J Mater Environ Sci*, 7(11), 3949-3960.

**Salifou, C. F. A., Boko, K. C., Ahounou, G. S., Tougan, P. U., Kassa, S. K., Houaga, I., ... & Youssao, A. K. I. (2013).** Diversité de la microflore initiale de la viande et sécurité sanitaire des consommateurs. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 7(3), 1351-1369.

**Salifou, C. F. A., Dahouda, M., Boko, K. C., Kassa, S. K., Houaga, I., Farougou, S., ... & Youssao, A. K. I. (2013).** Evaluation de la qualité technologique et organoleptique de la viande de bovins de races Borgou, Lagunaire et Zébu Peulh, élevés sur des pâturages naturels. *Journal of Applied Biosciences*, 63, 4736-4753.

- Sardella, F., Checchini, M., Pierini, A., Riglietti, G. F., Fenaroli, F., Negrini, M., ... & Omboni, E. (1995).** Chest pain similar to angina. Identification of patients at risk of developing acute coronary failure. *Annali Italiani di Medicina Interna: Organo Ufficiale Della Societa Italiana di Medicina Interna*, 10(2), 119-124
- Seaberg, A. C., Labbe, R. G., & Shetty, K. (2003).** Inhibition of *Listeria monocytogenes* by elite clonal extracts of oregano (*Origanum vulgare*). *Food biotechnology*, 17(2), 129-149.
- Shakeri, A., Khakdan, F., Soheili, V., Sahebkar, A., Rassam, G. et Asili, J. (2014).** Composition chimique, activité antibactérienne et cytotoxicité de l'huile essentielle de *Nepeta ucrainica* L. spp. *kopetdaghensis*. *Cultures et produits industriels*, 58 , 315-321.
- Sharedeh, D. (2015).** Analyse du transfert de matière et des modifications biochimiques et structurales du tissu musculaire lors du marinage, saumurage et malaxage des viandes (Doctoral dissertation, Université Blaise Pascal-Clermont-Ferrand II).
- Sivadier, G. (2008).** Authentification de l'alimentation des ruminants par analyse des composés volatils de leur tissus adipeux (Doctoral dissertation, Université Blaise Pascal-Clermont-Ferrand II).
- Smili, H., Gagaoua, M., Becila, S., Ider, M., Babelhadj, B., Adamou, A., ... & Boudjellal, A. (2014).** Exsudation de la viande de dromadaire. *Viandes & Produits Carnés*, 30(5), 1-9. Stone H, Sidel JL. 1993. *Sensory Evaluation Practices*
- Styger, E., Rakotoarimanana, J. E. M., Rabevohitra, R., & Fernandes, E. C. M. (1999).** Indigenous fruit trees of Madagascar: potential components of agroforestry systems to improve human nutrition and restore biological diversity. *Agroforestry systems*, 46, 289-310.

## T

- Talhi Ahlem TEBOULA Zeyneb, B. M. (2018).** Etude de l'activité antibactérienne des huiles essentielles des trois plantes médicinales (*Salvia sclarea*, *Sisygium aromaticum* et *Allium cepa*).
- Tariq, S., Wani, S., Rasool, W., Shafi, K., Bhat, M. A., Prabhakar, A., ... & Rather, M. A. (2019).** A comprehensive review of the antibacterial, antifungal and antiviral potential of essential oils and their chemical constituents against drug-resistant microbial pathogens. *Microbial pathogenesis*, 134, 103580.
- Teuscher, E., Anton, R., & Lobstein, A. (2005).** *Plantes aromatiques : épices, aromates, condiments et huiles essentielles* (p. 552). Tec & Doc.
- Teuscher, E., Anton, R., & Lobstein, A. (2005).** *Plantes aromatiques : épices, aromates, condiments et huiles essentielles* (p. 552). Tec & Doc.

**Turina, A. D. V., Nolan, M. V., Zygadlo, J. A., & Perillo, M. A. (2006).** Natural terpenes: self-assembly and membrane partitioning. *Biophysical chemistry*, 122(2), 101-113.

**V**

**Vautier A., Carlier, M., Martin, J. L., Gault, E., & Venduvre, J. L. (2010).** Impact de la cuisson et de la température à cœur sur les valeurs nutritionnelles du rôti filet de porc. *Journées Recherche Porcine*, 225.

**Véronique, C. O. M. A. (2008).** Bioactive packaging technologies for extended shelf life of meat-based products. *Meat science*, 78(1-2), 90-103.

**Vierling E. (2003).** Les viandes in : « aliments et boissons: filières et produits». *Sciences des aliments. Biosciences et techniques*, 3ème Ed. Doin, CRDP d'aquitaine

**W**

**Walsh, JL et Kong, MG (2008).** Caractéristiques contrastées des jets de plasma atmosphérique à champ linéaire et à champ croisé. *Lettres de physique appliquée*, 93 (11).

Wiltshire, J. J., Drake, T. M., Uttley, L., & Balasubramanian, S. P. (2016). Systematic review of trends in the incidence rates of thyroid cancer. *Thyroid*, 26(11), 1541-1552.

**Y**

**Yuwono, M., Hafid, A. F., Poernomo, A. T., Agil, M., Indrayanto, G., & Ebel, S. (2002).** Eugenol. In *Analytical Profiles of Drug Substances and Excipients* (Vol. 29, pp. 149-177). Academic Press.

**Z**

**Zhang, Y., Gao, T., Kang, S., & Sillanpää, M. (2019).** Importance of atmospheric transport for microplastics deposited in remote areas. *Environmental Pollution*, 254, 112953.

**Zouari, N., Fakhfakh, N., Zouari, S., Bougatef, A., Karray, A., Neffati, M., & Ayadi, M. A. (2011).** Chemical composition, angiotensin I-converting enzyme inhibitory, antioxidant and antimicrobial activities of essential oil of Tunisian *Thymus algeriensis* Boiss. Et Reut.(Lamiaceae). *Food and bioproducts processing*, 89(4), 257-265.

## Annexes

### Annexe 1

#### Textes réglementaires

##### 1) Stockage et vente de la saucisse

Les merguez doivent être stockés et conservés à des températures de réfrigération, dès leur préparation jusqu'à leur livraison au consommateur qui ne doit pas excéder un délai d'une journée. Tel est indiqué dans Les articles 7 et 9 de l'arrêté interministériel du 26 février 1997.

**Art.7** « Les "Merguez" doivent être conservées de manière ininterrompue à une température comprise entre + 4° et + 8° C, depuis le moment de leur préparation et jusqu'à celui de leur mise à la consommation ».

**Art.9** « Les "Merguez" préparées, doivent être livrées au consommateur dans la même journée. Passé ce délai, ces denrées sont retirées de la consommation humaine ».

##### 2) Spécifications microbiologiques de certaines denrées alimentaires

L'arrêté interministériel du 25 Ramadhan 1418 correspondant au 24 janvier 1998 modifiant et complétant l'arrêté du 14 Safar 1415 correspondant au 23 juillet 1994 relatif aux spécifications microbiologiques de certaines denrées alimentaires. Publié dans le journal officiel de LA REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE n°35 du Mercredi Aouel Safar 1419 correspondant au 27 Mai 1998.

12		JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 35		Aouel Safar 1419 27 mai 1998	
TABLEAU II (suite)					
PRODUITS		n	c	m	
<b>5. Abats crus :</b>					
— germes aérobies à 30° C		5	3	5.10 <sup>5</sup>	
— <i>Salmonella</i>		5	0	absence	
<b>6. Produits carnés cuits : patés, cachir, etc... :</b>					
— germes aérobies à 30° C		5	2	3.10 <sup>5</sup>	
— coliformes fécaux		5	2	10	
— <i>Staphylococcus aureus</i>		5	2	10 <sup>2</sup>	
— clostridium sulfito-réducteurs à 46° C		5	2	30	
— <i>Salmonella</i>		5	0	absence	
<b>7. Merguez ou autres produits carnés crus :</b>					
— coliformes fécaux		5	2	10 <sup>2</sup>	
— <i>Staphylococcus aureus</i>		5	2	10 <sup>2</sup>	
— clostridium sulfito-réducteurs à 46° C		5	2	30	
— <i>Salmonella</i>		5	0	absence	
<b>8. Préparation de viandes prêtes pour la cuisson (rôtis, escalopes...) :</b>					
— <i>Escherichia coli</i>		5	2	5.10 <sup>2</sup>	
— <i>Staphylococcus aureus</i>		5	1	5.10 <sup>2</sup>	
— <i>Salmonella</i>		5	0	abs/g	

### 3) Conditions de préparation et de commercialisation du Merguez

Arrêté Interministériel du 19 Chaoual 1417 correspondant au 26 février 1997, relatif aux conditions de préparation et de commercialisation des merguez.p.65. (N° JORA : 034 du 27-05-1997). Arrêté Interministériel du 19 Chaoual 1417 correspondant au 26 février 1997, relatif aux conditions de préparation et de commercialisation des merguez...p.65. (N° JORA : 034 du 27-05-1997). Le ministre du commerce et, Le ministre de l'agriculture et de la pêche ;

Vu la loi n° 88-08 du 26 janvier 1988, relative à la médecine vétérinaire et à la protection de la santé animale ; Vu la loi n° 89-02 du 7 février 1989, relative aux règles générales de protection du consommateur et les textes pris pour son application ;

## Annexes

Vu le décret présidentiel n° 96-01 du 14 Chaâbane 1416 correspondant au 5 janvier 1996, modifié, portant nomination des membres du Gouvernement ;

Vu le décret exécutif n° 90-12 du 1er janvier 1990, fixant les attributions du ministre de l'agriculture ; Vu le décret exécutif n° 92-65 du 12 février 1992, modifié et complété, relatif au contrôle de la conformité des produits fabriqués localement ou importés ;

Vu le décret exécutif n° 94-207 du 7 Safar 1415 correspondant au 16 juillet 1994, fixant les attributions du ministre du commerce ; Vu le décret exécutif n° 95-363 du 18 Joumada Ethania 1416 correspondant au 11 novembre 1995, fixant les modalités d'inspection des animaux vivants et des denrées animales ou d'origine animale destinés à la consommation humaine ;

Vu l'arrêté du 14 Safar 1415 correspondant au 23 juillet 1994, relatif aux spécifications microbiologiques de certaines denrées alimentaires.

### **Arrêtent :**

**Article 1er.** - En application de l'article 1er du décret exécutif n° 92-65 du 12 février 1992 susvisé, le présent arrêté a pour objet de définir les conditions de préparation et de commercialisation des merguez.

**Art. 2.** - La dénomination "Merguez" est réservée à une préparation qui ne peut être composée d'autres éléments que des viandes bovines et ovines et de la graisse de ces animaux, additionnées ou non d'aromates, d'épices et de condiments, à l'exclusion de tous abats et issues.

**Art. 3.** - Les "Merguez" ne doivent pas présenter un taux d'humidité, sur produit dégraissé, supérieur à 75% ni une teneur en tendons, nerfs et aponévroses dépassant 5%. Le taux de collagène total par rapport aux protéines doit être inférieur ou égal à 35%.

**Art. 4.** - Les "Merguez" ne doivent pas présenter un taux de matières grasses totales, supérieur à 25%

**Art. 5.** - La coloration des merguez est permise au moyen de matières colorantes d'origine naturelle à l'exclusion de toutes autres et ce, dans les proportions généralement admises par les bonnes pratiques de fabrication.

## Annexes

**Art. 6.** - Le produit visé par le présent arrêté doit être préparé conformément aux dispositions du décret exécutif n° 91-53 du 23 février 1991 relatif aux conditions d'hygiène lors du processus de la mise à la consommation des denrées alimentaires. En outre, ce produit doit être conforme aux dispositions de l'arrêté du 23 juillet 1994, susvisé.

**Art. 7.** - Les "Merguez" doivent être conservées de manière ininterrompue à une température comprise entre + 4° et + 8° C, depuis le moment de leur préparation et jusqu'à celui de leur mise à la consommation.

**Art. 8.** - L'exposition à la vente, à l'air libre et/ou sur la voie publique ainsi que la suspension des merguez à des crochets est interdite.

**Art. 9.** - Les "Merguez" préparées, doivent être livrées au consommateur dans la même journée. Passé ce délai, ces denrées sont retirées de la consommation humaine.

**Art. 10.** - Le présent arrêté sera publié au Journal officiel de la République algérienne démocratique et populaire.

Fait à Alger, le 19 Chaoual 1417 correspondant au 26 février 1997. Le ministre de l'agriculture Le ministre du commerce et de la pêche, NourredineBAHBOUH. Bakhti BELAIB.

## Annexes

### Annexe 2

#### Résultats de test de DPPH

[ ] (mg/mL)	HE de Thymus algeriensis	I%	Eugénol	I%	Acide ascorbique	I%
	Moyenne du PI+Ecartype		Moyenne du PI+Ecartype		Moyenne du PI+Ecartype	
0.0025	0.4345±0.0	0.10963	0.3815±0.00070	0.21823	0.417±0.04242	0.14549
0.005	0.4165±0.00070	0.14651	0.224±0.04666	0.54098	0.234±0.04525	0.52049
0.05	0.183±0.019798	0.625	0.079±0.00282	0.83811	0.0275±0.00353	0.94364
0.1	0.136±0.00141	0.72131	0.074±0.00282	0.84836	0.0235±0.00212	0.95184
0.15	0.094±0.0	0.80737	0.0635±0.00494	0.86987	0.021±0.0	0.95696
0.2	0.0595±0.00494	0.87807	0.052±0.00141	0.89344	0.02±0.00141	0.95901

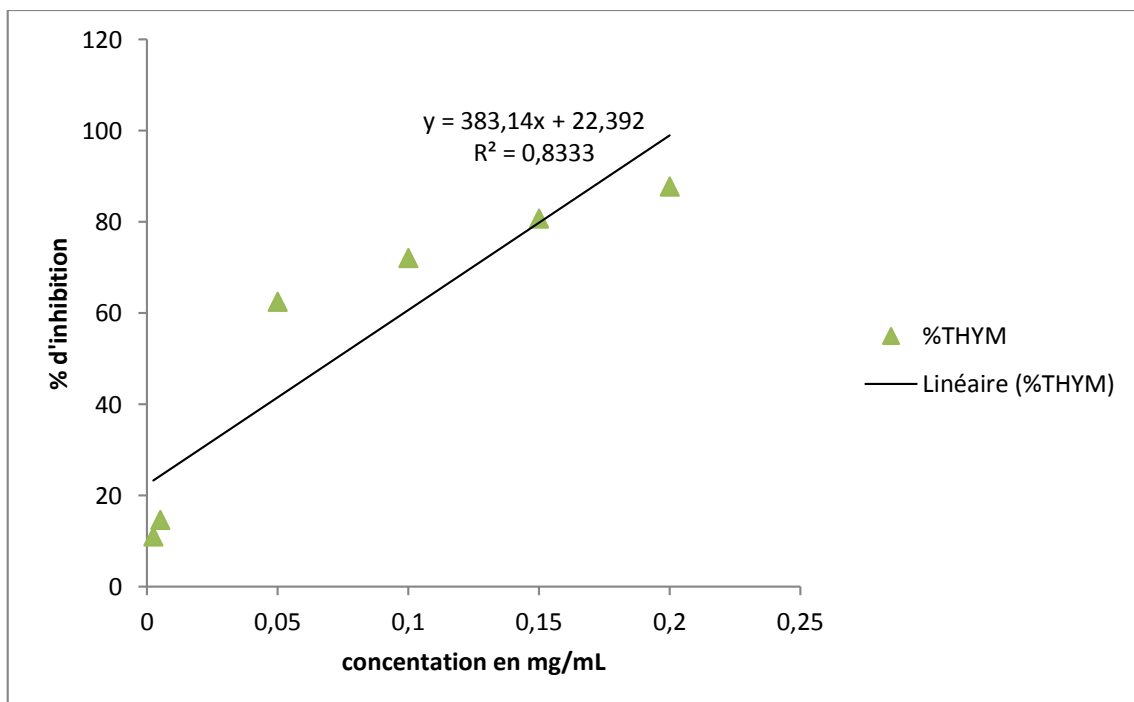
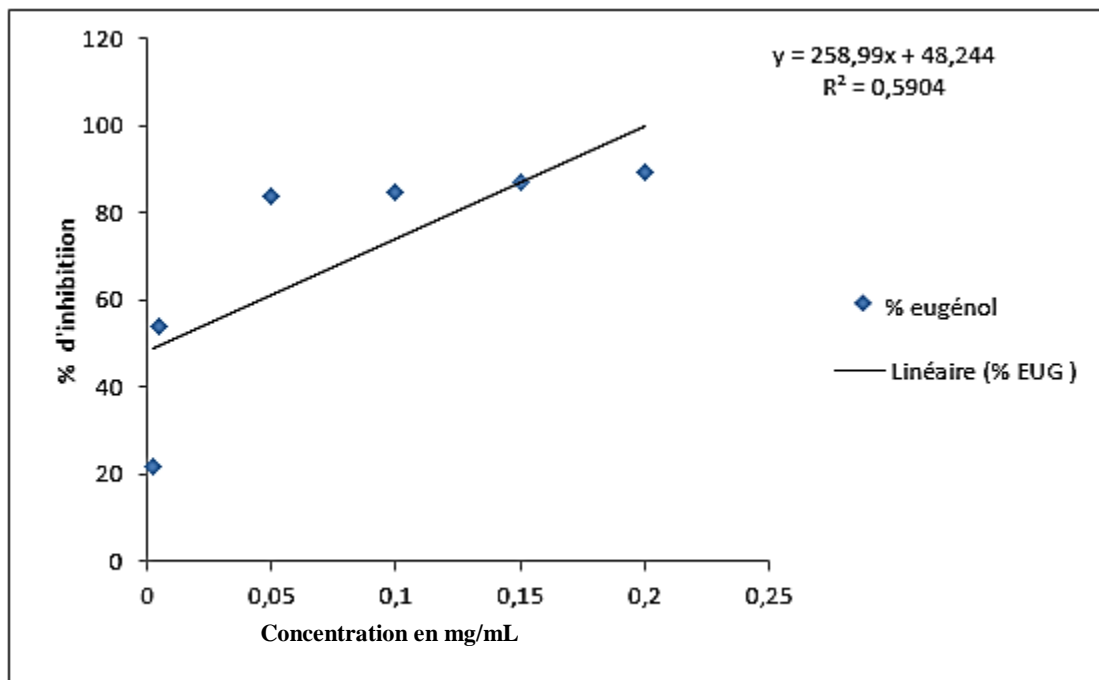
#### Résultats de test statistique

ANALYSE DE VARIANCE							
	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	0,787	35	0,022				
VAR.FACTEUR 1	0,061	2	0,031	84,295	0		
VAR.FACTEUR 2	0,682	5	0,136	374,828	0		
VAR.INTER.F*2	0,037	10	0,004	10,164	0,00002		
VAR.RESIDUELLE 1	0,007	18	0			0,019	11,69%

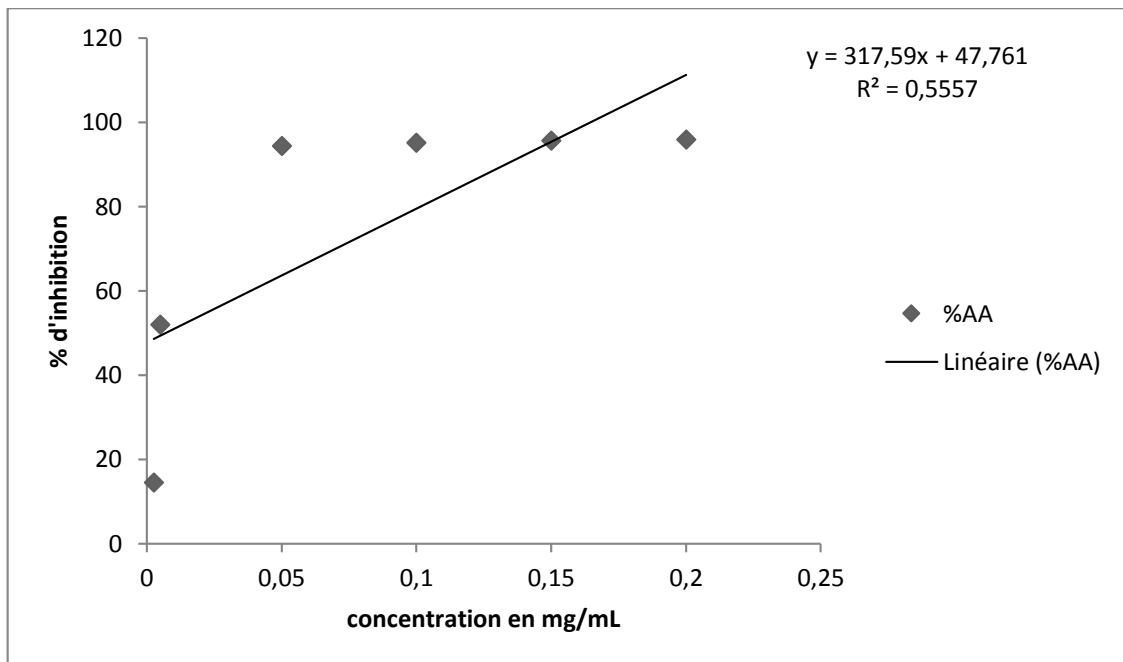
F1 F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES				
1.0 6.0	ET C6	0,433	A				
3.0 6.0	AA C6	0,417	A				
1.0 5.0	ET C5	0,417	A				
2.0 6.0	EUG C6	0,382	A				
3.0 5.0	AA C5	0,234		B			
2.0 5.0	EUG C5	0,224		B			
1.0 4.0	ET C4	0,183			C		
1.0 3.0	ET C3	0,136				D	
1.0 2.0	ET C2	0,094					E
2.0 1.0	EUG C1	0,079					E F
2.0 4.0	EUG C4	0,074					E F
2.0 2.0	EUG C2	0,064					E F
1.0 1.0	ET C1	0,06					E F
2.0 3.0	EUG C3	0,052					E F
3.0 4.0	AA C4	0,026					F
3.0 2.0	AA C2	0,024					F
3.0 1.0	AA C1	0,023					F
3.0 3.0	AA C3	0,02					F

## Annexes

### Les courbes de régressions



## Annexes



## Annexes

### Annexe 3

#### Résultats de pH

	Témoin	Thymus algeriensis	Eugénol
J1	5,17±0,05	5,23±0,02	5,12 ±0,04
J3	5,64 ±0,06	5,69 ±0,01	5,67 ±0,01
J6	6,52±0,01	6,32±0,02	6,19±0,10

#### Résultats de test statistique

ANALYSE DE VARIANCE							
	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	6,249	26	0,24				
VAR.FACTEUR 1	0,112	2	0,056	26,614	0,00001		
VAR.FACTEUR 2	5,923	2	2,962	1412,613	0		
VAR.INTER F1*2	0,176	4	0,044	21,044	0		
VAR.RESIDUELLE 1	0,038	18	0,002			0,046	0,80%

F1 F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES					
3.0 3.0	AA J3	6,513	A					
1.0 3.0	ET J3	6,34		B				
2.0 3.0	EUG J3	6,107			C			
1.0 2.0	ET J2	5,7				D		
2.0 2.0	EUG J2	5,677				D		
3.0 2.0	AA J2	5,62				D		
1.0 1.0	ET J1	5,243					E	
3.0 1.0	AA J1	5,18					E	F
2.0 1.0	EUG J1	5,107						F

## Annexes

### Annexe 4

#### Résultats TBA-rs

	Témoins	Thym	Eugénol
J1	0,130±0,01	0,137 ±0,006	0.12±0,001
J3	0,134±0,08	0,365 ±0,06	0,39±0,05
J6	0,718±0,10	0,191±0,05	0,1±0,04

#### Résultats de test statistique

ANALYSE DE VARIANCE							
	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	0,086	17	0,005				
VAR.FACTEUR 1	0,001	2	0	0,179	0,83996		
VAR.FACTEUR 2	0,065	2	0,033	16,475	0,00111		
VAR.INTER F1*2	0,002	4	0,001	0,309	0,86475		
VAR.RESIDUELLE 1	0,018	9	0,002			0,045	28,23%

F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
3.0	J5	0,243	A	
2.0	J3	0,116		B
1.0	J1	0,115		B

## Annexes


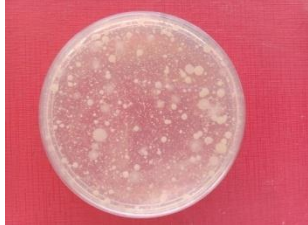







### Annexes 5

#### Les résultats de test microbiologique

#### La flore psychrotrophe de boyau exprimé en UFC/cm<sup>2</sup> en fonction de temps

	B, Eugénol	B, thym	B, témoin
J0	97,77	82	288,88
J3	200,8	59,1	470
J6	356	47,3	576

#### Dénombrement de la flore psychrotrophes de la farce des saucisses

	Saucisse témoin	Saucisse avec eugénol	Saucisse avec HE de thymus. A
Jour 0			
Jour 3			
Jour 6			

## Annexes

### Annexes 6

#### Les analyses sensorielles

#### Fiche de dégustation

Produit : saucisses à base de viande équine et caprine

Nom :

prénom :

âge :

#### Avant la cuisson

	Couleur		
	Rose	Rouge	Marron
Ech1			
Ech2			
Ech3			

#### Après la cuisson

	Odeur			
	Très bonne	Bonne	Mauvaise	Très mauvaise
Ech1				
Ech2				
Ech3				

	Goût			
	Très bon	Bon	Mauvais	Très mauvais
Ech1				
Ech2				
Ech3				

## Annexes

### Résultats de l'appréciation de la couleur

Durée de conservation	Echantillon	appréciations de la couleur		
		Rose	Rouge	Marron
Jour 0	Ech n° 01	2	4	4
	Ech n° 02	2	4	4
	Ech n° 03	2	4	4
Jour 3	Ech n° 01		1	9
	Ech n° 02		1	9
	Ech n° 03		1	9
Jour 6	Ech n° 01			10
	Ech n° 02			10
	Ech n° 03			10

### Résultats de l'appréciation de l'odeur

Durée de conservation	Echantillon	Appréciations de l'odeur			
		Très bonne	bonne	Mauvaise	Très mauvaise
Jour 0	Ech n° 01	9	1		
	Ech n° 02	4	5	1	
	Ech n° 03	8	2		
Jour 3	Ech n° 01	3	7		
	Ech n° 02	4	5	1	
	Ech n° 03		9		1
Jour 6	Ech n° 01				10
	Ech n° 02		2	5	3
	Ech n° 03			1	9

## Annexes

### Résultats de l'appréciation de goût

Durée de conservation	Echantillon	Appréciations de critère du goût			
		Très bonne	bonne	Mauvaise	Très mauvaise
Jour 0	Ech n° 01	7	3		
	Ech n° 02	4	4	2	
	Ech n° 03	9	1		
Jour 3	Ech n° 01	3	6	1	
	Ech n° 02	5	3	1	1
	Ech n° 03	1	8		1
Jour 6	Ech n° 01			2	8
	Ech n° 02			4	6
	Ech n° 03			4	6

## Annexes

### **Annexe 7**

#### **Les verreries :**

Béchers (50 mL, 250 mL et 500 mL)

Les éprouvettes graduées (100 mL, 250 mL et 500 mL)

Erlenmeyers (50 mL, 250 mL et 500 mL)

Flacons stériles (250 mL et 500 mL)

Entonnoir

Tubes à essais

Pipettes pasteur

Pipettes graduées (1 mL, 5 mL et 10 mL)

Fiole de jaugée (25 mL)

Ballon à fond plat (250 mL)

Poires soufflantes en caoutchouc

Pipette Pump (PI-Pump)

#### **Les ustensiles :**

Boîtes de pétri en plastique et en verre

Micropipette (de 5 µl à 100 µl)

Ecouvillons

Râteaux en verre

Pinces en acier inox

Papier filtre (qualitatif et quantitatif)

Papier filtre Whatman

Papier aluminium

Spatule cuillère

Ance de platine

Couteau

Ciseau

# Annexes

## Annexe 8

### Les appareils lourds de laboratoire



Autoclave



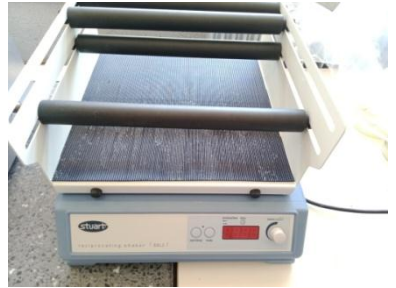
Centrifugeuse



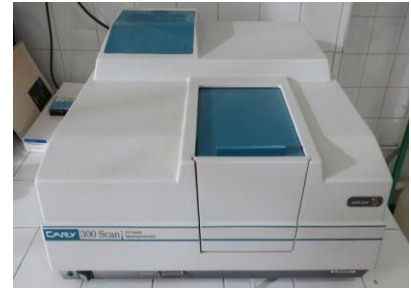
Etuve



Bain marie



Agitateur



Spectrophotomètre



pH mètre



Balance analytique



Balance de précision



Bec bunsen



Plaque chauffante

## Annexes

### Annexe 9

#### Les acides utilisés



Acide Ascorbique



Acide Trichloroacétique



Acide Thiobarbiturique

## Annexes

## Résumé

Ce travail vise l'étude de l'activité antibactérienne et l'activité antioxydante de l'huile essentielle de *Thymus algeriensis* et de l'eugénol.

L'activité antimicrobienne in vitro a été évaluée par la méthode de diffusion sur gélose vis-à-vis d'une bactérie pathogène *Pseudomonas aeruginosa*. Ces deux composés se sont révélés actifs contre le germe testé. Cependant, l'HE de *Thymus algeriensis* a montré une très forte activité avec un diamètre d'inhibition de  $3,85 \pm 0,919$  cm. Afin d'approfondir cette étude, un test supplémentaire sur la sensibilité de *Pseudomonas aeruginosa* a été fait pour déterminer la CMI (concentration minimale inhibitrice) par la méthode d'antibiogramme.

Pour estimer l'activité antioxydante, nous avons employé la méthode au DPPH. D'où nous avons conclu que les deux molécules bioactives représentent une activité antioxydante remarquable, les pouvoirs de piégeage de radical libre DPPH sont classés dans l'ordre suivant : Eugénol > acide ascorbique > HE de *Thymus algeriensis*. L'eugénol possède le plus fort potentiel antioxydant.

Les mêmes composés naturels ont été additionnés à des saucisses fraîches préparées à base de la viande caprine et équine. Tous les échantillons des saucisses ont été stockés dans une chambre froide à  $4 \pm 1$  °C pendant une durée de six jours.

Le développement de la flore psychrotrophe et le taux d'oxydation de notre matrice a été suivi durant toute la phase de stockage. Les résultats obtenus ont montré que l'huile essentielle de *Thymus algeriensis* réduit la croissance de la flore psychrotrophe, par contre l'eugénol ralentit la prolifération de cette flore.

L'activité antioxydante de l'HE de *Thymus algeriensis* et de l'eugénol au niveau de la matrice alimentaire (saucisses) a été évaluée par l'indice TBARS : Thiobarbituric acid reactive species (les espèces réactives avec la TBA). Les résultats ont montré que les deux composés ont réduit le taux d'oxydation des lipides de la saucisse.

Concernant, les analyses sensorielles ont révélé que la majorité des dégustateurs ont apprécié l'odeur et le goût des saucisses à laquelle on a ajouté l'HE de *Thymus algeriensis* et l'eugénol.

Les résultats obtenus dans cette étude sont très encourageants et permettent de suggérer que l'huile essentielle de *Thymus algeriensis* et l'eugénol possèdent des composés ayant des propriétés antibactériennes importantes, ce qui laisse prévoir leur application en industrie de la viande.

**Mots clés :** huile essentielle de *Thymus algeriensis* – eugénol – pathogène – CMI – antibactérienne antioxydante – antibiogramme – diamètre d'inhibition – DPPH – acide ascorbique – flore psychrotrophe – TBARS.