



Mémoire

en vue de l'obtention du diplôme de

Master en Agronomie

Spécialité : Management Qualité Totale et la Sécurité des Aliments

Thème

*Activité antimicrobienne et antioxydante
de l'huile essentielle de
géranium sur la conservation de la saucisse*

Travail réalisé par :

M^{lle} BOUARABA Kahina

Présenté devant le jury suivant :

Président : M^r SI TAYEB H.

Promoteur : M^r RAHMOUNE M.A

Co-promoteur : M^r DJENANE D.

Examinatrice : M^{me} CHOUGAR L.

Promotion 2016-2017



Remerciements

Je tiens à remercier :

- Le promoteur Mr RAHMOUNE, maitre de conférences au département de chimie de l'université Mouloud MAMMERY de Tizi-Ouzou pour avoir accepté de diriger ce travail.
- Le Co-promoteur Mr DJENANE Djamel, Professeur à la faculté Agro-Biologie de l'université Mouloud MAMMERY de Tizi-Ouzou.
- Mr SI TAYEB Hachemi, Maitre de conférences à l'université Mouloud MAMMERY de Tizi-Ouzou pour l'honneur qu'il nous a fait pour assurer la présidence du jury.
- M^{me} CHOUGAR Linda, enseignante à l'université Mouloud MAMMERY de Tizi-Ouzou. D'avoir accepter de faire partie du jury

Je remercie également :

- M^{me} LAMRI Leila, responsable du laboratoire commun du département de biologie et sa collaboratrice M^{me} LATEB Zahia ainsi que M^{me} HAMDAD Soraya responsable du laboratoire commun de microbiologie de l'UMMTO
- Un grand merci à mes parents pour leurs innombrables sacrifices, Mes frères et sœurs

Enfin je remercie tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail. Sans oublier BOUMALLA Hakima.

Les conservateurs alimentaires synthétiques ont été limités dans plusieurs pays, en raison de leurs effets indésirables sur la santé. En plus, la tendance actuelle des consommateurs à chercher une alimentation plus naturelle a augmenté durant ces dernières décennies. Plusieurs travaux de recherche ont été concentrés sur les huiles essentielles extraites des plantes aromatiques. Les différents résultats publiés indiquent qu'elles sont douées de plusieurs propriétés biologiques.

Dans ce contexte, nous avons essayé d'évaluer *in vitro* les activités antioxydante et antibactérienne de l'huile essentielle extraite d'une plante d'ornement non comestible qui est le *géranium* sur la conservation de la saucisse. Une analyse sensorielle a été effectuée pour évaluer les caractéristiques organoleptiques de la matrice alimentaire utilisée à savoir son goût, son odeur et sa couleur.

Pour l'activité antibactérienne testée contre la flore mésophile aérobie totale et la flore psychrotrophe, trois volumes de l'huile essentielle (20, 40 et 60 μ l) ont été appliquées à une masse de 600g de préparation pour saucisse, ainsi qu'un suivie de la cinétique de la croissance bactérienne pendant huit (08) jours de conservation à 4 \pm 1°C. Les résultats obtenus ont révélé que la flore mésophyle aérobie totale et la flore psychrotrophe ont manifesté une résistance à l'huile essentielle de *géranium*.

L'évaluation de l'activité antioxydante de l'huile essentielle de *géranium* a été évaluée par l'indice TBARS: Thiobarbituric acid reactive spices (les espèces réactives avec le TBA). Les résultats ont montré que l'huile essentielle de *géranium* a réduit le taux d'oxydation des lipides de la saucisse.

Concernant l'analyse sensorielle, elle a révélé que dans l'ensemble les dégustateurs n'ont pas apprécié l'odeur et le goût de la saucisse à laquelle des volumes croissant de l'huile essentielle de *géranium* a été additionnée, car cette dernière lui a modifié son goût caractéristique et typique.

A l'essor de cette étude, nous pouvons conclure que l'huile essentielle de *géranium* pourrait être considérée comme un agent conservateur très prometteur pour l'industrie alimentaire capable d'empêcher l'oxydation des aliments. Mais elle peut être additionnée à d'autres huiles essentielles vu qu'elle n'a pas manifesté un effet antimicrobien.

Mots clés: Huile essentielle, activité antioxydante, activité antibactérienne, *géranium*.

% : Pourcentage

AW : Activité de l'eau

BHA : Butylhydroxyanisole

BHT : Bbutylhydroxytoluène

C° : degré Celsius

CPG : Chromatographie en Phase Gazeuse

DCW: direction de commerce de wilay

E : Echantillon

E.coli : Escherichia coli

FMAT : Flore mésophile aérobie totale

HEs : Huile (s) Essentielle(s)

MDA : Malondialdéhyde

mg: Mille gramme

ml : Millilitre

MS : Spectrométrie de Masse

PCA: Plate Count Agar

pH: potentiel d'hydrogène

RH : Acide gras libre

ROH : radical alcooxyle

ROOH : hydroperoxyde

TBA : Acide Thiobarbiturique

TBARS : Thiobarbituric acid reactive species (les espèces réactives avec le TBA)

TCA : Acide Trichloroacétique

UFC : Unité formant colonie

UMMTO : Université Mouloud MAMMERI de Tizi-Ouzou

Liste de figures

Figure 1 : différents modes d'extraction des huiles essentielles	5
Figure 2 : Schéma du principe de la technique de l'hydrodistillation	6
Figure 3 : Schéma du principe de la technique de l'entraînement à la vapeur	7
Figure 4 : entraînement à la vapeur d'eau ascendante et descendante	8
Figure 5 : extraction sans solvant assistée par chauffage micro-onde.....	9
Figure 6 : Extraction par fluide supercritique.....	10
Figure 7 : Extraction par enfleurage	11
Figure 8 : Schéma du principe de la chromatographie en phase gazeuse	13
Figure 9 : Schéma générale de l'oxydation des lipides	20
Figure 10 : Plante et huile essentielle de géranium	28
Figure 11 : photo montrant l'assemblage des ingrédients	52
Figure 12 : Broyage et récupération de la mûlée	53
Figure 13 : incorporation du reste des ingrédients	54
Figure 14 : photo montrant l'introduction de l'huile essentielle de <i>géranium</i> dans la préparation	55
Figure 15 : L'embossage	55
Figure 16 : Mise en forme de la saucisse	56
Figure 17 : préparation de la solution mère et des dilutions décimales	57
Figure 18 : flore Psychrotrophe	58
Figure 19 : flore mésophile aérobie totale.....	59
Figure 20 : schéma illustrant les différentes étapes de l'analyse bactériologique.....	60
Figure 21 : La courbe d'étalonnage de MDA.....	61
Figure 22 : schéma de procédure de mise en œuvre du test de sr-TBA	64
Figure 23 : Matériel du laboratoire.....	68
Figure 24 : Effet de l'huile essentielle de géranium à 04, 08, et 12 µl sur la variation du pH de la saucisse	69
Figure 25 : Evolution des taux d'oxydation de la saucisse traitée avec l'huile essentielle de <i>géranium</i> à 04µl, 08µl et 12µl, respectivement.....	65

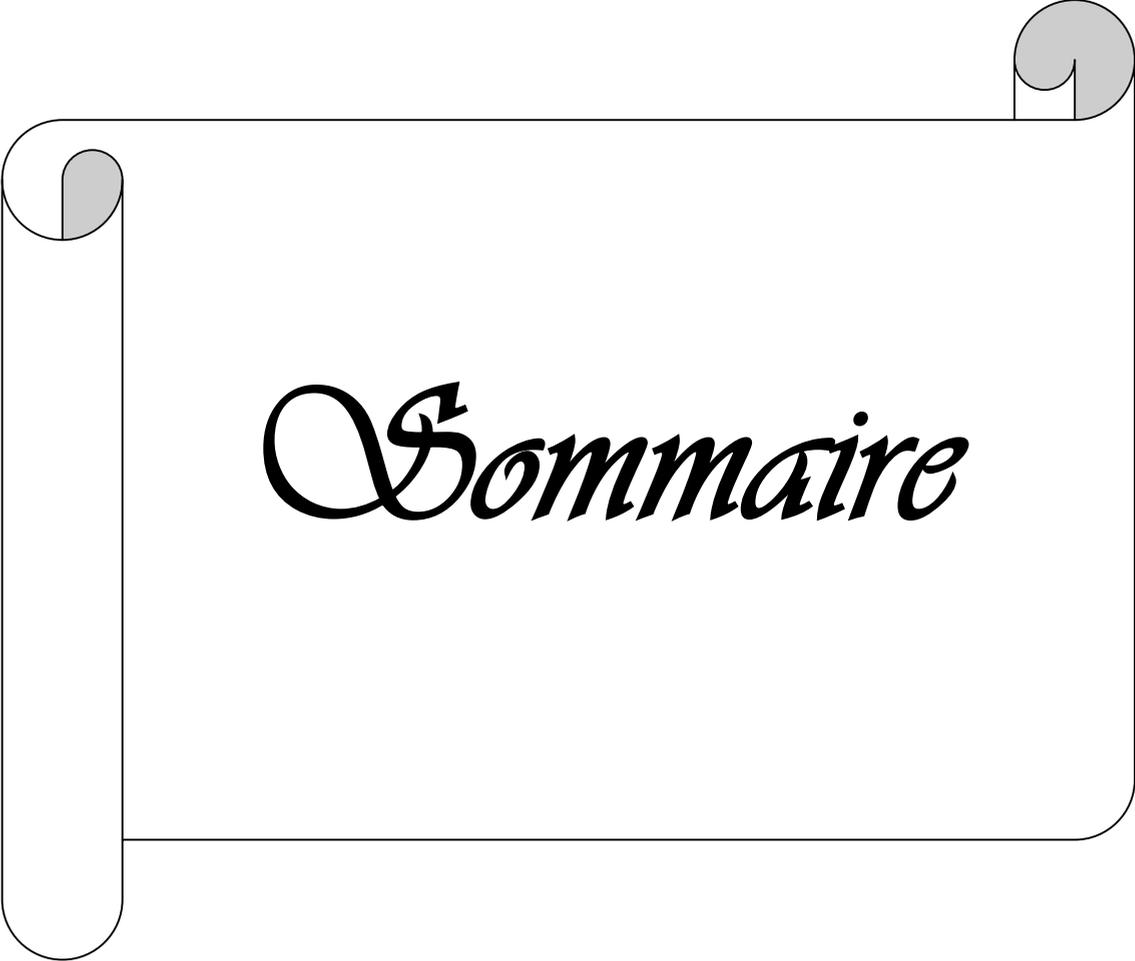
Liste de figures

Figure26 : Effet antimicrobien de l'huile essentielle de *géranium* sur la flore Psychrotrophe.. 68

Figure27 : Effet antimicrobien de l'huile essentielle de *géranium* sur la flore mésophile
aérobie totale 70

Liste des tableaux

Tableau 1 : Localisation des huiles essentielles dans les plantes.....	4
Tableau 2 : Les huiles essentielles les plus demandées sur le marché mondial.....	26
Tableau 3 : Les principales T.A.I.C en Algérie micro-organismes mis en cause.....	50
Tableau 4 : Détermination des différentes concentrations du TMP.....	62
Tableau 5 : Résultats du test de dégustation pour évaluer le goût.....	85
Tableau 6 : Résultats du test pour l'odorat.....	86
Tableau 7 : Résultats du test de dégustation pour évaluer la couleur.....	88



Sommaire

Table des matières

Remerciements

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction 1

Première partie : Etude bibliographique

CHAPITRE I : Généralités sur les huiles essentielles

I-1. Historique.....	3
I-2. Définition des huiles essentielles.....	3
I-3. Localisation des huiles essentielles.....	4
I-4. Propriétés et caractéristiques des huiles essentielles.....	5
I-5. Méthodes d'extraction des huiles essentielles.....	5
I-5-1. Hydrodistillation.....	6
I-5-2. Distillation par entraînement à la vapeur d'eau.....	7
I-5-3. Hydrodiffusion.....	8
I-5-4. Extraction à froid.....	9
I-5-5. Extraction assistée par micro-o.....	9
I-5-6. Extraction par fluide supercritique.....	10
I-5-7. L'enfleurage et la macération.....	11
I-5-8. Extraction assistée par ultrasons.....	12
I-6. Les facteurs limitant les procédés d'extraction.....	13
I-6-1. La durée d'extraction.....	13
I-6-2. La température.....	13
I-6-3. La pression.....	13
I-7. Méthode d'identification des huiles essentielles.....	13
I-7-1. La chromatographie en phase gazeuse.....	14
I-7-2. Spectrophotométrie de masse (SM).....	15
I-7-3. Le couplage CPG/SM.....	15
I-8. La composition chimique des huiles essentielles.....	15
I-8-1. Les terpènes.....	16
I-8-2. Les composés aromatiques.....	16
I-8-3. Les composés d'origines diverses.....	16
I-9. Activités biologiques des huiles essentielles.....	17
I-9-1. Activité antimicrobienne.....	18
I-9-2. Propriété antifongique.....	17
I-9-3. Activité antivirale.....	18
I-9-4. Activité insecticide.....	18
I-9-5. Activité antioxydante.....	18
I-10. Oxydation lipidique.....	19
I-11. Conservation des huiles essentielles.....	23
I-12. Toxicité des huiles essentielles.....	24

I-13. Différentes utilisation des huiles essentielles	24
I-14. Les applications alimentaires	25
I-15. Marché mondiale des huiles essentielles	25
I-16. La filière des huiles essentielles en Algérie	26

CHAPITRE II : Le géranium

II. Géranium	28
II-1. Historique	28
II- 2. Etymologie	28
II-3. La culture du géranium.....	29
II-4. Description botanique de la plante	29
II-5. Principales espèces sauvages.....	30
II-6. Propriétés principales de l'huile de géranium	31
II-7. Domaine d'application de l'huile essentielle de géranium	31
II-7-1. Application thérapeutique	31
II-7-2. Application traditionnelles de l'huile essentielle de Géranium	32
II-7-3. Application cosmétique.....	32
II-7-4. Application culinaire	32

CHAPITRE III : Généralités sur la conservation des aliments

III-Généralité sur la conservation des aliments	33
III-1. Les procédés de conservation.....	33
III-1-1. La conservation par le froid	33
III-1-1-1. La réfrigération	33
III-1-1-2. La congélation	34
III-1-1-3. La surgélation congélation ultra-rapide	34
III-1-2. La conservation par la chaleur	34
III-1-2-1. La pasteurisation.....	34
III-1-2-2. La stérilisation	35
III-1-2-3. L'appertisation.....	35
III-1-3. La conservation par élimination d'eau.....	35
III-1-3-1. La déshydratation	35
III-1-3-2. La lyophilisation.....	36
III-1-4. Stabilisation par inhibition chimique	36
III-1-4-1. Les antioxydants	36
III-1-4-2. Les additifs alimentaires	36
III-1-5. Conservation par modification de l'atmosphère	37
III-1-5-1. Le conditionnement sous vide	37
III-1-5-2. Le conditionnement sous atmosphère modifiée	37
III-1-6. Conservation par technique nouvelle.....	38
III-1-6-1. Irradiation	38

CHAPITRE IV : Les produits carnés

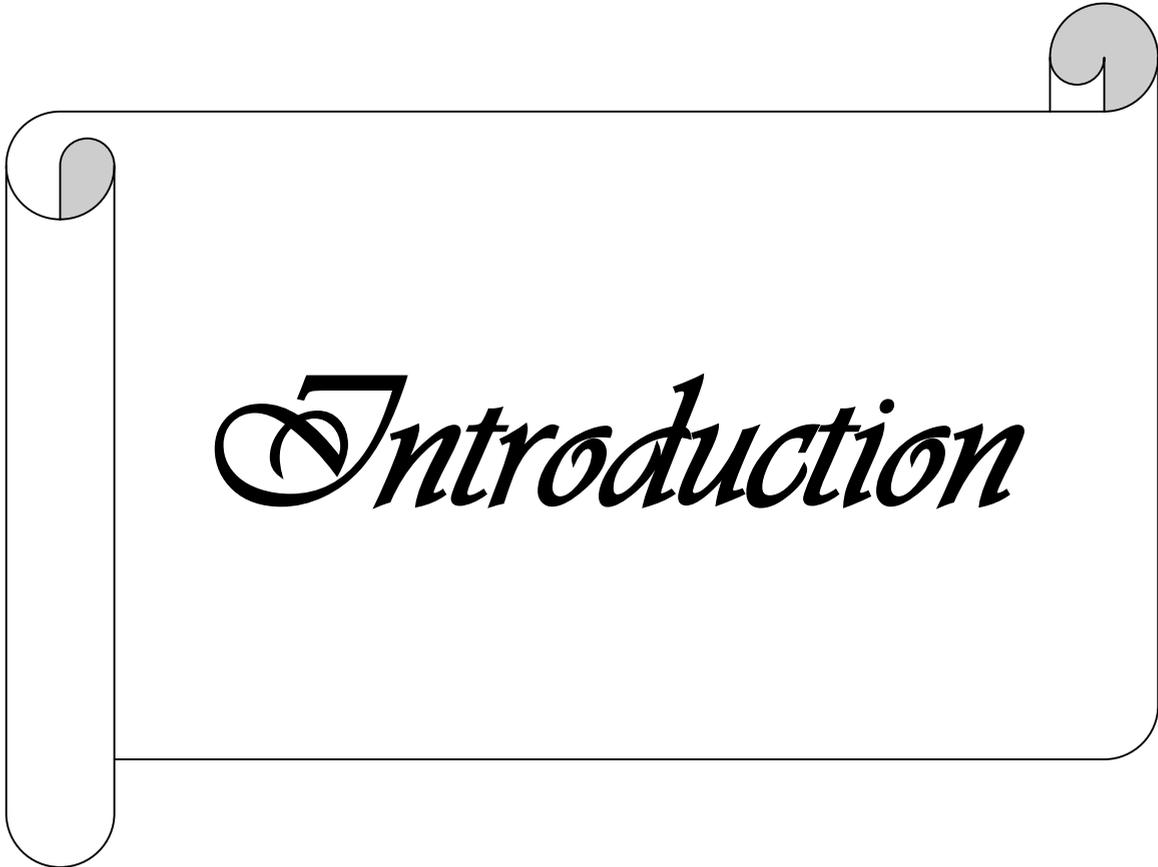
IV. Les produits carnés.....	39
IV-1. La viande.....	39

IV-2. Critères de qualité de la viande	39
IV-2-1. Qualité nutritionnelle	39
IV-2-2. Qualité organoleptique	40
IV-2-3. Qualité sanitaire	41
IV-3. Les facteurs influençant l'altération de la viande	42
IV-3-1. Facteur intrinsèques	42
IV-3-2. Facteurs extrinsèques	42
IV-4. Les produits de charcuterie	43
IV-4-1. Définition	43
IV-5. La saucisse	44
IV-5-1. Définition de la saucisse	44
IV-5-2. Fabrication de la saucisse	44
IV-5-2-1. Composition de la saucisse	44
IV-5-3. Les ingrédients entrant dans la préparation de la saucisse	44
IV-5-3-1. Les ingrédients d'origine non carnée	44
IV-5-3-1-1. Les épices	44
IV-5-3-1-2. Le sel	45
IV-5-3-1-3. Le colorant	45
IV-5-3-1-4. L'ail	46
IV-5-3-1-5. Les œufs	46
IV-5-3-2. Les ingrédients d'origine carnée	46
IV-5-3-2-1. La viande	46
IV-5-3-2-2. Les boyaux	47
IV-5-4. Les étapes de la préparation de la saucisse	47
IV-5-4-1. Hachage de la viande	47
IV-5-4-2. Préparation des épices et des condiments	48
IV-5-4-3. Obtention de la mûlée	48
IV-5-4-4. L'embossage	48
IV-5-4-5. Stockage et vente de la saucisse	48
IV-5-5. Condition de vente de la saucisse	48
IV-5-6. Les principales maladies liées à l'alimentation humaine	49

Deuxième partie : Etude expérimentale

I- Matériel	51
I-1. Matériel végétal	51
I-2. La matrice alimentaire	51
I-3. Les étapes de la préparation de la saucisse	51
I-3-1. Assemblage des ingrédients	51
I-3-2. Hachage de la viande	52
I-3-3. Incorporation du reste des ingrédients	53
I-3-4. Application de l'huile essentielle de <i>géranium</i> dans la saucisse	54
I-3-5. L'embossage	55
I-3-6. La mise en forme	55
II-Méthodes	56

II-1. Analyse microbiologique.....	56
II-1-1. Les bactéries recherchées	56
II-1-2. Préparation de la solution mère.....	56
II-1-3. Préparation des dilutions décimales	57
II-1-4. L'ensemencement	57
II-1-5. L'incubation	57
II-1-6. Lecture et expression des résultats	58
II-2. Analyse physicochimique.....	61
II-2-1. Mesure du pH.....	61
II-2-2. Évaluation de l'activité antioxydante	61
II-2-2-2. La courbe d'étalonnage de MDA	62
II-3. Analyse sensorielle	65
III- Milieu de culture solution et appareillage	66
Résultats et discussion	
I. Analyse physico-chimique	70
I-1. Potentiel d'hydrogène (pH).....	70
I-2. Mesure de l'activité antioxydante	74
II. Analyse microbiologique.....	77
II-1. Activité antimicrobienne « in vitro » de l'huile essentielle de <i>géranium</i> sur l'évolution de la flore Psychrotrophe	77
II-2. Activité antimicrobienne « in vitro » de l'huile essentielle de <i>géranium</i> sur l'évolution de la flore mésophile aérobie totale	79
III. Analyse sensorielle	81
Conclusion	92
Références bibliographiques	
Annexes	



Introduction

Sans aucun doute, les conservateurs alimentaires chimiques ou synthétiques font partie de la panoplie des techniques et des moyens qui permettent d'assurer la sécurité du consommateur, d'allonger la durée de vie des produits alimentaires et de limiter leurs altérations par l'oxydation.

Cependant la recherche de nouvelles molécules s'est avérée nécessaire car, ces substances synthétiques ont montré un certain nombre d'inconvénients et de limites d'utilisation.

Des études ont été menées sur le développement de nouvelles applications et l'exploitation des propriétés naturelles des huiles essentielles dans le domaine alimentaire. Les huiles essentielles et leurs composants sont connus pour posséder des activités antioxydantes et pourraient donc servir d'agents de conservation alimentaire, ou approuvés comme additifs alimentaires (CAILLET ET LACROIX, 2007). Ainsi, les huiles essentielles commencent à avoir beaucoup d'intérêt comme source potentielle de molécules naturelles bioactives.

En effet, le butylhydroxyanisole (BHA) et le butylhydroxytoluène (BHT) sont suspectés avoir des effets carcinogènes (BELHEDJ et *al.*, 2006).

Le recours aux huiles essentielles s'avère être un choix pertinent face à un risque de contamination précis ou à la nécessité de réduire ou remplacer les agents de conservation chimiques ou synthétiques (CAILLET ET LACROIX, 2007).

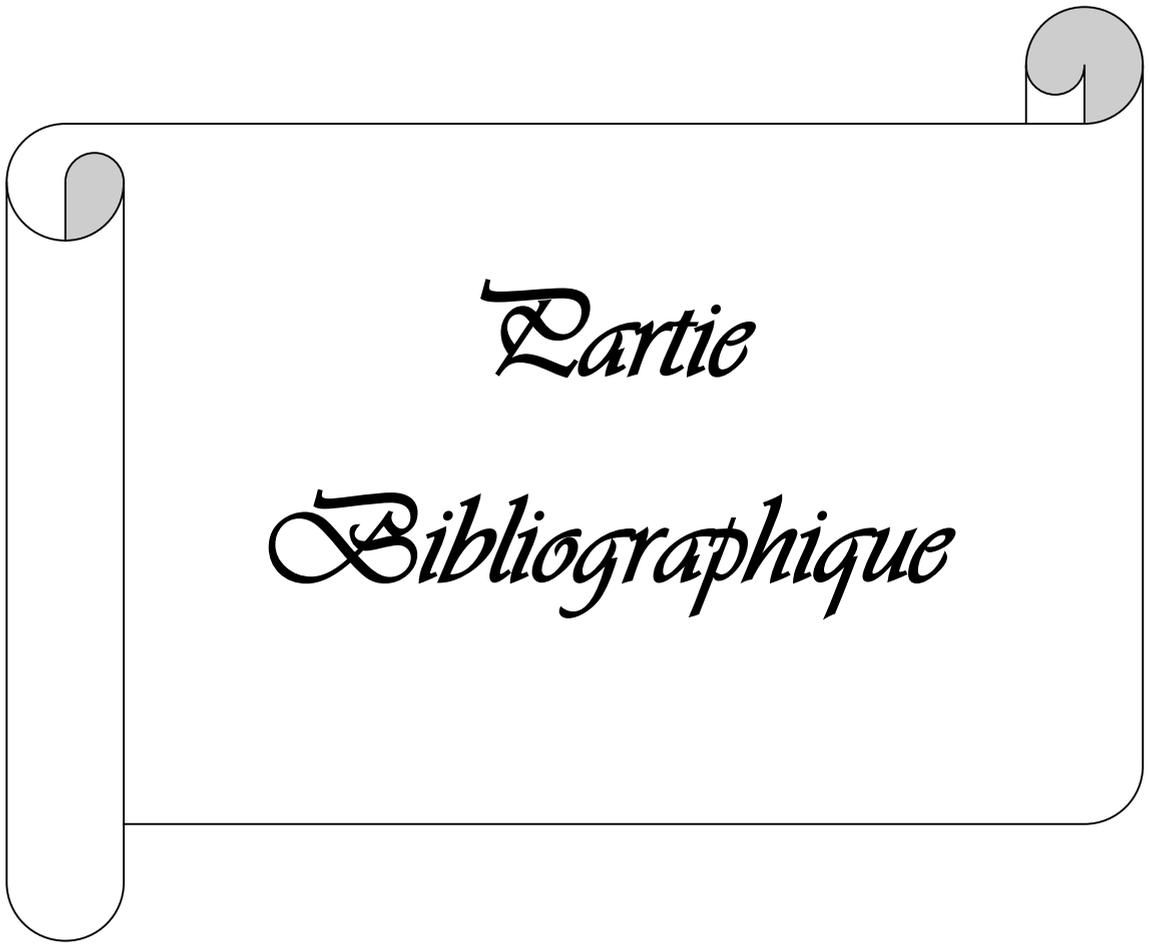
Ce sujet nous a semblé d'autant plus intéressant que la flore Algérienne est extrêmement riche en plantes aromatiques. L'objectif de ce travail est de valoriser l'huile essentielle de géranium et de mettre en évidence son activité antioxydante et antimicrobienne testée sur une matrice alimentaire, la saucisse, en lui introduisant des volumes croissants, conservée pendant huit jours à 4°C. Des analyses microbiologiques et physicochimiques ont été réalisées.

Notre travail présenté dans ce manuscrit est réparti en deux volets :

Le premier volet est consacré pour l'étude bibliographique scindée en quatre chapitres :

Le premier chapitre est réservé aux généralités sur les huiles essentielles. Le deuxième chapitre quant à lui est consacré au géranium, l'histoire de la plante, sa description botanique, ses propriétés ainsi que son domaine d'application. Le troisième chapitre fera l'objet des méthodes de conservation des aliments. Les produits carnés à savoir les viandes, les produits de charcuterie et la saucisse sont exposés dans le quatrième chapitre.

Un deuxième volet expérimental subdivisé en deux parties, la première dans laquelle le matériel ainsi que les méthodes utilisés sont cités. Et la partie résultats et discussion. Les résultats obtenus suivis des interprétations et quelques fois des comparaisons sont faites avec certains travaux réalisés dans le même contexte et d'une conclusion générale avec des perspectives.



Partie

Bibliographique

A decorative scroll graphic with a black outline and three grey circular accents at the top corners, resembling a rolled-up document. The text is centered on the scroll.

Chapitre 7

Généralités sur les huiles essentielles

I-Généralités sur les huiles essentielles**I-1.Historique**

L'histoire des plantes aromatiques et médicinales est intimement liée à l'évolution des civilisations (MEROUANE, 2013). Dans toutes les régions du monde, l'histoire montre que l'homme s'est toujours servi des plantes pour se nourrir, s'habiller, s'abriter, chasser et se soigner. La connaissance des préparations médicinales et de leur potentiel toxique a été transmise au cours des générations par la tradition orale et parfois transcrite en littérature des remèdes en herbes. Beaucoup d'indices nous prouvent que l'utilisation d'huiles essentielles remonte au début de l'histoire humaine : des alambics (appareil qui exploite les propriétés des différences de température d'évaporation des matières) datant de 7000 ans, des écrits égyptiens vieux de plus de 3500 ans, etc. Bien que nous ne connaissons pas exactement l'origine de l'emploi des huiles qu'on leur trouvait il y a plusieurs milliers d'années, il est certain que ces peuples anciens avaient trouvé les multiples utilités des huiles essentielles. Il y a plus d'un siècle, les huiles essentielles étaient presque uniquement réservées à la fabrication de parfums et de tout autre produit aromatique. Depuis plusieurs années, nous découvrons les diverses propriétés thérapeutiques des huiles essentielles.

La médecine douce et les techniques de relaxation emploient les huiles et leurs arômes pour le traitement de plusieurs conditions comme le stress, l'insomnie, etc. La médecine traditionnelle aussi se penche de plus en plus vers les huiles essentielles en solution ou en inhalateur pour améliorer la qualité de vie des patients par l'aromathérapie (comme mentionné plus haut). Il est certain que l'utilisation des huiles essentielles n'en est qu'à ses débuts et que d'ici quelques années, elle sera omniprésente sur le marché. (BOUTAYEB ; 2013)

I-2.Définition des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont des substances largement réparties dans le règne végétal, certaines familles en sont très riches :

- les labiées : les menthes, les lamiers, le romarin, la sauge, les lavandes ;
- les rutacées : les citrus, les agrumes, la bergamote ;
- les myrtacées : l'eucalyptus, le goyavier, le myrte, le giroflier.

Les huiles essentielles sont définies comme étant des extraits volatiles et odorants, que l'on extrait de certains végétaux par distillation à la vapeur d'eau, pressage ou incision des végétaux qu'ils les contiennent. Elles se forment dans un grand nombre de plantes comme sous-produits du métabolisme secondaire. Les H.Es ont des propriétés et des modes d'utilisation particuliers et ont donné naissance à une branche nouvelle de la phytothérapie : l'aromathérapie (BRUNETON, 1999).

I-3. Localisation des huiles essentielles

Généralement se sont des antiseptiques antibactériens vermifuges ou stomachiques. On dénombre environ 600 essences utilisées de nos jours en aromathérapie (DELILLE, 2010).

Elles sont élaborées par des glandes sécrétrices qui se trouvent sur presque toutes les parties de la plante. Elles sont sécrétées au sein du cytoplasme de certaines cellules où se rassemblent sous formes de petites gouttelettes comme la plupart des substances lipophiles (BOUAMER *et al.*, 2004).

Les huiles essentielles peuvent être stockées dans tous les organes végétaux, tel qu'il est montré dans le tableau n°01.

Tableau n°01 : localisation des huiles essentielles dans les Plantes (GARNEAU, 2005).

Partie de plante	Exemple
Feuilles	Romarin-sauge, sapin
Tiges	Citronnelle, lemon-grass
Ecorces	Cannelier, orange
Racines	Angelica, vétiver
Rhizomes	Gingembre, acorus, curcuma
Bulles	Oignon
Bois	Santal, quinquina
Fleurs	Jasmin, rose
Graines	Anis, aneth, muscade
Boutons floraux	Clou de girofle
Baies	Genévrier
Fruits	Citron, bleuet, persil

I-4. Propriétés et caractéristiques des huiles essentielles

Les huiles essentielles possèdent en commun un certain nombre de propriétés physiques:

- ✓ elles sont solubles dans l'alcool, l'éther, le chloroforme, les huiles fixes, les émulsifiants et dans la plupart des solvants organiques, et peu solubles dans l'eau ;
- ✓ leur point d'ébullition varie de 160°C à 240°C ;
- ✓ leur densité est généralement inférieure à celle de l'eau, elle varie de 0,75 à 0,99, toutefois les huiles essentielles de clou de girofle, cannelle et Sassafras constituent des exceptions. Elles ont un indice de réfraction élevé ;
- ✓ sont très altérables et sensibles à l'oxydation (mais ne rancissent pas) ;
- ✓ ce sont des substances de consistance huileuse, plus ou moins fluides, très odorantes et volatiles. (CHARPENTIER *et al.*, 2008).

I-5. Méthodes d'extraction des huiles essentielles

IL existe plusieurs méthodes pour extraire les huiles essentielles. Les principales sont basées sur l'entraînement à la vapeur, l'expression, la solubilité et la volatilité. Le choix de la méthode la mieux adaptée se fait en fonction de la nature de la matière végétale à traiter, des caractéristiques physico-chimiques de l'essence à extraire et de l'usage de l'extrait. La distillation reste la méthode la plus prisée du fait qu'elle est facile à mettre en œuvre.

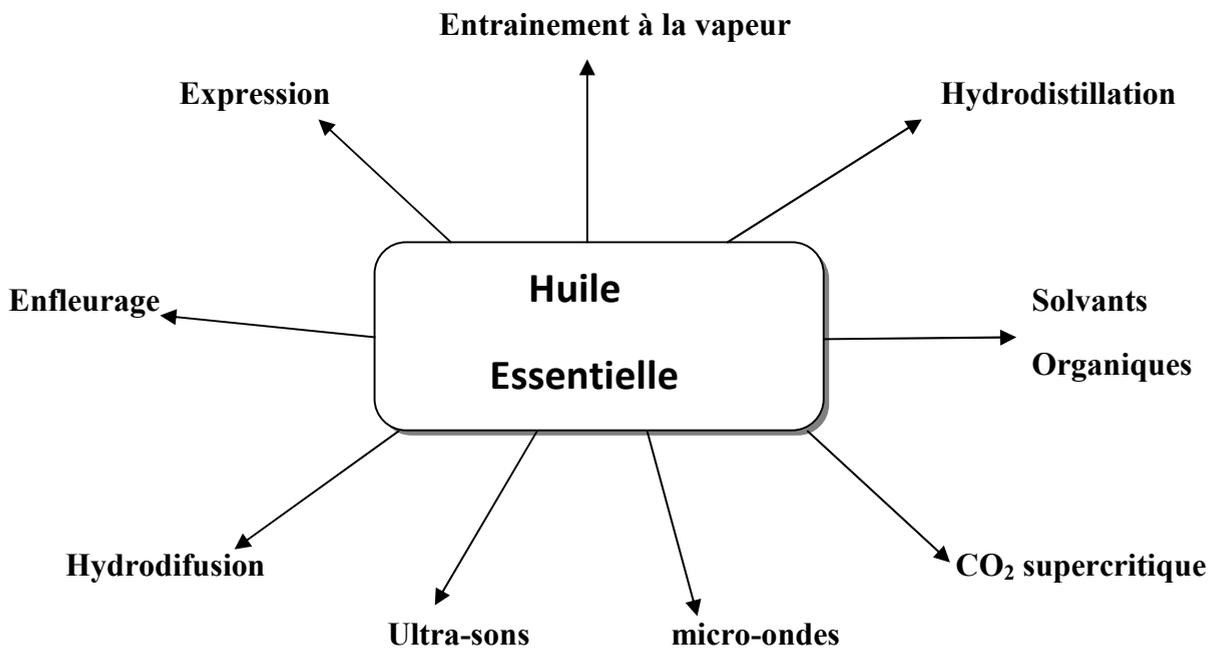


Figure n° 01 : différents modes d'extraction des huiles essentielles

I-5-1. Hydrodistillation

Il s'agit de la méthode la plus simple et, de ce fait la plus anciennement utilisée. La matière végétale est immergée directement dans un alambic rempli d'eau, placé sur une source de chaleur, le tout est ensuite porté à ébullition. Les vapeurs sont condensées dans un réfrigérant et l'H.E se sépare de l'hydrolysat par simple différence de densité. L'H.E étant plus légère que l'eau, elle surnage au-dessus de l'hydrolysat (figure n° 02). Cependant, l'hydrodistillation possède des limites. En effet un chauffage prolongé et trop puissant engendre la dégradation de certaines molécules aromatiques (LUCCHESI, 2005).

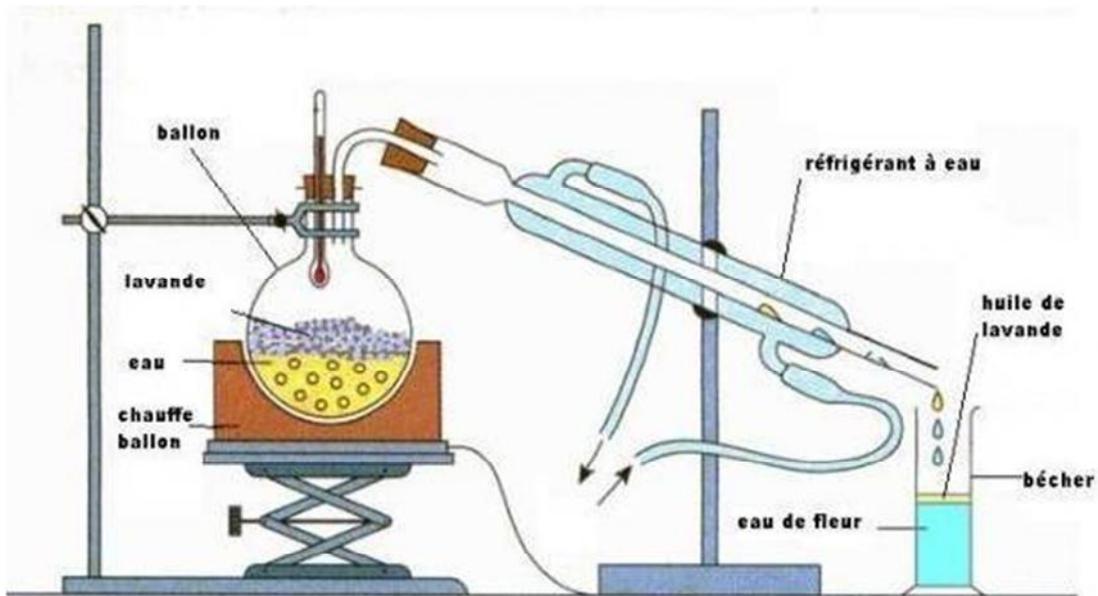


Figure n° 02 : schéma du principe de la technique de l'hydrodistillation.

I-5-2. Distillation par entrainement à la vapeur d'eau

Dans ce type de distillation, le matériel végétal ne macère pas directement dans l'eau. Il est placé sur une grille perforée au travers de laquelle passe la vapeur d'eau (figure n° 03). La vapeur endommage la structure des cellules végétales et libère ainsi les molécules volatiles qui sont ensuite entraînées vers le réfrigérant.

L'H.E étant plus légère que l'eau, elle reste en surface. On obtient ainsi deux phases non miscibles qu'on peut séparer par décantation. (BACHELOT et *al.*, 2006).

Cette méthode apporte une amélioration de la qualité de l'H.E en minimisant les altérations hydrolytiques.

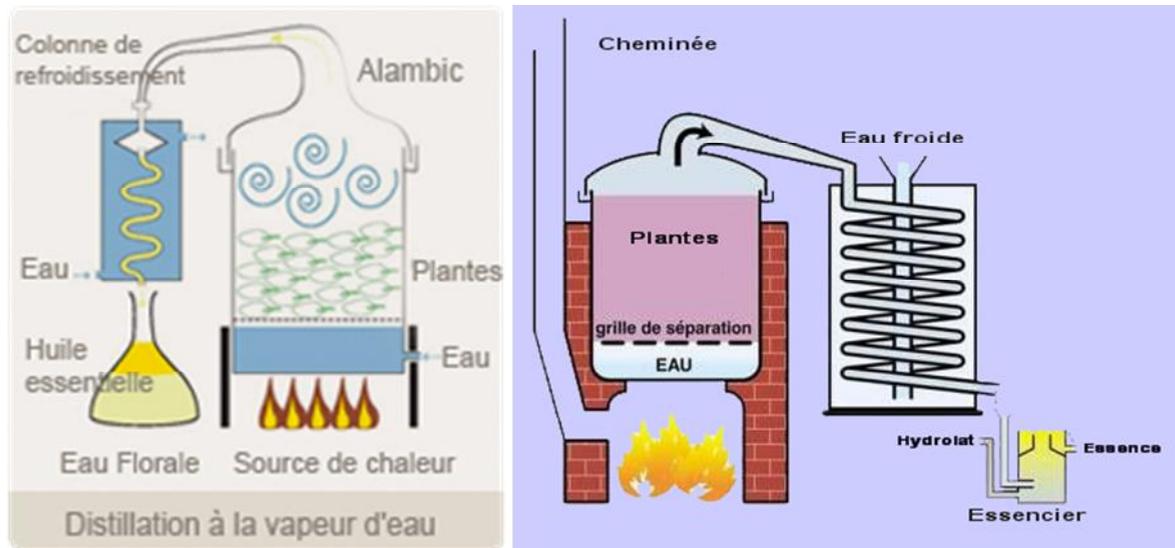


Figure n° 03 : schéma du principe de la technique de l'entraînement à la vapeur.

I-5-3. Hydrodiffusion

L'hydrodiffusion est une variante de l'entraînement à la vapeur d'eau. Dans le cas de l'hydrodiffusion, le flux de vapeur n'est pas ascendant. Le principe de cette méthode réside dans l'utilisation de la pesanteur pour dégager et condenser le mélange « vapeur d'eau-huile essentielle » dispersé dans la matière végétale. (MEYER WARNOD, 1984).

Comme pour l'entraînement à la vapeur d'eau, l'hydrodiffusion présente l'avantage de ne pas mettre en contact le matériel végétal et l'eau. De plus, l'hydrodiffusion permet une économie d'énergie due à la réduction de la durée de la distillation et donc à la réduction de la consommation de vapeur.

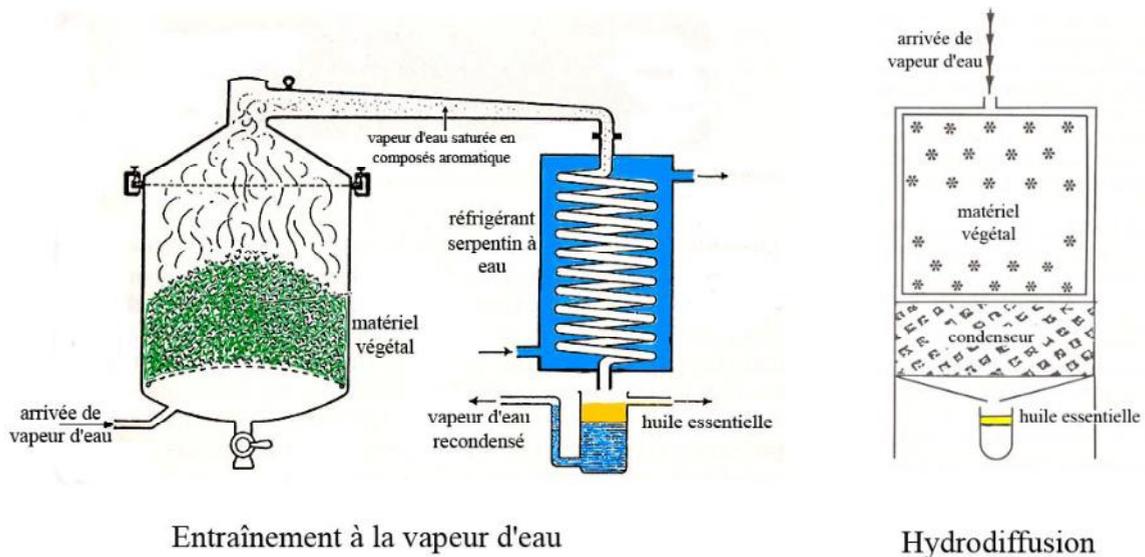


Figure n° 04 : Entraînement à la vapeur d'eau ascendante et descendante

I-5-4.Extraction à froid

Elle constitue le plus simple des procédés, mais ne s'applique qu'aux agrumes dont l'écorce des fruits comporte des poches sécrétrices d'essences. Ce procédé consiste à broyer, à l'aide de presses, les zestes frais pour détruire les poches afin de libérer l'essence. Le produit ainsi obtenu porte le nom d'essence, car il n'a subi aucune modification chimique (ROUX ,2008).

I-5-5.Extraction assistée par micro-onde

Extraction assistée par micro-onde est une nouvelle technique qui combine l'utilisation des micro-ondes et d'autres méthodes traditionnelles. Dans ce procédé, la matière végétale est chauffée par micro-onde dans une enceinte close dans laquelle la pression est réduite de manière séquentielle. Les composés volatils sont entraînés par la vapeur d'eau formée à partir de l'eau propre à la plante. Ils sont ensuite récupérés à l'aide des procédés classiques : condensation, refroidissement, et décantation. Des études démontrent que cette technique possède plusieurs avantages tels que le gain de temps d'extraction, utilisation de petites quantités de solvant, et un rendement d'extraction élevé (HEMWIMON et *al.*, 2007).

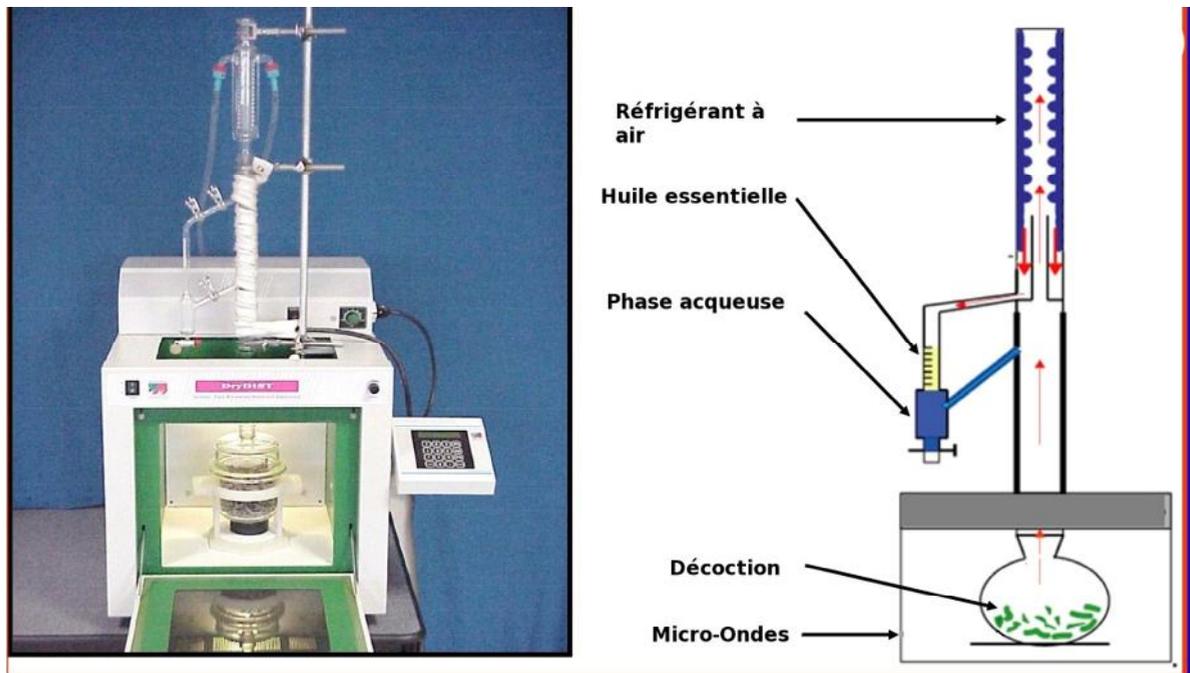


Figure n° 05: extraction sans solvant assistée par chauffage microondes

I-5-6.Extraction par fluides supercritique

Extraction par fluides supercritiques a pris ces dernières années, beaucoup d'essor concernant l'extraction des extraits végétaux. Le principal avantage de cette technique est celui de combiner les caractéristiques des gaz et des liquides pendant le processus d'extraction (figure n° 06). En outre tous les processus de dégradation possible tels que l'oxydation ou isomérisation sont réduits au minimum du fait que le temps d'extraction y'est réduit. Au-delà du point critique ($P=73,8$ bars, $T^{\circ} =31,1$ °C), le CO_2 possède les propriétés intermédiaires entre celles des liquides et celles des gaz, ce qui lui confère un bon pouvoir d'extraction (PIOCHON, 2008).

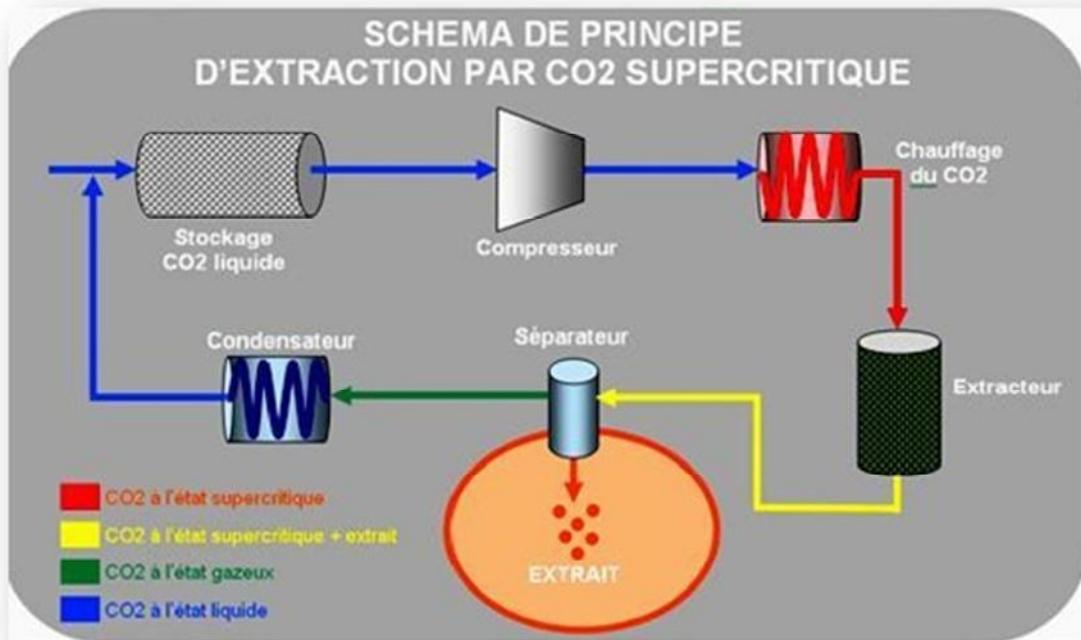


Figure n° 06: Extraction par fluides supercritique

I-5-7.L'enfleurage et la macération

L'enfleurage, consiste à déposer des pétales de fleurs odorantes sur des couches de graisses non odorantes (graisse de porc par exemple) : la graisse a la propriété d'absorber petit à petit le principe odorant de la fleur. On obtient ainsi des pommades parfumées qui étaient très utilisées comme cosmétiques dans l'antiquité. L'enfleurage peut également se pratiquer à chaud sur des graisses fondues. C'est le cas pour la violette, les fleurs d'oranger et le cassis.

La macération est une technique qui consiste à extraire des espèces chimiques d'une substance à l'aide d'un solvant avec lequel la substance reste longtemps en contact. Par exemple, on peut faire macérer par agitation dans de l'éthanol, une graisse parfumée obtenue par enfleurage : les substances odorantes passent alors dans l'alcool où elles sont plus solubles. En évaporant l'alcool, on obtient l'absolue, essence très parfumée (PARIS et MOYSE, 1967).

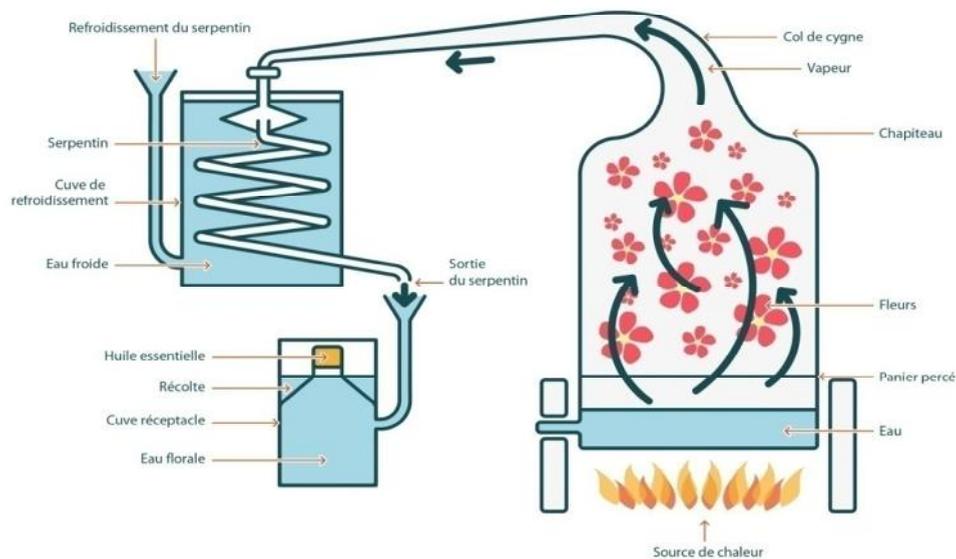


Figure n°07 : extraction par enfleurage

I-5-8.Extraction assistée par ultrasons

L'extraction assistée par ultrasons est une méthode simple, efficace et peu coûteuse. Elle augmente le rendement d'extraction et en améliore la cinétique. Un paramétrage adapté (température, puissance, cavitation, agitation...) conduit à des durées d'extraction sous ultrasons de quelques dizaines de minutes à des rendements obtenus en quelques heures par des protocoles conventionnels. D'un point de vue énergétique, la consommation est moindre par rapport aux procédés usuels. Il ne fait aucun doute que les ultrasons constituent une alternative verte aux techniques d'extraction conventionnelles.

Par ailleurs sa mise en œuvre courte préserve les composés les plus thermolabiles (acides gras polyinsaturés, caroténoïdes, polyphénols...) des réactions de dégradation. Parmi les molécules d'intérêt pouvant être extraites sous ultrasons, on peut citer les arômes, les antioxydants (polyphénols, anthocyanes...) ou encore les colorants. (PERRAUT, 2013).

I-6. Les facteurs limitant les procédés d'extraction

De nombreux facteurs influencent les procédés d'extraction des huiles essentielles tels :

I-6-1. La durée d'extraction : elle dépend de la qualité et de la quantité des extraits désirés, ainsi que de leur lieu de synthèse et d'accumulation dans la plante. En effet, les plantes dans lesquelles l'H.E est située dans les glandes exogènes auront un temps d'extraction relativement court, tandis que les plantes dans lesquelles l'H.E est située dans les glandes endogènes, auront un temps d'extraction plus long. Dans le cas d'une extraction par hydrodistillation, le rendement augmente jusqu'à une durée de temps déterminée expérimentalement (CICILE, 2002) ;

I-6-2. La température : le choix d'une température convenable de distillation est lié à la solubilité et à l'évaporation de l'H.E. En augmentant la température, la densité de l'huile essentielle diminue plus rapidement que celle de l'eau, par conséquent la séparation est améliorée, mais les risques d'évaporation et de solubilité sont alors importants (BRUNETON, 1995) ;

I-6-3. la pression : la réduction de la pression provoque un abaissement des températures d'ébullition et de condensation. Inversement, toute augmentation de pression entraîne une élévation de ces températures (BOUSBIA, 2011).

I-7. Méthodes d'identification des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont des matières pour les secteurs de l'industrie pharmaceutique, de l'agroalimentaire et de la cosmétique. La connaissance parfaite de la composition chimique de ces substances permettrait aux professionnels des secteurs précités de pouvoir contrôler leur qualité et de les valorisées. L'identification des composants d'une H.E reste une opération délicate qui nécessite la mise en œuvre de plusieurs techniques.

La technique incontournable pour individualiser les constituants d'un mélange reste la chromatographie en phase gazeuse (CPG).

La CPG est souvent combinée avec une technique d'identification spectrale, généralement la spectrométrie de masse (SM).

I-7-1. La chromatographie en phase gazeuse

La chromatographie en phase gazeuse (CPG) est une méthode d'analyse par séparation qui s'applique aux composés gazeux ou susceptibles d'être vaporisés par chauffage sans décomposition. Les progrès technologiques réalisés dans le domaine des colonnes capillaires, des phases stationnaires et des détecteurs ont contribué à rendre la CPG incontournable pour la caractérisation des H.Es.

Le chromatographe en phase gazeuse est constitué de trois modules : un injecteur, une colonne capillaire dans le four et un détecteur. Le mode d'injection le plus répandu est l'injection en « split » ou injection avec « division de flux », utilisé pour l'analyse de solution concentrée. L'injection se fait à haute température. L'échantillon est rapidement introduit dans l'injecteur où il est instantanément vaporisé et mélangé au gaz vecteur (hélium, azote, argon, ou hydrogène) (BOUCHONNET & LIBONG, 2002).

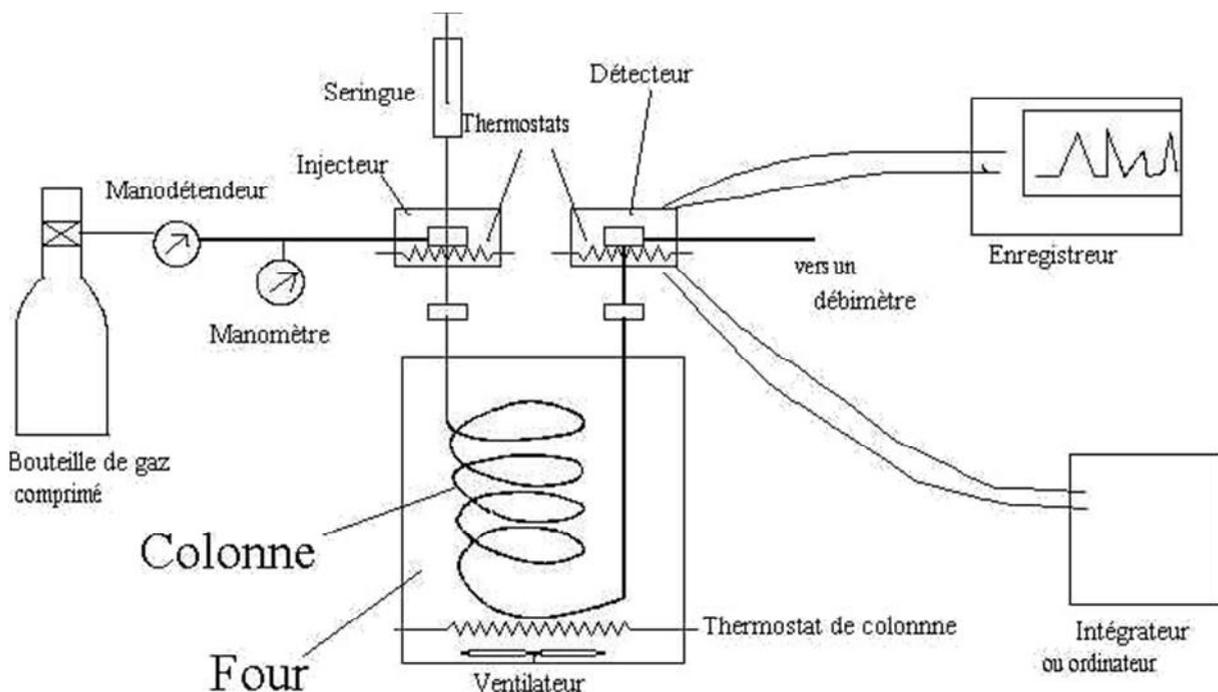


Figure n°08 : schéma du principe de la chromatographie en phase gazeuse.

I-7-2. Spectrométrie de masse(SM)

Le spectromètre de masse permet l'identification et la quantification des composés. Il existe de nombreux type de spectromètre de masse ; tous ont en communs trois éléments : une source, un analyseur et un détecteur. La source est la partie du spectromètre de masse où sont produits des ions gazeux à partir des molécules introduites. En couplage avec le chromatographe en phase gazeuse, où les composés élués arrivent au spectromètre à l'état gazeux.

Les sources utilisées sont dites à « ionisation électronique » ou à « ionisation chimique ». La source est maintenue à une température élevée (généralement comprise entre 100 et 250°C) pour éviter la condensation des substances (BOUCHENNET & LIBONG, 2002). Les ions sont ensuite dirigés vers la partie analytique de l'appareil.

Dans le spectromètre de masse, les ions sont séparés selon leur ration « masse/charge », à l'aide d'un champ magnétique ou électrique (BESOMBES, 2008). Le faisceau d'ions ayant traversé l'analyseur de masse est détecté et transformé en un signal utilisable.

I-7-3.Le couplage CPG/SM

Le couplage chromatographie en phase gazeuse-spectrométrie de masse est aujourd'hui une des techniques parmi les plus utilisées de la chimie analytique. L'association des deux techniques fournit un instrument d'analyse particulièrement performant.

La principale difficulté rencontrée lors de ce couplage est due à la grande différence de pression. En effet, la spectrométrie de masse requiert un niveau de pression très bas, alors que la chromatographie en phase gazeuse se déroule à un niveau de pression plus élevé. (CAVALLI, 2002).

I-8.Composition chimique des huiles essentielles

L'étude de la composition chimique des huiles essentielles révèle qu'il s'agit de mélanges complexes et variables de constituants appartenant exclusivement à deux groupes caractérisés par des origines biogénétiques distinctes : les terpénoïdes et les composés aromatiques dérivés du phenylpropane.

I-8-1. Les terpènes

Les **terpènes** sont des hydrocarbures naturels, de structure cyclique ou de chaîne ouverte. Leur particularité structurale la plus importante est la présence dans leur squelette d'unité isoprénique à 5 atomes de carbone (C₅H₈).

Les **terpénoïdes** sont des terpènes avec une ou plusieurs fonctions chimiques (alcool, aldéhydes, cétones, acide, etc.).

Les **monoterpènes** sont volatils entraînés à la vapeur d'eau, d'odeur souvent agréable et représentent la majorité des constituants des H.Es, parfois plus de 90%.

Les **sesquiterpènes** il s'agit de la classe la plus diversifiée des terpènes. Elle contient plus de 3000 molécules (HELLAL, 2011).

I-8-2. Les composés aromatiques

Contrairement aux dérivés terpéniques, les composés aromatiques sont moins fréquents dans les huiles essentielles. Très souvent, il s'agit d'allyle et de propénylphénol. Ces composés aromatiques constituent un ensemble important car ils sont généralement responsables des caractères organoleptiques des huiles essentielles. Nous pouvons citer en exemple l'eugénol qui est responsable de l'odeur du clou de girofle. (KABERA NZEYUMWAMI, 2004).

I-8-3. Les composés d'origines diverses

Selon Justin KABERA NZEYUMWAMI ; (2004) Compte tenu de leur mode d'extraction, les huiles essentielles peuvent renfermer divers composés aliphatiques, généralement de faible masse moléculaire, entraînés lors de l'hydro distillation. Ces produits peuvent être azotés ou soufrés.

Alcools : menthol, géraniol, linalol,...

Aldéhydes : géraniol, citronellal,...

Cétones : camphre, pipéritone Phénols: thymol, carvacrol ...

Esters : acétate de géranyle,...

Acides : acide géranique,...Oxydes : 1,8-cinéole,...

Phénylpropanoïdes ; eugénol.

Terpènes : limonène, para-cymène,...

Autres : éthers, composés soufrés, composés azotés, sesquiterpène,...

I-9.Activité biologique des huiles essentielles

I-9-1.Activités antimicrobiennes

La plupart des huiles essentielles possèdent des propriétés antimicrobiennes plus au moins prononcées. En effet, en raison de leur caractère lipophile, leurs constituants se lient aux membranes cellulaires des micro-organismes.

L'action des huiles essentielles sur le développement des micro-organismes peut être expliquée par l'altération de la perméabilité membranaire des germes en perturbant les systèmes de transport ionique, le transport des électrons et la production d'énergie.

Smith-Palmer et *al.* (2001) ont montré que les bactéries à Gram positif sont plus sensibles à l'effet des huiles essentielles que les bactéries à Gram négatif qui se caractérisent par une membrane externe imperméable, cette imperméabilité est due à la richesse de cette membrane en lipo-polysaccharides la rendant plus hydrophile, ce qui empêche les terpènes hydrophobes d'y adhérer (KEHAL, 2013).

I-9-2.Propriétés antifongiques

Les infections fongiques ont augmenté durant ces dernières années en raison du nombre croissant de patients à haut risque, particulièrement les hôtes immunodéprimés. L'augmentation de la résistance fongique vis-à-vis des médicaments classiques, les frais de traitement et le fait que les antifongiques les plus disponibles n'ont que l'activité fongistatique, justifient la recherche de nouvelles stratégies. (MEROUANE, 2013).

Plusieurs études rapportent les propriétés antifongiques des huiles essentielles. BENJILALI et *al.* (1986), ont enregistré le pouvoir antifongique de 26 huiles essentielles testées : huile essentielle de l'armoise blanche (de trois régions), du thym, d'eucalyptus et du romarin (BOUZIDI, 2016).

La vaporisation d'huiles essentielles limite également le développement de certains champignons (EBERHARD *et al*, 2005).

I-9-3.Activité antivirale

Les virus sont généralement fortement sensibles aux molécules aromatiques des huiles essentielles. De nombreuses pathologies virales sévères traitées avec des H.Es ont montré des améliorations importantes.

La cytotoxicité de trois échantillons d'huiles essentielles de *Thymus capitatus* (L.) a été testée sur des cellules Vero ainsi que leur activité antivirale vis-à-vis de Herpes simplex virus 1 (HSV1), Echovirus 11 (ECV11), et Adénovirus (ADV). Les huiles essentielles ont été incubées avec les virus et les cellules. Ces huiles se sont montrées douées d'une activité antivirale contre l'HSV1 et l'ECV11, en inhibant directement le virus avant même d'être inoculé aux cellules, et contre l'ADV, en empêchant sa réplication au sein des cellules hôtes. (BEL HADJ SALAH-FATNASSI *et al.*, 2013).

I-9-4.Activité insecticide

L'augmentation de la production agricole et la difficulté à maîtriser le développement des insectes ravageurs dans les systèmes agricoles poussent le paysan à rechercher des moyens de traitement plus efficaces. C'est le cas des fumigants classiques qui agissent sur tous les stades de développement des insectes dans les grains stockés. Mais la recommandation de l'OMS (1995) en faveur de l'élimination des fumigants classiques pour 2005 dans les pays développés et 2015 au plus tard dans les pays en voie de développement ouvre la voie à la recherche de nouveaux produits à faible répercussion écologique. Les recherches à l'heure actuelle s'orientent vers les plantes aromatiques contenant des huiles essentielles qui agissent comme les fumigants naturels.

Les huiles essentielles possèdent des propriétés insecticides certaines. Elles sont toxiques aux adultes, aux larves et aux œufs (KOFFIVI KETOH *et al*, 2004).

I-9-5.Activité antioxydante

Les antioxydants de synthèse sont de moins en moins utilisés, en raison de leurs risques toxicologiques potentiels, c'est pourquoi les consommateurs

considèrent plus sûrs et sains les produits élaborés à partir des ingrédients naturels. Ainsi de nouvelles sources végétales d'antioxydants naturels sont recherchées et apparues comme une alternative aux antioxydants de synthèse.

Plusieurs études ont montrées l'effet antioxydant des huiles essentielles.

Selon HOHMANN *et al.* (1999) tous les extraits de trois espèces médicinales de Lamiaceae étudiés ont provoqué une inhibition considérable de la peroxydation lipidique.

I-10.Oxydation lipidique

La peroxydation lipidique, causée par les radicaux libres de l'oxygène, est un phénomène général qui concerne tous les lipides contenant des acides gras polyinsaturés, quelle que soit leur origine (huiles, graisses, membranes cellulaires, lipoprotéines,...). L'oxydation des lipides pose de sérieux problèmes pour les industries agroalimentaires. Elle conduit à des modifications de goût, d'odeur, et de couleur ce qui par conséquent induit à la perte de la qualité et de la sécurité des aliments.

L'utilisation des antioxydants synthétiques tels que le butylhydroxyanisole (BHA) et le butylhydroxytoluène (BHT) dans les industries agroalimentaire, cosmétique, et pharmaceutique est suspectée à long terme d'effets tératogènes, mutagènes et cancérogènes (BOURKHISS *et al.*, 2010).

Les lipides jouent un rôle irremplaçable dans notre alimentation. Ils possèdent un rôle nutritionnel comme source d'énergie, d'acides gras essentiels, de vitamines liposolubles, et de précurseurs d'hormones, mais aussi un rôle organoleptique par leur contribution à la texture et à la sapidité des aliments.

Le principal défaut des lipides est de s'oxyder facilement. Il s'agit d'une des causes majeures d'altération des denrées alimentaires.

La réaction d'oxydation des lipides est initiée entre des lipides le plus souvent polyinsaturés et l'oxygène.

L'oxydation des lipides est une réaction auto-catalytique. Il s'agit d'un enchaînement de réactions radicalaires se déroulant en trois étapes (Figure09). Une première réaction produit un radical libre par élimination d'un hydrogène de l'acide gras (initiation). Puis les réactions s'enchaînent pour produire plusieurs radicaux

libres (propagation) qui se combinent pour former des composés non radicalaires (terminaison) (EYMARD, 2003).

Durant celle-ci, plusieurs réactions de décomposition et de polymérisation interviennent simultanément conduisant à la formation d'un mélange complexe de produits de réaction : aldéhydes, cétones, alcools, hydrocarbures et polymère responsables des caractéristiques physico-chimiques et organoleptiques des produits gras oxydés. Dans la plupart des cas, la production de composé possédant des goûts ou odeurs désagréables, communément regroupés sous le nom de rancissement, est indésirable.

L'oxydation des lipides non seulement peut réduire la qualité nutritionnelle, mais aussi peut modifier la texture et la couleur des aliments, et générer des composés déconseillés en santé humaine (JEANTET, 2006).

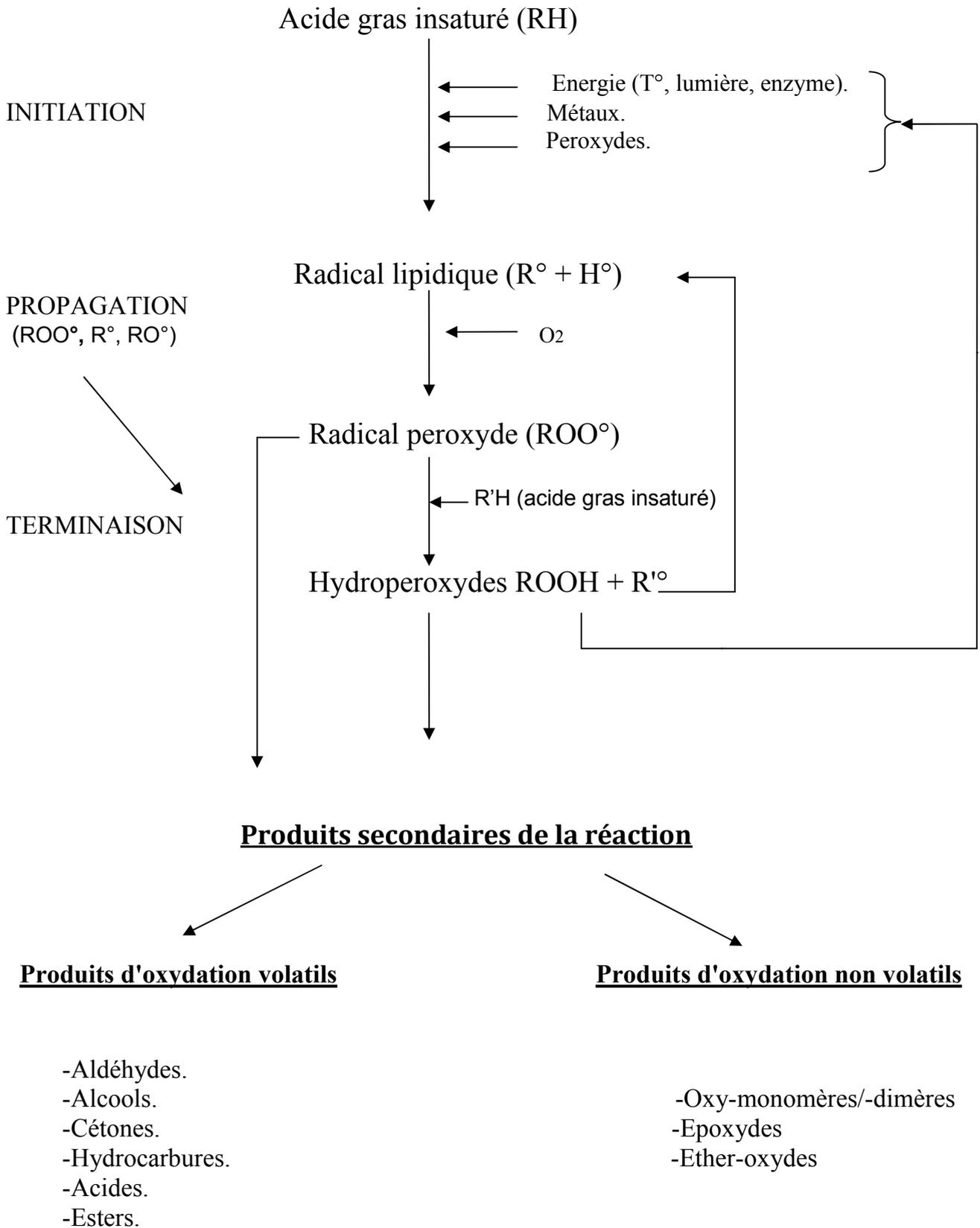


Figure n°09 : Schéma général de l'oxydation des lipides (EYMARD, 2003).

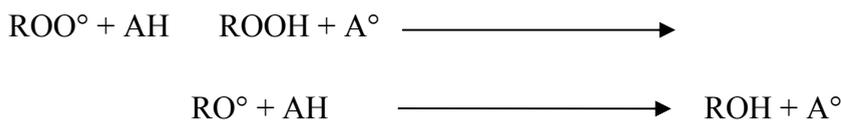
Les plantes constituent une source potentielle de molécules naturelles bioactives. Elles font l'objet d'études scientifiques rigoureuses pour leur éventuelle utilisation comme alternative, particulièrement pour la protection contre la peroxydation lipidique (BOUKHRISS *et al*, 2010).

Les facteurs qui influencent l'oxydation des lipides sont nombreux. Il s'agit de facteurs intrinsèques tels que la composition en acides gras des lipides (nombre et position des insaturations), la présence de prooxydants (hème, ions métalliques, enzymes) ou d'antioxydants naturels (tocophérols, caroténoïdes...) et des facteurs externes tels que la température, la lumière, la pression partielle en oxygène, l'activité de l'eau, les conditions de stockage et de transformation.

Les antioxydants sont classés en trois types en fonction de leurs mécanismes d'action : antioxydants de type I, antioxydants de types II, antioxydants de types III.

I-10-1. Les antioxydants de types I

L'action des antioxydants de type I repose sur leur capacité à inactiver les radicaux libres. Ils inhibent la propagation des réactions en fournissant des hydrogènes aux radicaux libres présents.



(AH antioxydant et A° radical de l'antioxydant)

Les radicaux A° sont stable et possède pas l'énergie suffisante pour arracher un hydrogène aux lipides, la propagation s'arrête alors. Les composés phénoliques naturels tel que le Tocophérols ou de synthèse tels que le Butyl hydroxy toluène (BHT) et le gallate de propyl appartiennent à cette classe d'antioxydants.

I-10-2. Les antioxydants de type II

Ce type d'antioxydant prévient la formation des radicaux libres et intervient par différents mécanismes. Certains de ces antioxydants chélatent les ions métalliques réduisant ainsi l'effet pro-oxydant des ions, c'est le cas des acides phosphoriques et citriques.

I-10-3.Les antioxydants de type III

Ces antioxydants regroupent les facteurs de l'environnement qui ont une action antioxydante en agissant sur le potentiel red-ox du milieu, la température, la pression en oxygène et la lumière. L'emballage des produits permet ainsi de minimiser l'exposition à l'air et à la lumière. La mise sous vide permet de limiter les réactions d'oxydation et donc de prolonger la durée de vie des produits.

I-10-4.Les agents synergiques

Ce sont des molécules qui améliorent l'action de certains antioxydants, ce qui se traduit souvent par un accroissement de la période de protection. Parmi elles se trouvent : les acides lactique, tartrique et ortho phosphorique, et leurs sels de sodium, de potassium ou de calcium.

L'efficacité des antioxydants peut être augmentée par l'utilisation d'un mélange d'antioxydant de type I et II. L'association de ces deux types d'antioxydants permet d'inhiber les phases d'initiation et de propagation de l'oxydation des lipides.

I-10-5.Autres types d'antioxydants

Certains composés protéiques possèdent une activité antioxydante. C'est le cas par exemple de la carnosine. Des concentrés protéiques obtenus à partir du lait. Ces antioxydants sont susceptibles de complexer le fer. De plus, ils contiennent des composés polyphénoliques et des flavonoïdes présentant une activité antioxydante. (OUI ; 2015).

I-11.Conservation des huiles essentielles

Les H.E. sont fragiles et volatiles (ANTON et LOBSTEIN, 2005). Elles doivent être conservées dans des flacons colorés, hermétiquement fermés, à l'abri de l'air, de la lumière et des variations de température.

Si les conditions citées ci-dessus sont respectées, les H.E. peuvent être conservées jusqu'à 2 à 5 ans en maintenant les flacons en position verticale.

I-12.Toxicité des huiles essentielles

En dépit de leurs effets bénéfiques, les huiles essentielles sont loin d'être non-toxiques. La majorité des huiles essentielles, à de très fortes doses, causent des effets toxiques. Par leur composition chimique riche, les huiles essentielles doivent être utilisées avec une extrême prudence, du fait qu'elles peuvent présenter de très graves dangers lors d'une utilisation aléatoire autonome, surtout que le consommateur est attiré par la facilité d'emploi de ces essences en absorption interne ou en application externe (KEHAL, 2013).

Parmi les propriétés indésirables, on peut souligner entre autres : les propriétés vésicantes, nécrosantes, allergiques, hépatotoxiques, neurotoxiques, etc.

Les H.Es restent toujours notoires grâce à leurs diverses propriétés médicinales en l'occurrence les propriétés anti-inflammatoires, antiseptiques, antivirales, stimulantes, toniques, calmantes, etc. (KABERA et *al.*, 2002).

I-13.Différentes utilisations des huiles essentielles

Selon (KABERA NZEYUMWAMI, 2004), Outre l'emploi strictement médical des huiles essentielles, celles-ci sont utilisées dans de nombreux domaines tels que la parfumerie, la cosmétologie, l'agro-alimentaire, et l'industrie chimique. Deux industries se partagent ce marché mondial florissant ; il s'agit de l'industrie agroalimentaire et la parfumerie. Les huiles essentielles interviennent dans la fabrication :

- des produits alimentaires: jus de fruits, crèmes glacées, bonbons, etc. ;
- de tabac pour cigarettes ;
- des produits d'hygiène et de beauté ;
- des parfums, la désinfection des locaux (elles sont antiseptiques) ;
- des colles et vernis dans l'industrie chimique.

Médecine, parfumerie, alimentaire, et aromathérapie sont autant de destinations pour un marché des huiles essentielles dont la production mondiale, en croissance régulière, est estimée à plus de 110 000 tonnes.

I-14. Les applications alimentaires

Plusieurs huiles essentielles, ont en laboratoire, une activité antimicrobienne avérée. Mais avant leur adoption en tant qu'agent de conservation alimentaire, il convient de vérifier les résultats expérimentaux dans l'aliment sélectionné. En général, les résultats expérimentaux obtenus en milieu modèle se confirment sur les aliments, mais avec des concentrations d'huiles essentielles un peu plus élevées. Les études faites à travers le monde, montrent que les huiles essentielles peuvent être ajoutées à peu près à tous les aliments.

Ainsi, les huiles essentielles d'origan, de thym, de cannelle ou de coriandre sont efficaces pour les viandes, les volailles, les charcuteries et les légumes; l'huile essentielle de menthe pour les produits frais (salades, yaourts...); les huiles essentielles à base de carvacrol ou de citral pour les poissons; les huiles essentielles de thym, de noix de muscade ou de gingembre pour les céréales (plus particulièrement celles riches en carvacrol pour le riz); et les huiles essentielles à base de carvacrol ou de cinnamaldéhyde pour les fruits. Toutefois, quelques limites existent à l'utilisation des huiles essentielles comme agents de conservation dans les aliments, notamment le pouvoir aromatisant de certaines d'entre elles. Cependant des techniques de désaromatisation existent et sont de plus en plus efficaces.

D'autre part, les effets organoleptiques indésirables peuvent être limités en sélectionnant soigneusement l'huile essentielle selon le type d'aliment considéré, mais il est important de noter, que dans la plupart des cas, les concentrations d'huiles utilisées sont si faibles, qu'elles ne modifient pas les qualités organoleptiques de l'aliment. Un autre aspect à prendre en compte, c'est de vérifier que l'huile essentielle sélectionnée n'a pas d'effet antimicrobien contre les bactéries utiles, notamment les ferments d'acidification, d'aromatisation et d'affinage, indispensables à la fabrication des produits. Moyennant ces précautions d'usage, l'emploi des huiles essentielles lors de la transformation des aliments peut présenter un triple intérêt: aromatisant, antioxydant et antimicrobien. (CAILLET & LACROIX, 2007).

I-15. Marché mondial des huiles essentielles

Le marché mondial des huiles essentielles est en nette évolution ces dernières années. Quelque 3000 huiles essentielles sont connues, dont environ 300 sont d'une importance commerciale.

Les quantités d'huiles essentielles produites dans le monde sont très variables. La production annuelle de certaines huiles essentielles dépasse 35.000 tonnes, alors que celle des autres peut atteindre quelques kilogrammes.

En 2008, la production mondiale des huiles essentielles est dominée par le Brésil et l'Inde avec des productions respectives de 28.6 % et 25.6 %. Suivent ensuite pour un tiers du marché les Etats-Unis, la Chine et l'Argentine avec des productions atteignant respectivement 16.8 %, 9.0 % et 4.9 %. Neuf pays avec des productions internes entre 0.1 et 2 % (France: 1 %) pèsent pour 10 % dans le marché mondial. Enfin, les derniers 10 % se répartissent entre les autres pays du monde avec une production inférieure à 0.1 (BESSAH & BENYOUSSEF, 2015).

Le Tableau ci-dessous donne, selon les données de 2008, les huiles essentielles les plus demandées sur le marché international. Pour certaines huiles, la demande dépasse largement l'offre.

Tableau n°02 : les huiles essentielles les plus demandées sur le marché mondial (BESSAH et BENYOUSSEF, 2015)

Huiles essentielles	Quantité (tonne)	Pays producteur
Citronnelle	1800	Chine, Sri Lanka
Menthe des bois	32000	Inde, Chine, Argentine
Eucalyptus type cinéole	4000	Inde, Chine, Argentine
Orange	51000	USA, Brésil, Argentine
Menthe poivrée	2367	Inde, USA, Chine
Citron	9200	Argentine, Italie, Espagne
Eucalyptus (type citronnellal)	1000	Chine, Brésil, Inde, Vietnam
Feuille de clou de girofle	1800	Indonésie, Madagascar
Verveine exotique	1200	Chine
Menthe verte	1800	USA, Chine
Bois de cèdre (Chine)	1650	USA, Chine
Lavandin	1100	France
Patchouli	1200	Indonésie, Inde

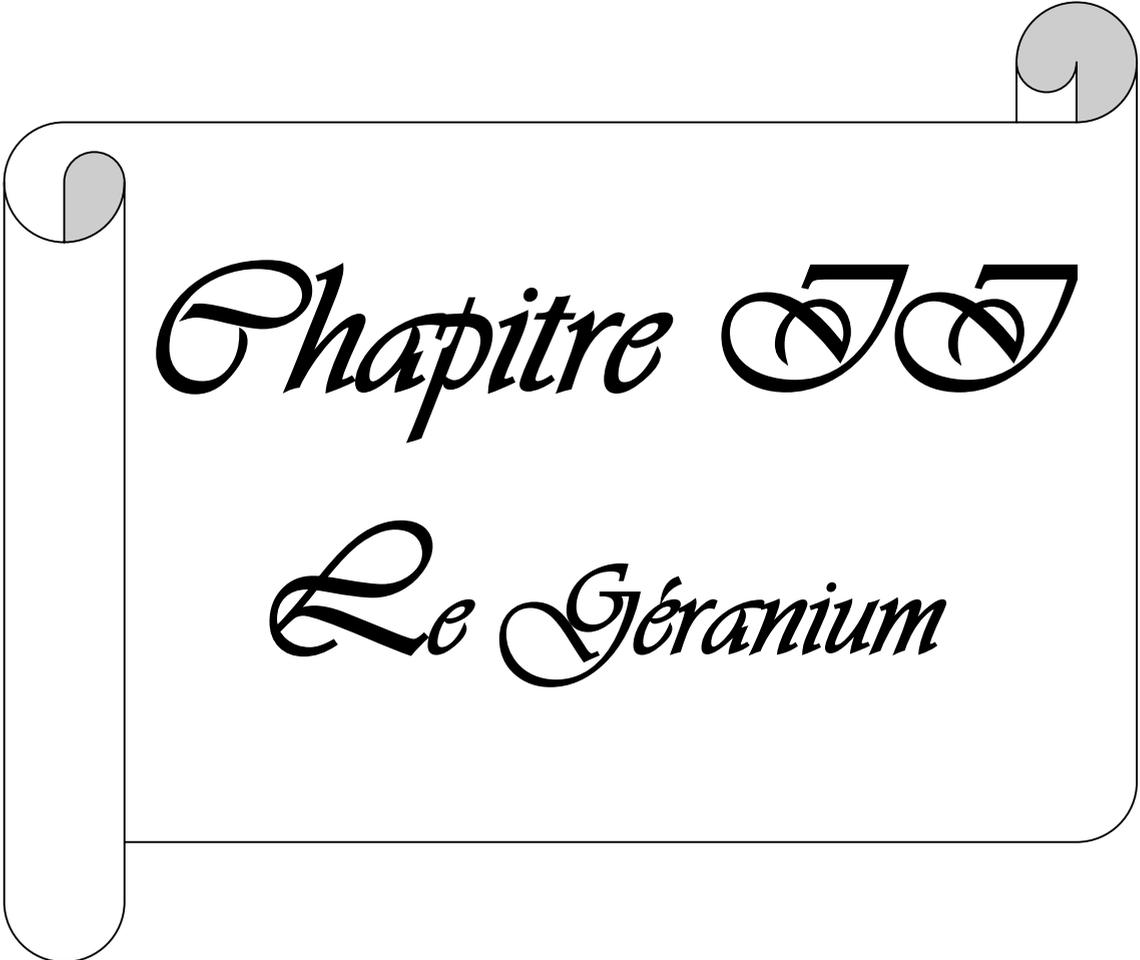
I-16.La filière des huiles essentielles en Algérie

En Algérie, les données officielles sur l'organisation de la filière des huiles essentielles ne sont pas disponibles. Les seules données dont nous disposons concernent les inventaires floristiques de la Direction Générale des Forêts (DGF) et les statistiques des importations et exportations du commerce extérieur des produits

agricoles. L'état des lieux de cette filière sera apprécié d'une façon générale, à partir des données relatives aux plantes aromatiques et médicinales.

L'Algérie de par sa situation géographique, possède une flore riche et variée. Cette richesse s'explique par l'étendue de sa surface constituée par des éco systèmes de types méditerranéen, steppique et saharien. L'Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie, 'INRAA' dans son rapport national sur l'état des ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture en 2006, signale plus de 626 espèces, sous espèces et variétés médicinales. Selon le même rapport sur les 1 600 espèces spontanées utiles et cultivées, l'Algérie n'en utilise que 1 %.

En dépit de cette richesse floristique, la filière des plantes aromatiques et médicinales et de ses dérivés est peu développée en Algérie. Aucune étude estimative n'a pu mettre en évidence quantitativement et économiquement leurs utilisations dans la pharmacopée. Elles sont traditionnellement utilisées par les populations locales pour l'aromatisation des aliments, les arts culinaires et les vertus médicinales. Cette utilisation traditionnelle résulte de connaissances pratiques ancestrales accumulées dans le temps, puis transmises de génération en génération. (BESSAH et BENYOUSSEF, 2015).



Chapitre 77

Le Géranium

II- Le géranium

Plante reine des jardins et impératrice des terrasses et balcons ensoleillés, le géranium suscite souvent l'émerveillement et parfois même la jalousie entre voisins.

II-1. Historique

En 1652, les Hollandais fondèrent un port et une garnison dans la baie de la Table (est une baie de l'océan Atlantique Sud formée par le littoral de la ville du Cap, en Afrique du Sud, qui se développa depuis ses rives méridionales, au pied de la montagne de la Table).. Cette étape permettait de ravitailler les équipages en route vers les Indes. En accompagnant ces garnisons, cela permis à des médecins ou pharmaciens militaires passionnés de botanique de séjourner dans la région du Cap. Ils inspectèrent la flore, pénétrèrent à l'intérieur du pays et découvrirent ainsi de nombreux Pélargoniums qu'ils transportèrent en Europe où ces merveilleuses plantes prirent place dans les toutes nouvelles serres des résidences Hollandaises puis Anglaises [1].

II-2. Etymologie

Le terme de latin scientifique *Geranium* est dérivé du grec de même sens. Et ce terme grec dérive lui-même de « grue », en raison des fruits allongés comme le bec des grues. Aux XVII^e et XVIII^e siècles, le terme « bec de Grue » était d'ailleurs communément employé en français dans ce sens.

A tort, on désigne sous le nom de *géranium* les pélargoniums de nos balcons. Rendons aux vrais géraniums, avec leur identité, leur rusticité. L'utilisation des géraniums va de la rocaille à la prairie en passant par les couvre-sol.



Figure n°10: Plante et huile essentielle de *géranium*.

Les vrais géraniums (ou géraniums des jardins), qu'il ne faut pas confondre avec les pélargoniums (géraniums des fleuristes), commencent tout juste à être diffusés.

Le fruit porté par leur tigelle évoque en effet une tête de grue et son cou. Ils sont vivaces et rustiques, à quelques exceptions près. Les géraniums des jardins offrent une vaste gamme de coloris et de tailles. On y compte un grand choix de bleus, qui font défaut chez leurs cousins gélifs.

La répartition géographique des cent soixante espèces s'étend sur toutes les régions tempérées du globe. Leur taille varie de quelques centimètres à 60 cm de hauteur. Selon cette taille et leur milieu d'origine, les géraniums trouvent différentes utilisations au jardin [2].

II-3.La culture du géranium

Les géraniums sont faciles à cultiver. Ils aiment particulièrement le soleil. Il faut ainsi les placer dans un endroit bien ensoleillé. En outre, c'est une plante qui a besoin d'un sol neutre et frais [3].

Multiplier les formes horticoles par boutures de rhizomes. Les espèces sauvages se ressèment sur place. Prélever les jeunes plants au printemps, quand ils ont quelques feuilles [4].

La floraison s'étend de Mai à Septembre suivant les espèces. Résistante au grand froid, le géranium fleurit longtemps et donne vie à de multitude de fleurs, de coloration variée passant du blanc au rose et du pourpre au bleu. Ces fleurs sont souvent veinées d'une nuance de deux teintes [5].

II-4. Description botanique de la plante

- **Famille** : géraniacées.
- **Type** : herbacée.
- **Origine** : Afrique australe.
- **Couleur de la fleur** : blanc, rouge, jaune, rose, pourpre, gris argenté.
- **Hauteur** : 30 à 50 cm.
- **Semis** : non.
- **Bouture** : oui.
- **Plantation** : printemps.
- **Floraison** : fin Avril jusqu'aux gelées [6].

Géranium est genre de plantes herbacées de la famille des *Geraniaceae*. Les feuilles lobées, presque séquées, à nervures palmées sont opposées sur la tige. Les tiges ainsi que le dessous des feuilles sont pubescents. Les feuilles atteignent 15 cm de diamètre. Ses différentes espèces sont de formes et des biotopes très variés.

Les plantes nommées communément «*géraniums*» par les fleuristes n'appartiennent pas au genre *géranium* mais au genre *Pélargonium*. Les *géraniums* des fleuristes sont des espèces et cultivars de *Pélargonium*.

On peut néanmoins trouver des espèces de *géranium* en vente comme plantes vivaces. On parle alors plutôt de «*géraniums vivaces* ».

L'huile essentielle de *géranium* s'harmonise bien avec l'huile de rose et d'agrumes, mais elle peut être associée à d'autres mélanges, auxquels elle confère une note de fraîcheur appréciable (PADRINI&LUCHERONI, 1997).

L'huile essentielle bio de géranium en diffusion est un excellent répulsif contre les insectes. Elle possède des propriétés antibactériennes efficaces. Elle est de plus antalgique, anti-inflammatoire et tonique astringente cutanée. Ajoutée à l'eau du bain, elle vous invite à la relaxation et à la sensualité [7].

II-5. Principales espèces sauvages

On peut compter plus de 400 espèces de géranium, mais il existe aussi des espèces sauvages qui sont, par contre, très malodorantes [8]

- *Geranium bohemicum* L. Géranium de Bohème
- *Geranium columbinum* L. Géranium colombin
- *Geranium dissectum* L. Géranium à feuilles découpées
- *Geranium lanuginosum* L. Géranium laineux
- *Geranium lucidum* L. Géranium luisant
- *Geranium macrorrhizum* L. Géranium à grosses racines
- *Geranium maderense* Yeo Géranium de Madère
- *Geranium molle* L. Géranium à feuilles molles
- *Geranium nodosum* L. Géranium noueux
- *Geranium phaeum* L. Géranium livide
- *Geranium pratense* L. Géranium des prés
- *Geranium pusillum* L. Géranium fluet
- *Geranium pyrenaicum* Burm.f. Géranium des Pyrénées
- *Geranium rivulare* Vill. Géranium blanc
- *Geranium robertianum* L. Géranium Herbe à Robert
- *Geranium rotundifolium* L. Géranium à feuilles rondes
- *Geranium sanguineum* L. Géranium sanguin
- *Geranium sylvaticum* L. Géranium des bois
- *Geranium tuberosum* L. Géranium tubéreux [9].

II-6. Propriétés principales de l'huile de géranium

L'huile essentielle de géranium possède plusieurs propriétés à savoir :

- antibactérienne efficace ;
- fongicide puissante ;
- hémostatique remarquable ;
- antalgique ;
- anti-inflammatoire ;
- tonique astringente cutanée [10].

II-7. Domaine d'applications de l'huile essentielle de *géranium***II-7-1. Applications thérapeutiques**

Elle a une action anti-inflammatoire remarquable, elle est hémostatique, antiseptique, cicatrisante, est très utile dans des cas de brûlure, de blessure, d'ecchymose, d'ulcère, de mycose, d'herpès, d'aphte buccal et de stomatite. Appliquée sur la peau, elle éloigne les insectes.

Elle diminue la congestion des seins, possède un pouvoir diurétique, stimule le cortex surrénal, elle a une action antifatigue et tonifiante en cas de stress. On l'utilisera pour frictionner le corps pendant ou après la douche ou le bain ou pour un bref massage de la nuque et des tempes.

Elle est utile également en cas de surexcitation et d'agitation chez les enfants, grâce à son action rééquilibrante, sur le système nerveux. (PADRINI & LUCHERONI, 1997).

II-7-2. Application traditionnelles de l'huile essentielle de *géranium*

- acné, brûlure, eczéma, plaie, impétigo ;
- mycoses cutanées, gynécologiques ;
- rhumatismes, arthrites, tendinites ;
- épistaxis (saignement de nez), coupures sanguinolentes ;
- hémorroïdes, couperose, phlébite ;
- stress, asthénie profonde, anxiété ;
- Anti-rides, favorise la fermeté des tissus et de la peau [11].

II-7-3. Applications cosmétiques

L'huile essentielle de *géranium* est souvent utilisée pour les peaux sèches, fatiguées, abîmées ou nécessitant traitement, en cas d'acné, aussi d'impuretés, d'eczéma, de lichen, de lésion, d'ulcération, de cicatrices. Elle combat les rides et la cellulite. Versée dans un bain, elle régénère la peau, revitalise et relax. (HUETE, 2012).

II-7-4. Application culinaire

L'arôme de géranium très concentré est utilisé pour l'amélioration des préparations culinaires en pâtisserie (crèmes dessert, glaces, mousses...) ou la cuisine

(sauces, crèmes, potages...). Cet arôme ne remplace pas à lui seul la saveur principale de l'aliment, il est simplement destiné à rehausser le goût [12].

Avec son parfum qui se rapproche de la rose l'essence culinaire Bio de *Géranium rosat* gagne à être utilisée dans des préparations légères, plutôt sucrées comme des entremets, mousse, bavarois, crème anglaise et bien entendu dans les salades de fruit.

Quelques gouttes d'Essence culinaire de géranium peuvent également faire merveille dans les confitures [13].

A decorative scroll graphic with a light gray background and a black outline. The scroll is unrolled on the left and right sides, with the top edge slightly curved. The text is centered on the scroll.

Chapitre III

*Généralité sur la
conservation des aliments*

III- Généralités sur la conservation des aliments

La conservation des aliments vise à préserver leur comestibilité et leurs propriétés gustatives et nutritives. À l'origine de ces techniques, il y a quelques siècles, l'objectif était de pouvoir stocker des aliments en période d'abondance des cultures, afin d'éviter d'avoir à faire face à la famine durant des périodes moins fastes (fin d'hiver, année à faible production...). De nos jours, on conserve les aliments surtout pour éviter que les germes prolifèrent et ne rendent ainsi malade la personne qui les mange (MORGANE, 2013).

La conservation est définie comme une méthode utilisée pour maintenir un état existant ou pour empêcher une altération susceptible d'être provoquée par des facteurs chimiques (oxydation), physiques (température, lumière) ou biologiques (microorganismes).

La vitesse d'altération dépend des caractéristiques «intrinsèques» liées à l'aliment et aux conditions «extrinsèques» qui sont liées à l'environnement.

III-1. Les procédés de conservation**III-1-1. La conservation par le froid**

L'abaissement de la température d'un produit permet de prolonger dans le temps sa conservation.

III-1-1-1. La réfrigération

Terme utilisé pour des températures de stockage basses mais supérieures à 0°C «froid positif». La réfrigération a pour effet de ralentir les réactions enzymatiques, et par conséquent la multiplication et le métabolisme des microorganismes, généralement la température de réfrigération se situe dans les alentours de 0°C à 4°C (JEANTET et *al*, 2006).

Il existe trois règles fondamentales à respecter dans l'application de froid:

- la réfrigération doit s'appliquer à des aliments sains au départ ;
- le refroidissement doit être fait le plus tôt possible ;
- la réfrigération doit être continue tout au long de la filière de distribution: la chaîne de froid ne doit pas être interrompue (MEGHFOUR, 2014).

III-1-1-2. La congélation

Maintient la température au cœur de la denrée jusqu'à -18°C . Ce procédé provoque la cristallisation en glace de l'eau contenue dans les aliments. On assiste alors à une diminution importante de l'eau disponible, soit à une baisse de l'activité de l'eau (a_w), ce qui ralentit ou stoppe l'activité microbienne et enzymatique. La congélation permet donc la conservation des aliments à plus long terme que la réfrigération (JEANTET et *al*, 2006).

III-1-1-3. La surgélation- congélation ultra-rapide

C'est une technique de refroidissement brutal ($-35/-196^{\circ}\text{C}$) puis congélation à $-15/-18^{\circ}\text{C}$. (MORGANE, 2013). Cette technique met en œuvre des températures plus basses que la congélation (MAGHFOUR, 2014).

On peut surgeler les légumes, les fruits, certains fromages, les beurres, les œufs, les jus de fruits, les viandes, les produits de pêche, les plats cuisinés, les pâtisseries et autres desserts. La conservation pouvant dépasser deux ans. Il faut que l'emballage du surgelé soit étanche à la vapeur d'eau et au gaz (risque d'oxydation ou de prise d'odeurs) (BOUMENDJEL M, 2005).

III-1-2. La conservation par la chaleur

Le traitement des aliments par la chaleur (ou traitement thermique) est aujourd'hui la plus importante technique de conservation de longue durée. Il a pour objectif de détruire ou d'inhiber totalement ou partiellement les enzymes et les microorganismes, dont la présence ou la prolifération pourrait altérer la denrée considérée ou la rendre impropre à l'alimentation humaine [14].

III-1-2-1. La pasteurisation

La pasteurisation est une technique utilisée très fréquemment en agroalimentaire. Inventée par Louis Pasteur, son objectif est d'allonger de façon significative la durée de conservation des aliments.

La pasteurisation est un traitement thermique à des températures comprises entre 60 et 100°C ayant pour but de détruire la totalité des micro-organismes pathogènes non sporulés et de réduire significativement la flore végétative présente

dans un produit. C'est un procédé de conservation limité pour lequel le produit doit être conditionné hermétiquement (avec ou sans atmosphère modifiée, ou sous vide) et réfrigéré (le produit pasteurisé peut être en effet conservé à +4°C de quelques jours à quelques semaines (CHILLET, 2001).

III-1-2-2.La stérilisation

Cette technique permet d'éliminer tous les micro-organismes pathogènes ainsi que les formes sporulées. Les aliments ayant subi une stérilisation se conservent à température ambiante. Il existe deux techniques de stérilisation :

III-1-2-2-1.une stérilisation classique : 110 à 115°C pendant quelques minutes (lait, viandes, légumes, poisson) ;

III-1-2-2-2.une stérilisation par ultra haute température (UHT) :140 à 150°C par injection de vapeur pendant quelques secondes (lait, crèmes fraiche liquide, potage, jus de fruit) (MAGHFOUR, 2014).

III-1-2-3.L'appertisation

Cette technique découverte par Nicolas APPERT vers 1810, porte les produits à plus haute température (+115 à +140°C) que la pasteurisation. Elle détruit toutes les flores bactériennes, permettant ainsi une conservation à température ambiante et une durée de vie longue.

Les produits appertisés sont conditionnés en boîtes métalliques ou en bocaux de verre pour les conserves appertisées classiques, en barquettes et briques pour les produits les plus récents (MAGHFOUR, 2014).

III-1-3.La conservation par élimination d'eau

III-1-3-1.La déshydratation

Dès la plus haute antiquité, des grains, des fruits, des viandes, des poissons ont été séchés au soleil. Plus tard le séchage a été effectué dans des fours. Aujourd'hui, les denrées sont déshydratées par différentes techniques : séchoirs à air chaud, rampe infrarouge, cylindres chauffants, fluidisation (passage de gaz chauds à travers une grille plaque). La déshydratation des produits alimentaires permet d'en assurer une bonne stabilité par abaissement de l' a_w (JEANTET et *al.*, 2006).

Elle permet d'éliminer suffisamment d'eau du produit pour empêcher le développement de micro-organismes et bloquer l'activité enzymatique.

Les produits obtenus (lait en poudre, céréales, fruits secs) se conservent à température ambiante quand ils sont conditionnés dans des emballages les protégeant de l'humidité. Les techniques actuelles de déshydratation permettent de conserver les qualités nutritionnelles des denrées alimentaires. Néanmoins les nutriments fragiles à la chaleur comme certaines vitamines peuvent être partiellement détruits.

III-1-3-2. La lyophilisation

Technique de séchage par congélation brutale (entre -40 °C et -80 °C environ) avec sublimation sous vide. Les aliments conservent toutes leurs saveurs ainsi que leurs nutriments, une fois réhydratés ils retrouvent presque leur texture d'origine. Cette méthode est employée pour la nourriture des astronautes (MORGANE, 2013).

III-1-4. Stabilisation par inhibition chimique

L'usage des conservateurs fait partie de la panoplie des techniques et des moyens qui permettent d'assurer la sécurité du consommateur, d'allonger la durée de vie des produits alimentaires, et de limiter leurs altérations par les micro-organismes.

III-1-4-1. Les antioxydants

Les antioxydants sont des molécules qui, comme leur nom l'indique, empêchent ou du moins freinent l'oxydation. L'oxydation est un transfert d'électrons de l'aliment vers un autre milieu, transfert qui entraîne des réactions rapides accélérant l'altération de l'aliment. Cette oxydation peut être due à différents facteurs tels que l'oxygène de l'air ou la lumière. Les antioxydants peuvent être naturels comme artificiels. Les plus courants sont les provitamines A, et les vitamines C et E [15].

III-1-4-2. Les additifs alimentaires

Les additifs alimentaires utilisés actuellement sont principalement extraits des tissus animaux et végétaux. Ils ont pour rôle de modifier le goût, la texture, l'aspect visuel, et évidemment la conservation des aliments. Ils peuvent être des additifs naturels, synthétiques, ou artificiels. Ils sont classés en familles en fonction de leur mode d'action. Ces familles sont:

- les colorants (changent la couleur) ;
- les émulsifiants (augmentent certains aspects du goût) ;
- les stabilisants (conservent les couleurs) ;
- les arômes artificiels (ajoutent un parfum) ;
- les édulcorants (réduisent l'acidité) ;
- les acidulants (augmentent l'acidité) ;
- les exhausteurs de goût (amplifient le goût) ;
- les conservateurs (conservent l'aliment) ;
- les antioxydants (empêche l'oxydation).

Les additifs alimentaires sont classés entre E100 et E500; E signifiant Europe [16].

III-1-5. Conservation par modification de l'atmosphère

III-1-5-1. Le conditionnement sous vide

Apparu dans les années soixante. L'objectif de ce procédé est de supprimer de l'environnement de l'aliment le principal agent d'altération, qui est l'oxygène. Le conditionnement sous vide permet d'atteindre une teneur résiduelle en O₂ de 1%. Cette méthode prolonge la durée de vie des aliments. Les microorganismes aérobies sont alors inhibés, et le produit est protégé vis-à-vis de l'oxydation et de la dessiccation. Cependant, les produits utilisés doivent être de bonne qualité sanitaire. La conservation sous vide peut par conséquent être associée à une réfrigération ou à une congélation.

Le gaz intervient comme conservateur mais, en plus, il permet d'éviter l'écrasement des aliments dans leur conditionnement sous vide d'air (MAGHFOUR, 2014).

III-1-5-2. Le conditionnement sous atmosphère modifiée

Le conditionnement sous atmosphère modifiée (CAM) est une technologie d'emballage employée couramment en vue de conserver les produits alimentaires frais. Dans un système de conditionnement sous atmosphère modifiée, les gaz qui composent l'intérieur de l'emballage sont remplacés par un gaz unique ou mélange gazeux, dans le but d'accroître la durée de conservation du produit (MURJELLE M., 2009).

Le conditionnement sous atmosphère modifiée consiste à créer dans l'emballage une atmosphère différente de celle de l'air en changeant la proportion du gaz (EMBORGL et *al.*, 2008).

Cette modification de l'atmosphère entourant le produit alimentaire permet en réduisant le taux d'oxygène, tout en maintenant le niveau d'humidité, de contrôler les réactions chimiques, enzymatiques ou microbiennes conduisant aux dégradations. Celles-ci sont éliminées ou plus ou moins réduites pendant la durée de conservation commerciale du produit alimentaire (MURJELLE, 2009).

III-1-6. Conservation par technique nouvelle

III-1-6-1. L'irradiation

C'est le procédé par lequel les aliments sont soumis à des rayonnements dits «ionisants». Ces derniers affectent particulièrement l'ADN des organismes vivants comme les insectes, les microorganismes ou les virus contenus dans les aliments. L'irradiation ne dure que le temps de l'exposition aux rayons. Les études montrent que les aliments irradiés ne portent aucune trace du traitement subi et sont donc tout à fait propres à la consommation. L'irradiation est reconnue comme un moyen sûr de réduire les niveaux d'organismes qui provoquent des intoxications alimentaires et des maladies dans les aliments, affirment des associations internationales telles que l'Organisation mondiale de la santé (OMS) et l'Organisation des Nations-Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) (LEDUC).



Chapitre 70

Les produits carnés

IV- les produits carnés**IV-1. La viande**

Selon (LAROUSSE, 1991) la viande est définie comme étant toutes parties d'animaux propres à la consommation humaine.

Les critères recherchés par le consommateur dans la qualité de la viande bovine sont essentiellement ses qualités organoleptiques, qualités perçues par nos sens, mais aussi ses qualités culinaires, caractérisant l'aptitude de la viande à être préparée et cuisinée et la qualité sanitaire.

Différents facteurs, à différentes étapes de la filière, sont susceptibles d'influencer ces critères :

- **facteurs biologiques**: ce sont les caractéristiques de l'animal et du muscle lui-même ;
- **facteurs zootechniques** : il s'agit des pratiques d'élevage ;
- **facteurs technologiques**: ce sont les transformations conduites après l'abattage ;
- **facteurs culinaires**: il s'agit des modalités de préparation et de cuisson de la viande. (CIV, 2004).

IV-2. Critères de qualité de la viande

La recherche de la qualité au sens large est actuellement une préoccupation fondamentale pour l'industrie agroalimentaire. La qualité se définit à partir de système de référence: norme, labels, appellation, etc. Le souci majeur du consommateur est comment reconnaître la qualité, ou autrement dit quels sont les critères de qualité d'un produit alimentaire ?

En ce qui concerne la viande cette qualité regroupe les critères suivants :

- qualité nutritionnelle ;
- qualité organoleptique ;
- qualité sanitaire.

IV-2-1. Qualité nutritionnelle

La viande est un élément qui apporte de nombreux nutriments indispensables à une alimentation équilibrée, elle constitue une source importante de protéines, d'acides aminés (AA) essentiels, d'acides gras, de minéraux, et de vitamines. Le profil en AA est relativement constant entre muscles, ou entre espèces. Cependant, les muscles riches en collagène présentent une valeur nutritionnelle inférieure du fait de leur richesse en glycine qui est un AA non essentiel. Comparativement aux muscles blancs, les muscles

rouges, riches en myoglobine, apportent des quantités supérieures de fer héminique, très assimilable par l'organisme (CIV, 2004).

IV-2-2. Qualité organoleptique

IV-2-2-1. La couleur

La préservation d'une belle couleur rouge durant la conservation est primordiale pour la viande bovine car elle est fortement liée à la notion de fraîcheur du morceau.

La composition en fibres des muscles influence la couleur de la viande via la quantité et l'état chimique de la myoglobine. 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 à proportion élevée de fibres détériore la stabilité de la couleur rouge en induisant la formation de metmyoglobine avec pour conséquence l'apparition d'une couleur brunâtre (CIV, 2004).

IV-2-2-2. La Flaveur

La flaveur est l'ensemble des propriétés gustatives et olfactives perçus au cours de la dégustation. Elle se développe au cours de la cuisson. La viande crue possède une faible odeur, un goût sanguin et une flaveur peu prononcée. (ALIANE, 2016).

IV-2-2-3. La tendreté

La tendreté est la composante de qualité sensorielle la plus importante pour le consommateur de viande bovine. Cette viande présente une dureté de base beaucoup plus élevée par rapport aux viandes de porc ou de volailles. L'attendrissement progressif de la viande, est beaucoup plus lent chez le bovin par rapport au porc, et surtout à la volaille. La durée de maturation est essentielle dans la détermination de la tendreté de la viande bovine (CIV, 2004).

IV-2-2-4. la jutosité

La jutosité de la viande cuite présente deux composants organoleptiques. Le premier est l'impression d'humidité durant les premières mastications. Celles-ci sont produites par la libération rapide de fluides par la viande. Le deuxième est la jutosité soutenue liée à l'effet stimulant de la graisse sur la salivation (ALIANE, 2016).

IV-2-3. Qualité sanitaire**IV-2-3-1. Microbiologique**

La viande est un substrat favorable au développement des micro-organismes pathogènes et qui peuvent produire des substances toxiques. Il s'agit donc d'un produit fragile, qui en raison du danger présenté par les altérations et la présence éventuelle de germes pathogènes doit être strictement surveillé.

IV-2-3-2. Toxicologique

En raison du traitement et des soins apportés aux animaux d'élevage (médicaments) et de la présence de substances chimiques dans l'environnement principalement liée aux activités humaines (métaux lourds, dioxines, pesticides), des résidus et des contaminants peuvent parfois être décelés dans les denrées alimentaires et notamment dans les produits d'origine animale.

- teneur en résidus (pesticides, produits de fabrication) : Les pesticides, sont des molécules chimiques, naturelles ou de synthèse, permettant l'élimination des organismes vivants nuisibles, notamment les insectes, sur les cultures végétales. Des résidus de pesticides peuvent être transférés de l'aliment fourrager, lorsque le végétal a été traité, vers les tissus comestibles des animaux d'élevage (CIV, 2014).
- teneur en médicaments (hormones, antibiotiques) : L'administration d'un médicament pour soigner un animal d'élevage peut être à l'origine de résidus de cette substance et de ses métabolites dans les denrées alimentaires qui en sont issues tels les viandes, les abats et le lait.

IV-2-3-3. Pathologique

- teneur en acide gras saturé ;
- présences de parasites (ALIANE, 2016), Les maladies parasitaires d'origine alimentaire sont liées à la consommation d'un aliment contenant les formes larvaires ou adultes d'un parasite (CIV, 2012).

IV-3.Facteurs influençant l'altération de la viande**IV-3-1.Facteurs intrinsèques****IV-3-1-1.Le potentiel d'hydrogène pH**

Les micro-organismes sont très sensibles aux variations du pH, leur développement est réduit par un pH acide (5,5-5,7), le pH reste fixe dans les viandes produites et conservées d'une manière normale (ROZIER *et al*, 1986).

IV-3-1-2.Le potentiel d'oxydoréduction (rH)

Le potentiel d'oxydoréduction mesure la facilité avec laquelle un milieu perd ou gagne des électrons. Il joue un rôle très important pour le développement des micro-organismes (MESCLE et ZUCCA, 1988).

IV-3-1-3.L'activité de l'eau (a_w)

Elle est définie comme étant la disponibilité en eau du milieu (viande), elle joue un rôle important dans la multiplication et le métabolisme des micro-organismes qui dépendent essentiellement des capacités d'échange entre la cellule microbienne et le milieu qui l'environne (BOURGEOIS *et al*, 1996).

IV-3-2.Facteurs extrinsèques**IV-3-2-1.Température**

La température idéale pour le développement des microorganismes se situe entre 7 et 55°C. Les températures limites pour leur développement sont -10°C et 70°C. La congélation inactive les microorganismes et le chauffage prolongé les détruit (des températures supérieures à 80°C). Les spores résistent souvent à des températures supérieures à 100°C.

IV-3-2-2.L'humidité relative (HR)

L'humidité ambiante intervient sur la prolifération des micro-organismes à la surface des denrées alimentaires (CHEFTEL J-C et CHEFTEL H, 1977).

IV-4. Les produits de charcuterie**IV-4-1. Définition**

Etymologiquement, le terme « charcuterie » désigne les « chairs cuites »; dans son sens actuel, il représente les produits provenant de la transformation des viandes.

Les charcuteries sont une famille particulièrement riche et diversifiée de produits à base de viande. Chaque produit est caractérisé par :

- la nature de ses ingrédients ;
- la technologie à mettre en œuvre pour sa préparation ;
- ses caractéristiques organoleptiques: chaque produit a sa propre finalité d'utilisation (produits à consommer en l'état, produits à chauffer, produits à cuire).

Les charcuteries sont élaborées à partir de viandes (maigre, gras, abats) des animaux de boucherie (en particulier le porc, mais de nombreux produits sont à base d'autres espèces), de volaille, de lapin et de gibier.

Pendant des millénaires, le souci majeur de l'homme fut de trouver et de conserver des aliments. C'est à partir de la fin du 19^{ème} siècle que la production de charcuteries a commencé à s'industrialiser. De nos jours, la fabrication est assurée essentiellement par des entreprises industrielles spécialisées qui concilient l'aspect traditionnel des charcuteries et les plus récentes avancées scientifiques et technologiques.

La transformation des viandes résulte de deux préoccupations essentielles :

- obtenir à partir de viandes fraîches, des produits susceptibles de se conserver afin d'étaler leur consommation dans le temps. Ce fut le souci majeur des hommes vivant en autarcie et des collectivités telles que l'armée, la marine commerciale... La matière première est surtout la viande de porc mais aussi d'autres viandes: bœuf, volailles, gibiers... Les technologies employées sont à base de salage ou de salaison, complétés par des procédés adaptés (cuisson, séchage, fumage).

- varier les goûts et les formes de présentation. (GUIDE N° B2-17-99, 1999).

IV-5.La saucisse**IV-5-1.Définition de la saucisse**

La saucisse est un produit de charcuterie composée principalement de viande hachée mélangée à d'autres ingrédients tels que des épices et des condiments.

La réglementation Algérienne dans l'arrêté Interministériel du 19 Chaoual 1417 correspondant au 26 février 1997, relatif aux conditions de préparation et de commercialisation des merguez a donné la signification de la dénomination « merguez » dans son deuxième article :

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.

IV-5-2.Fabrication de la saucisse (merguez)**IV- 5-2-1.Composition de la saucisse**

Selon le même article n° 02 de l'arrêté interministériel du 26 février 1997 le Merguez est composé de viande bovine et ovine ainsi que la graisse de ces animaux, auxquels des arômes, des épices et des condiments peuvent être additionnés.

IV-5-3.Les ingrédients entrant dans la préparation de la saucisse**IV-5-3-1.Les ingrédients d'origine non carnée****IV-5-3-1-1.Les épices**

Une épice est un produit agricole, issu de cultures, ou de cueillettes dans la nature. Les épices peuvent être issues d'écorces (cannelle), de fleurs (safran, clou de girofle), de feuilles (thé), de fruits (poivre, aneth, moutarde), de bulbes (ail, oignon, gingembre) ou de graines (fenouil, coriandre).

Les épices contiennent des substances organiques ou minérales, volatiles, souvent appelées arômes. Ces substances organiques appartiennent à des groupes chimiques tels que les alcools ou les aldéhydes et stimulent les perceptions olfactives et gustatives. Elles sont donc responsables des odeurs, des arômes et des saveurs et sont utilisées en petite quantité en cuisine, comme conservateur, assaisonnement ou colorant [17].

L'épice est l'élément indispensable à toute cuisine qui se respecte. En plus de leurs vertus gustatives, les épices possèdent des propriétés très intéressantes. Tout d'abord, elles favorisent la digestion et évitent les désagréments comme les ballonnements ou la diarrhée. Des épices comme le curcuma ou la cannelle possèdent un pouvoir antioxydant. En outre, la plupart des épices s'avèrent très utiles dans la prévention des rhumes [18].

L'éventail des épices est très étendu, les principales étant le poivre, l'ail, le cumin, la coriandre, le macis, la muscade et l'anis. L'effet principal des épices est l'apport d'arôme et de goût, mais certaines possèdent aussi des propriétés.

IV-5-3-1-2. Le sel de cuisine

Outre son importance dans l'alimentation humaine, le sel de cuisine (NaCl), l'ingrédient vraisemblablement le plus important pour les produits carnés, possède des propriétés technologiques importantes. Il est ainsi en mesure de retenir l'eau libre, ce qui induit qu'il y aura moins d'eau à disposition d'éventuels microorganismes. Le sel de cuisine prend aussi une part prépondérante à la formation du goût. On attribue en outre un effet prooxydatif au sel de cuisine, que ce soit par rapport à l'oxydation de graisses (rancidité), aux pigments (défauts de couleur) ou à la formation d'oxydes de cholestérol (dommageables pour les cellules et les vaisseaux) (RAKANSOU, 2008).

IV-5-3-1-3. Les colorants

D'après l'article n°5 de l'arrêté interministériel du 26 février 1997, l'utilisation des colorants est autorisée, elle est réglementaire, les matières colorantes doivent être d'origine naturelle.

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».

Pour ce qui est du colorant rouge que nous retrouvons dans les bonbons, mais également dans les merguez et les sodas, il s'agit de la cochenille. Ce colorant est tout simplement obtenu à partir d'un insecte séché, le *Dactylopius coccus* (19).

IV-5-3-1-4.L'ail

L'ail est une espèce de plante potagère vivace monocotylédone dont les bulbes à odeur et au goût forts, sont souvent employés comme condiment en cuisine.

Selon DAOUDI et al, 2006, l'ail un condiment qu'on peut trouver frais, en extrait ou déshydraté.

IV-5-3-1-5.les œufs

La dénomination « œuf » est réservée aux œufs de poule en coquille, propres à la consommation en l'état ou à l'utilisation par les industries de l'alimentation humaine, à l'exclusion des œufs cassés, couvés, et cuits (MAGHFOUR, 2014).

IV-5-3-2.Les ingrédients d'origine carnée**IV-5-3-2-1.La viande**

Selon CHAUDIEU(1985), les viandes qui entrent dans la fabrication de la Merguez sont des morceaux à cuisson lente des bovins et ovins qui font partie de la troisième catégorie des viandes.

Les différents types de viandes utilisés sont comme suit :

- ✚ **viande du bœuf:** les parties de l'épaule qui peuvent être utilisées sont : la veine grasse, la salière, le deuxième talon, la pointe de paleron, la charolaise, le joint de gîte, le milieu de gîte et le bout de gîte. Les parties grasses sont représentées par le flanchet, la poitrine et les plates côtes ;
- ✚ **viande de veau :** les viandes choisies sont grasses, de troisième catégorie comme les parties du flanchet, du collet, de la poitrine et du tendon ;
- ✚ **viande du mouton:** les parties intéressantes pour la fabrication des Merguez sont la poitrine, le collet et le haut de côtelettes. Les graisses de ces différentes espèces seraient responsables de la saveur du produit.

Les articles 3 et 4 l'arrêté Interministériel du 26 février 1997, relatif aux conditions de préparation et de commercialisation des merguez, a précisé les teneurs à respecter lors de la fabrication du Merguez en humidité, tendon, nerf, aponévroses et collagène ainsi que le taux de matière grasse :

-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 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 matière non grasses, après que l'on ait élevé l'humidité au pourcentage maximum, autorisé de 75% du produit supposé dégraissé».

IV-5-3-2-2.Les boyaux

Après avoir été traités convenablement, les menus de mouton, conservés dans un sel fin et au réfrigérateur, sont rincé à l'eau propre dans un bac. Ils sont ainsi prêts à être utilisés comme enveloppes pour la Merguez (DAOUDI, 2006).

Il existe plusieurs types de boyaux :

- **les boyaux naturels :** issus des tubes digestifs des ovins, bovins ;
- **les boyaux naturels manufacturés:** Ce sont des boyaux naturels dont le calibre a été rendu régulier par couture de plusieurs éléments entre eux ;
- **les boyaux artificiels en fibres animales:** ils sont constitués de fibres de collagène obtenues à la suite de traitements physico-chimiques de derme de bovins (parti de la peau de bovins se trouvant sous le cuir) ;
- **les boyaux synthétiques:** qui sont élaborés à partir de substances cellulosiques ou plastique pâte (ALIANE, 2016).

IV-5-4.Les étapes de la préparation de la saucisse

IV-5-4-1.Hachage de la viande

La viande est découpée en petit morceaux, puis introduite dans un hachoir, hachée, et récupérée dans un récipient (GIRARD et al, 1991).

Une viande hachée devient très sensible, le broyage augmente les surfaces de contact et libère les métabolites intracellulaires. Elle présente par conséquent une grande altérabilité (ROSSET, 1991).

IV-5-4-2.Préparation des épices et des condiments

Dans un récipient, on prépare une solution comprenant la totalité des additifs auquel on ajoute de l'eau en volume égale. Bien mélanger pour obtenir une solution assez dense. L'eau facilitera la répartition de la masse des épices et la coloration de la Merguez (DURAND, 1999).

IV-5-4-3.Obtention de la mée

La solution d'épices est incorporée à la viande hachée. Toute en pratiquant un mélange mécanique ou manuel (DAOUDI et al, 2006).

IV-5-4-4.L'embossage

La préparation pour Merguez est introduite dans la trémie d'un poussoir mécanique, le boyau est placé une ouverture se trouvant à la sortie du poussoir.

Grâce à un piston, la mée passe par l'ouverture de sortie et va remplir les boyaux et on peut les proportionner à des longueurs différentes (DAOUDI *et al*, 2006).

IV-5-4-5.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 montant 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».

IV-5-5.Condition de vente de la saucisse

La réglementation algérienne a bien précisé les conditions dans lesquelles la saucisse doit être présentée lors de la vente .On peut lire dans l'article 8 de l'arrêté précédent:

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 ».

IV-6. Les principales maladies liées à l'alimentation

Les principales maladies liées à l'alimentation se produisent dans la plupart des cas suite à la consommation d'aliments contenant des organismes pathogènes ou des toxines. Une telle contamination résulte habituellement de :

- méthodes inadéquates de manipulation, préparation, stockage (conservation) et de cuisson des aliments ;
- le non-respect des températures d'entreposage ou de cuisson ;
- les contaminations croisées ;
- les matières premières peuvent en elles-mêmes renfermer des germes ou des parasites ;
- l'environnement de la préparation des denrées peut-être souillé;
- le non-respect des règles d'hygiène lors du conditionnement et de stockage.

De bonnes pratiques d'hygiène avant, pendant, et après la préparation de la nourriture peuvent réduire les risques des maladies d'origine alimentaire. Les notions englobant la surveillance de la nourriture « *de la fourche à la fourchette* » pour s'assurer qu'elle ne provoquera pas de maladie transmise par voie alimentaire.

Elles peuvent être dangereuses et entraîner des complications médicales à long terme et même la mort. Parmi les aliments responsables de ces intoxications nous citons les produits carnés (DCW Mostaganem, 2016).

On note aussi des altérations intermédiaires qui peuvent avoir lieu entre 10 et 25°C, elles se manifestent par une putréfaction en surface ou un verdissement provoqué par des Entérobactéries (BOURGEOIS et al, 1996).

Il existe aussi des altérations qui se produisent à basses températures, inférieur à 10°C, et qui sont dûes aux bactéries Psychrotrophes qui continuent à se développer pour entraîner une putréfaction superficielle (FORREST et al, 1995).

On distingue deux types:

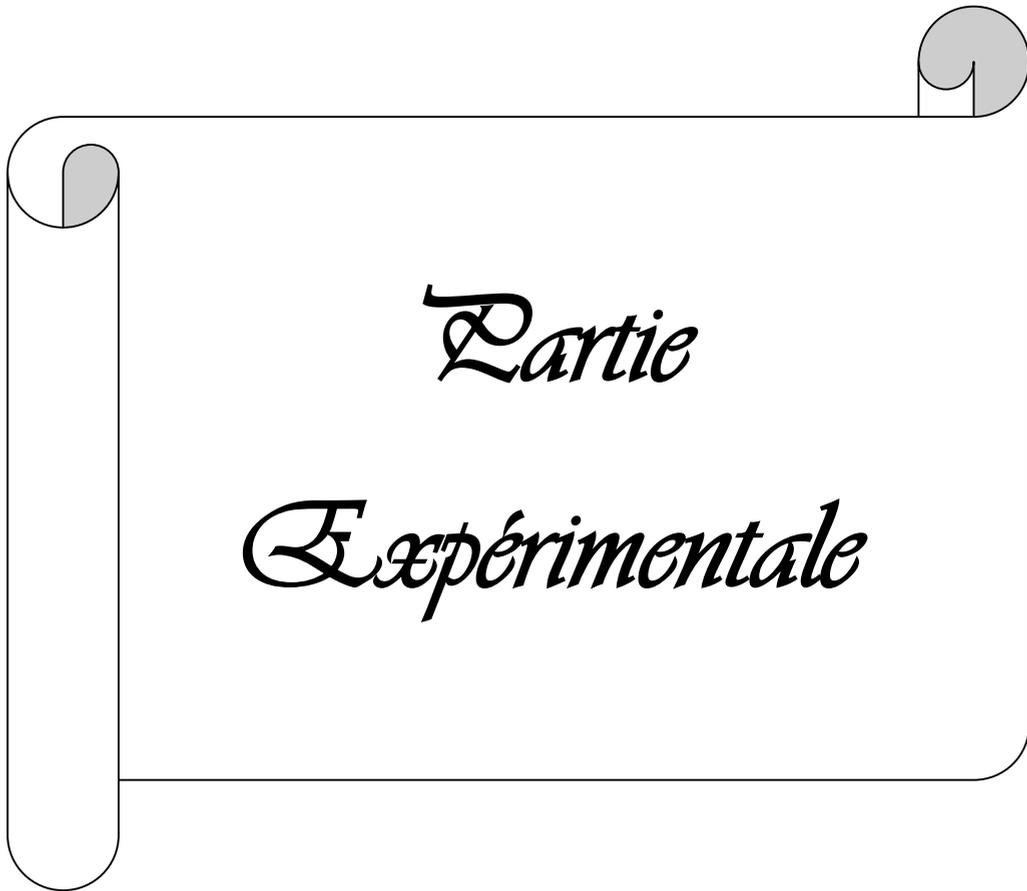
- **Intoxication alimentaire:** c'est une maladie, souvent infectieuse et accidentelle, contractée à la suite de l'ingestion de nourriture ou de boisson contaminées. Des bactéries, virus ou parasites.

- **toxi-infection alimentaire** : maladies d'origine alimentaire provoquées par l'ingestion de produits non comestibles ou toxiques (toxines des agents infectieux, médicaments, métaux lourds, champignons vénéneux, composés chimiques ou autres poisons), on parle seulement d'*intoxication alimentaire*.

Pour les pathologies provoquées par l'ingestion d'une toxine sécrétée par la bactérie et préformée dans l'aliment avant son ingestion, on parle plus spécifiquement d'*intoxication alimentaire* (DCW Mostaganem, 2016).

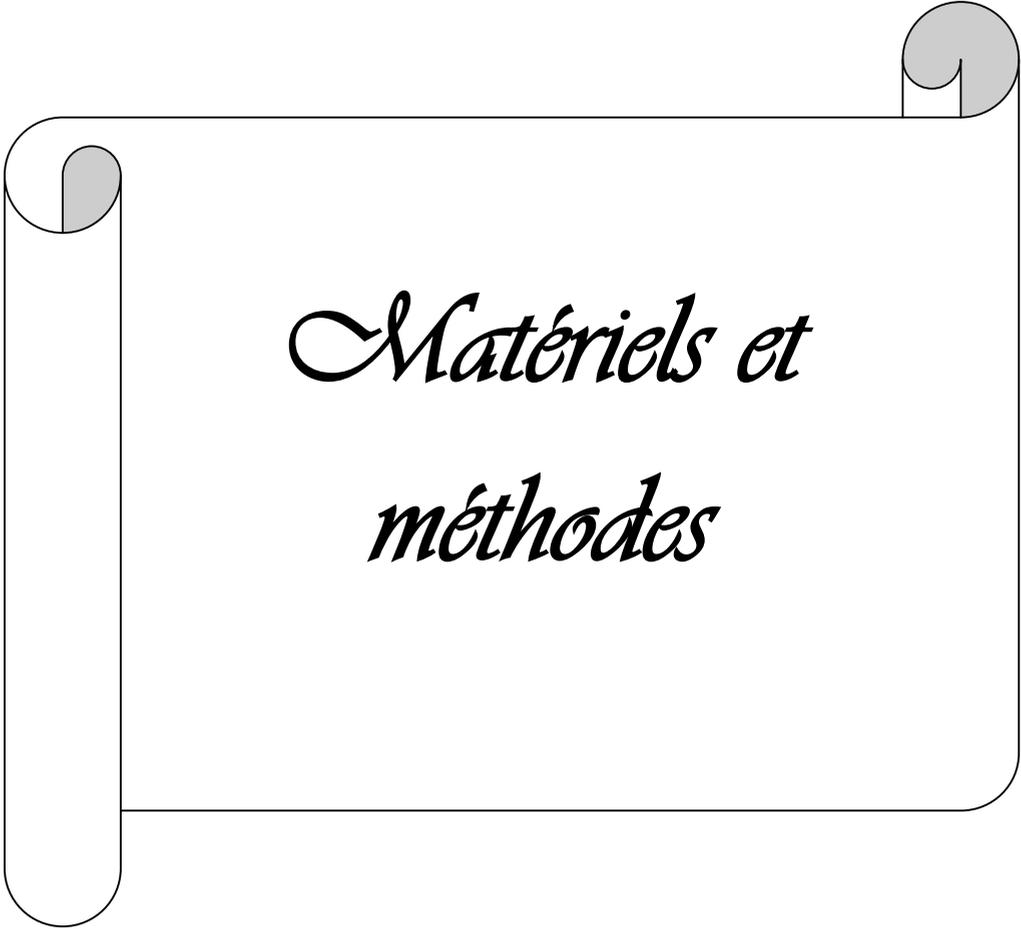
Tableau n° 03 : Les principales T.I.A.C en Algérie micro-organismes mis en cause (DCW Mostaganem, 2016).

Bactérie	Type de T.I.A.C	Temps d'incubation	Symptômes digestifs	Autres symptômes	Gravité
Staphylocoque doré	Intoxication	2 heures environ	Vomissements diarrhée colique	Hypothermie Etat de choc Parfois perte de connaissance	Faible en général
Salmonelle	Toxi-infection	12à24 heures	Vomissements diarrhée colique	Hypothermie Etat de choc Forte fatigue parfois hospitalisation	Forte 1 mort sur 100malades
Clostridium perfringens	Toxi-infection	12 heures environ	Diarrhée (parfois vomissements).	Généralement pas	Faible
Clostridium botulinum	Intoxication	Très variable (3heures à 3jours)	Diarrhée Vomissements Colique puis constipation	Troubles visuels, paralysie (parfois mort par paralysie respiratoire)	Forte 10% de morts
Intoxication par des bactéries putréfiantes (histamine)	Intoxication	2 heures environ	Diarrhée	Œdème du visage boutons Démangeaisons vertiges	Faible en général



Partie

Expérimentale



*Matériels et
méthodes*

La partie expérimentale a été effectuée pendant une période allant de 23/04/2017 au 30/04/2017. La réalisation des analyses bactériologiques, physicochimiques et sensorielles s'est déroulée au niveau de l'université de Mouloud MAMMARI de Tizi-Ouzou à savoir :

- Le laboratoire commun n° 01 et 02 du Département de Biologie ;
- Le laboratoire commun n° 01 et 02 du Département d'Agronomie ;
- Le laboratoire de Chimie du Département de Science de la nature et de la vie de TAMDA.

I-Matériel

I-1.Matériel végétal

L'huile essentielle utilisée lors de la réalisation de ce travail est une huile commerciale extraite de *géranium*, une plante aromatique et médicinale non comestible, procurée par Monsieur RAHMOUNE.

I-2.La matrice alimentaire

La saucisse utilisée comme matrice alimentaire pendant la réalisation de ce travail, a été préparée d'une façon artisanale dans la boucherie «Le berger», se trouvant dans la région de Tizirt située à 40 Km au nord de Tizi-Ouzou, transportée dans une glacière par la suite à l'université MOULOUD Mammeri de Tizi-Ouzou.

I-3.les étapes de la préparation de la saucisse

La préparation de la saucisse fraîche artisanale demande un matériel simple, elle se fait selon des étapes faciles à réaliser à savoir :

I-3-1.Assemblage des ingrédients

- La première étape de préparation de la saucisse fraîche consiste à mettre dans un récipient la viande bovine coupée en petits morceaux, elle est sélectionnée et gardée au frais jusqu'au moment de son utilisation, en général se sont les viandes maigres, grasses et non comestibles en l'état ;
- Incorporer par la suite à ces morceaux de viande un mélange d'épices préparé au préalable ;

- Rajouter les ingrédients à savoir l'ail, le poireau, les olives vertes dénoyautées, la carotte découpée, et le poivron vert, bien mélanger le tout.



a)



b)

Figure n° 11 : photo montrant l'assemblage des ingrédients (Photos originales).

- a) Morceaux de viande ;
- b) Incorporation des ingrédients et épices.

I-3-2. Broyage des ingrédients

- Une fois la préparation est prête, elle est hachée à l'aide d'un hachoir ;
- Récupération de la mûlée dans un récipient propre .



a)



b)



c)



d)



e)

Figure n° 12 : Broyage et récupération de la mêlée (Photo originale).

- a) Le hachoir ;
- b, c, d) broyage des ingrédients ;
- e) récupération de la mêlée.

I-3-3. Incorporation du reste des ingrédients

- Une fois la mixture est achevée on lui incorpore une préparation composée de colorant alimentaire qui permet de donner la couleur rouge à la saucisse, de sel qui est un incontournable exhausteur de goût, l'ensemble dissout dans un volume d'œufs battus ;
- Bien mélanger le tout soigneusement avec les mains



a)

b)

Figure n°13 : incorporation du reste des ingrédients (Photos originales).

- a) Incorporation du mélange sel, colorant et œufs aux ingrédients hachés ;
- b) Mélanger la pâte avec les mains.

I-3-4. Application de l'huile essentielle de *géranium* dans la saucisse

- Une fois la préparation est obtenue, elle est répartie en quatre (04) parts égales de 600g. Une est réservée pour le façonnage de la saucisse témoin.
- L'introduction dans la préparation hachée des volumes croissant de l'huile essentielle de *géranium* a été fait à l'aide d'une seringue graduée pour avoir :
 - Echantillon n° 01 : additionné d'un volume de 20µl/600g ;
 - Echantillon n° 02 : additionné d'un volume de 40µl/600g ;
 - Echantillon n° 03 : additionné d'un volume de 60µl/600g.
- Bien malaxer à la main pour que l'huile essentielle de géranium puisse bien s'introduire dans le mélange et pour que ce dernier soit homogène.



a)



b)

Figure n°14 : photo montrant l'introduction de l'huile essentielle de *géranium* dans la Préparation (Photos originales).

- a)** Incorporation de l'huile essentielle de *géranium* ;
- b)** Mélange la mée avec l'huile essentielle.

I-3-5.L'embossage :

- Pour façonner la saucisse, il faut faire passer le mélange dans un poussoir mécanique ;
- enfiler le boyau sur une ouverture du poussoir qui se trouve à la sortie, nouer l'extrémité du boyau ;
- La méléée passe par l'ouverture du poussoir, et le boyau sera rempli par la suite.

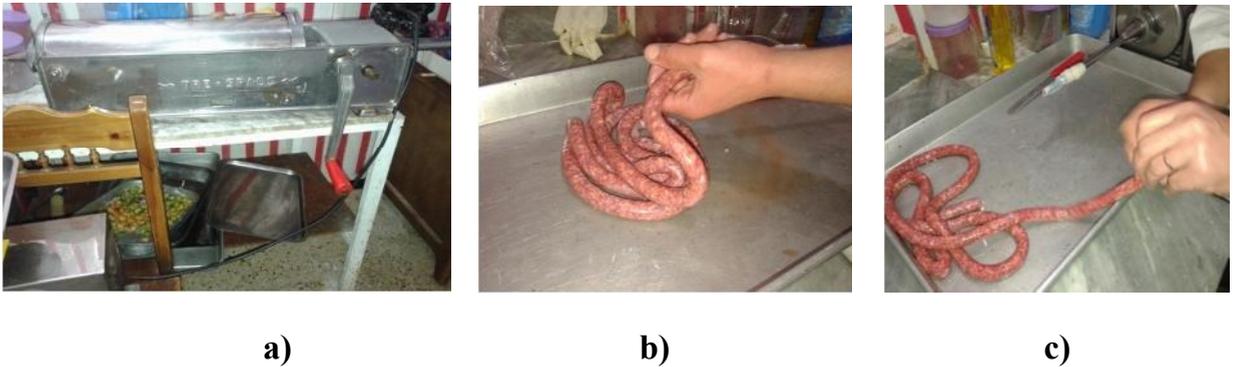


Figure n°15 : L'embossage (Photos originales).

- a) Le poussoir ;
- b) Remplissage du boyau.

I-3-6.La mise en forme

- C'est la dernière étape dans la préparation de la saucisse avant sa mise en vente, elle constitue la création des merguez individuelles en roulant le boyau sur lui-même, à intervalles réguliers.



Figure n°16 : Mise en forme de la saucisse (Photos originales).

II. Méthodes

II-1. Analyse microbiologique

Pour déterminer l'effet antimicrobien de l'huile essentielle de *géranium* qu'a été additionnée à la préparation de la saucisse, des analyses bactériologiques ont été effectuées sur la saucisse pendant une durée de conservation de 08 jours au réfrigérateur.

II-1-1. Les bactéries recherchées

- la flore mésophile aérobie totale FMAT

C'est la flore qui regroupe les microorganismes saprophytes et pathogènes capables de se développer en aérobiose à des températures optimum de 30°C sur une gélose nutritive ou milieu Plate Count Agar (PCA).

Le dénombrement de la FMAT reste la meilleure méthode permettant d'estimer l'indice de salubrité des aliments.

- la flore Psychrotrophe

Les bactéries Psychrotrophes sont définies par leur aptitude à se développer à des températures inférieures à +7°C. Agents de toxi-infections alimentaires ou d'altération de la qualité marchande des denrées, elles constituent un facteur limitant la conservation des produits réfrigérés. La maîtrise de ce type de flore passe principalement par une amélioration des performances des moyens frigorifiques, permettant de garantir une réfrigération des denrées entre 0°C et +2°C.

La recherche et le dénombrement de ces flores ont été faits suivant ces étapes :

II-1-2. Préparation de la solution mère

- peser aseptiquement 10g de saucisse ;
- y ajouter 90ml d'eau physiologique ;
- broyer cette préparation.

II-1-3. Préparation des dilutions décimales

- à partir de la solution mère prélever aseptiquement 1ml à l'aide d'une pipette PASTEUR stérile qu'on introduit dans un tube à essai contenant 9ml d'eau physiologique ;
- prendre de ce tube 1ml et l'introduire dans un autre tube à essai ;
- poursuivre cette opération jusqu'à obtenir la dilution 10⁻⁶.



Figure n°17: préparation de la solution mère et des dilutions décimales (Photos originales).

II-1-4.L'ensemencement

- prélever 1ml de la solution mère ainsi que de chaque dilution;
- déposer ensuite dans une boîte de pétri vide et stérile;
- recouvrir d'une couche de gélose PCA (Pount Count Agar) à raison de 12 à 15 ml ;
- faire des mouvements circulaires en forme de huit et laissé se solidifier sur la paillasse.
- Après solidification rajouter une deuxième couche de gélose.

II-1-5.L'incubation :

- Les boîtes de pétri sont ensuite incubées dans une étuve
 - ✓ pour la flore mésophile aérobie totale l'incubation se fait à 30°C pendant 72h ;
 - ✓ pour la flore Psychrotrophe elle se fait à 7°C pendant 10 jours.

II-1-6.Lecture et expression des résultats

Les microorganismes aérobies et aéro-anaérobies facultatifs peuvent se développer dans un milieu nutritif non sélectif, incubés à 30°C pendant 72 h. Ils apparaissent sous formes de colonies de tailles différentes.

La lecture se fait au bout de 72 heures sur les boîtes contenant entre 30 et 300 colonies. Le nombre de germes par gramme de produit est donné par la suivante formule :

$$N = \Sigma c / v (n_1 + 0,1n_2) d$$

N = nombre de germes par gramme de produit

c = somme des colonies dénombrées sur toutes les boîtes retenues.

n₁ = nombre de boîtes retenues à la première dilution

n₂ = nombre de boîtes retenues à la deuxième dilution

v = volume de l'inoculum appliqué à chaque boîte

d = le taux de dilution correspondant à la première dilution

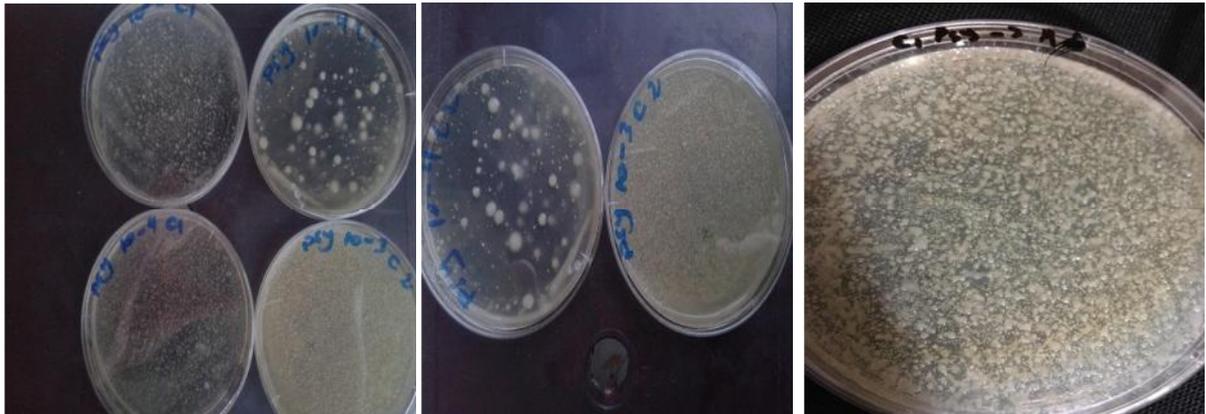
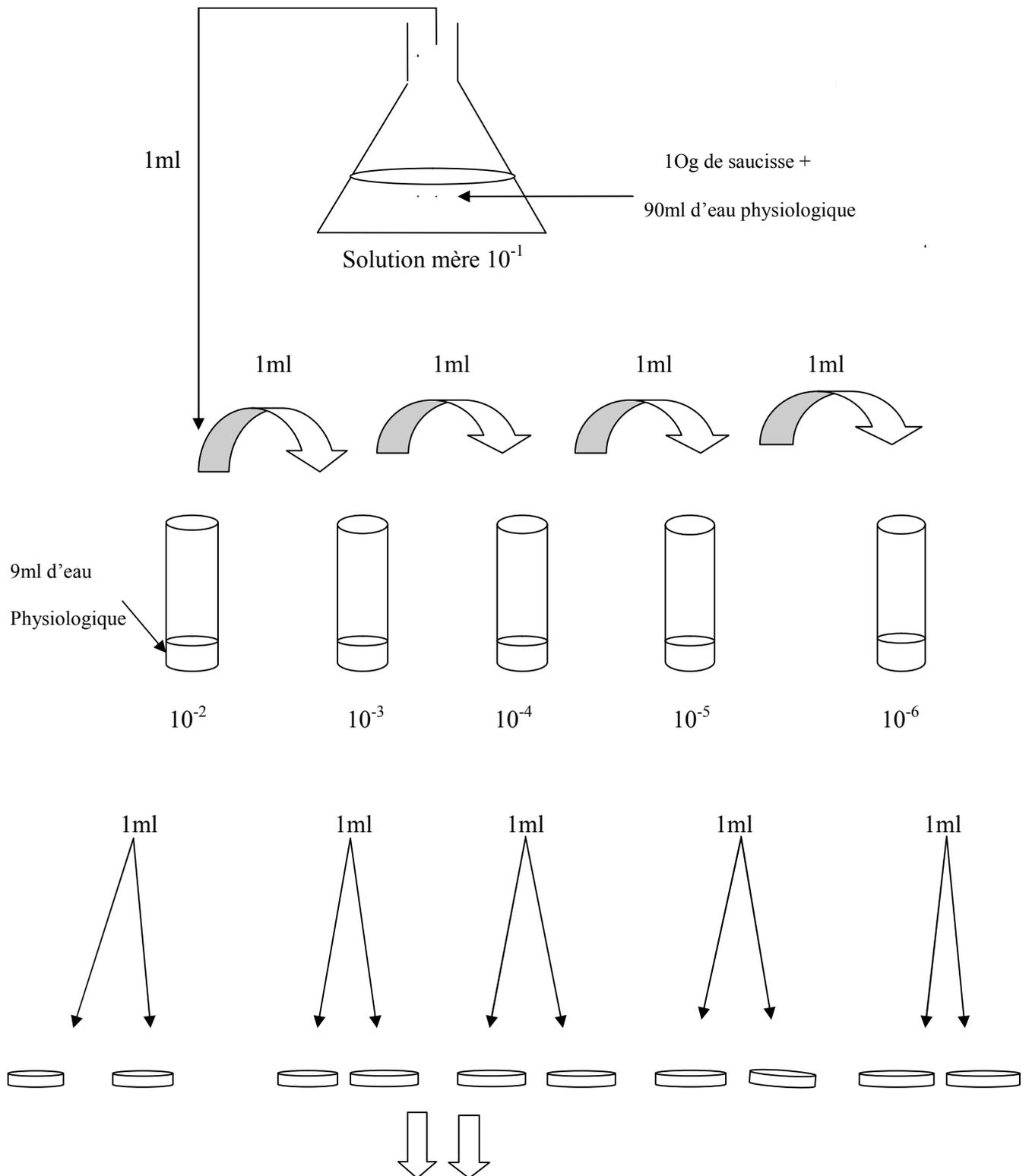


Figure n°18 : flore Psychrotrophe (Photos originales).



Figure n°19: flore mésophile aérobie totale
(Photos originales).



Incubation des boîtes de pétri à 30°C pendant 72h pour la FMAT, à 7°C pendant 10jours pour la flore Psychrotrophe.

Figure n° 20 : schéma illustrant les différentes étapes d'analyse Bactériologique.

II-2. Analyse physicochimique

L'analyse physicochimique réalisée sur la saucisse comporte deux tests, la mesure du pH ainsi que Le taux d'oxydation.

II-2-1. Mesure du pH

La mesure du pH est d'une importance capitale dans le secteur agro-alimentaire. Elle sert au contrôle du processus de fabrication (fermentation, hydrolyse,...) mais aussi à garantir la qualité de certains produits finis tant d'un point de vue microbiologique qu'organoleptique (acidification).

La mesure du pH est basée sur la détermination de la quantité des ions hydronium (H⁺) dans une solution.

- Mode opératoire

3 g d'échantillon (saucisse) sont mélangés à 27 ml d'eau distillée, agité par la suite pendant 30 mn avec un agitateur magnétique.

Une fois le produit est agité et filtré, trois mesures sont prises à l'aide d'un pH-mètre, en plongeant l'électrode dans la solution, le taux de pH est alors affiché sur l'appareil, il est noté.

II-2-2. Évaluation de l'activité antioxydante

II-2-2-1. Méthode de sr-TBA

La peroxydation des lipides est l'oxydation des lipides insaturés, catalysée par l'enzyme peroxydase. C'est l'une des principales réactions chimiques de dégradation des aliments. Elle peut être déterminée à partir de l'indice TBARS : Thiobarbituric acid reactive spices (les espèces réactives avec le TBA).

La méthode à l'acide thiobarbiturique est la méthode la plus couramment utilisée pour le dosage des composés secondaires de l'oxydation des lipides dans les produits d'origine animale. La méthode utilisée est celle mise au point et modifiée par (DJENANE et al ; 2011d).

Les produits secondaires de l'oxydation des lipides les plus couramment dosés sont les aldéhydes. L'acide thiobarbiturique (TBA) 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. Il réagit également avec d'autres aldéhydes résultant de l'oxydation des AGPI à longue chaîne. La concentration en substances réactives 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 trichloracétique (TCA). Les résultats sont exprimés en valeur de TBA calculée à partir des valeurs de l'absorbance relative de chaque échantillon contre celle de l'échantillon de contrôle sur un jour. L'eau distillée est utilisée comme un blanc dans le spectromètre. Les valeurs supérieures de TBA indiquent une plus grande accumulation de sr-TBA à la suite de l'augmentation de l'oxydation des lipides dans le produit analysé.

II-2-2-2.La courbe d'étalonnage de MDA

La courbe d'étalonnage représentée dans la figure n°21 est une courbe obtenue par DJENAN *et al.*

Tableau n°04 : Détermination des différentes concentrations du MDA

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

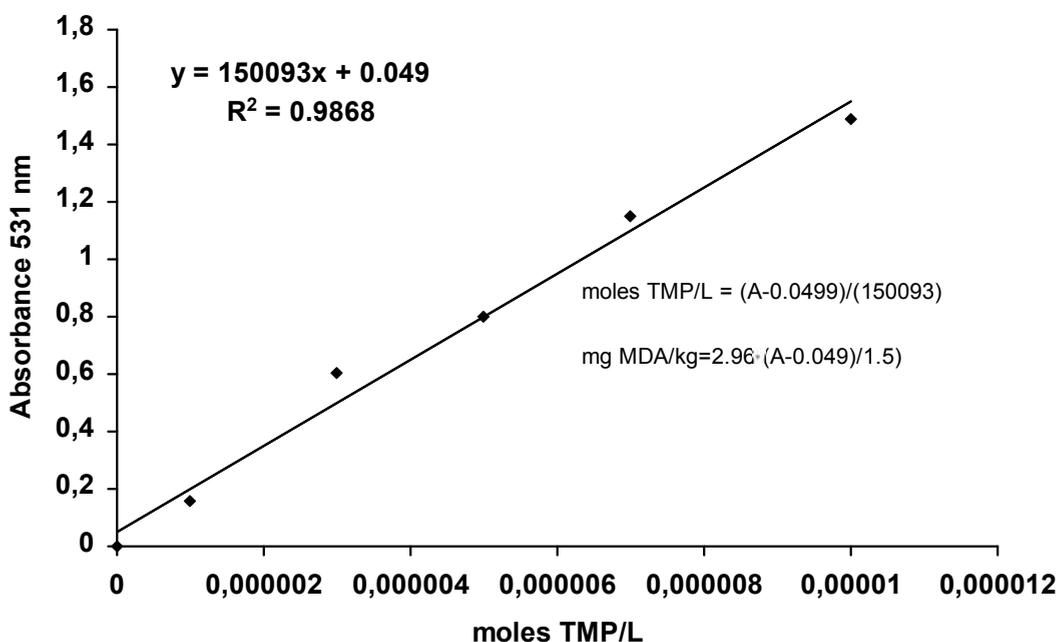


Figure n°21 : La courbe d'étalonnage de MDA.

- Le mode opératoire

L'évaluation du taux d'oxydation se fait chaque deux jours pendant huit (08) jours de conservation (0, 3, 5 et le 8^{ème} jour).

A partir de chaque concentration de l'huile essentielle utilisée un échantillon de 10g de saucisse a été préparé.

Les différentes étapes de la mise en œuvre du test de sr-TBA sont résumées dans la figure n°22 ci-dessous.

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 :

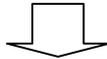
$$\text{L'équivalent de MDA (mg d'MDA/Kg de viande)} = 2,96 \times (\text{Absorbance} - 0,049) / 1,5$$

10g de saucisse broyée + 20 ml de l'acide trichloroacétique TCA (10%)

« Le TCA permet l'extraction du MDA du produit oxydé »

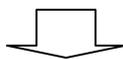


Centrifugation (4000 tr pendant 30mn à 5°C)



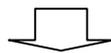
Filtration et récupération du surnageant

« Le surnageant renferme le MDA extrait »



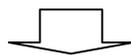
2 ml de surnageant + 2 ml de la solution de TBA à 20 mM

« Une molécule du MDA réagit avec deux molécule du TBA »



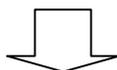
Chauffage à 97°C pendant 20m

« La réaction du TBA avec le MDA se fait en milieu acide à chaud »



Refroidissement à l'eau de robinet

« Arrêt de la réaction »



Trois mesures d'absorbance à 532 nm

Figure n°22 : schéma de procédure de mise en œuvre du test de sr-TBA.

II-3. Analyse sensorielle

L'analyse sensorielle est une technique plutôt récente mais cantonnée le plus souvent dans le domaine agro-alimentaire, se développe de manière croissante dans bien d'autres domaines, grâce notamment à la promesse qu'elle porte en elle de fournir des éléments factuels sur la qualité des produits et leur appréciation par le consommateur.

Elle consiste à analyser les propriétés organoleptiques des produits par les organes des sens, à savoir la vue, l'ouïe, le goût, l'odorat et le toucher. Il s'agit donc d'utiliser en quelque sorte l'être humain comme instrument de mesure en mettant à profit ses capacités olfactives, gustatives, visuelles, auditives et tactiles pour caractériser et évaluer des produits, notamment dans les domaines où les sens apportent une certaine valeur ajoutée par rapport aux mesures physico-chimiques usuelles.

Selon les cas, l'analyse sensorielle peut être menée par des experts et/ou des consommateurs (tests naïfs).

Trois volumes différents de l'huile essentielle de *géranium* ont été introduits pendant la préparation de la saucisse, pour 600g de viande :

- Echantillon n°01 : 20ul;
- Echantillon n°02 : 40ul ;
- Echantillon n°03 : 60ul.

Pour ce qui concerne cette analyse, elle a été effectuée pendant la durée de conservation de la saucisse à l'aide d'un panel composé de dix (10) personnes de différentes disciplines: des étudiants, des membres de la famille et des amis tous âgés de 20 à 45 ans de sexe différent.

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

Les critères attribués pour le goût sont :

-  Très mauvais ;
-  Mauvais ;
-  Ni bon ni mauvais ;
-  Bon ;
-  Très bon.

Les critères attribués pour la couleur sont :

- ✚ Rose ;
- ✚ Rouge ;
- ✚ Marron.

Les critères attribués pour l'odeur avant et après cuisson sont :

- ✚ Mauvaise ;
- ✚ Bonne ;
- ✚ très bonne.

III-Milieu de culture solution et appareillage

La gélose glucosée à l'extrait de levure, appelée par les Anglo-Saxons "Plate Count Agar" ou PCA, est utilisée en bactériologie alimentaire pour le dénombrement des bactéries aérobies Psychrotrophes, mésophiles dans le lait, les viandes, les produits à base de viande, les autres produits alimentaires, ainsi que pour l'analyse des produits pharmaceutiques, des produits cosmétiques et de leurs matières premières. La transparence du milieu et la taille satisfaisante des colonies obtenues permettaient de faciliter les comptages.

III-1.Solution et réactif

- L'eau physiologique : elle est utilisée pour la préparation de la solution mère et des dilutions décimales, elle a été préparée au laboratoire commun du Département d'Agronomie en utilisant de l'eau distillée achetée.

La préparation de l'eau physiologique s'est faite comme suit :

- ✚ mélanger 9g de sel de table avec 1000ml d'eau distillée ;
 - ✚ mettre 90ml de cette préparation dans des flacons (solution mère), et 9ml dans des tubes à essai (dilution décimales) ;
 - ✚ stérilisation à l'aide d'un autoclave à 120°C pendant 15mn.
- l'acide trichloroacétique TCA (10%) ;
 - l'acide thiobarbiturique (TBA).

III-2.Appareillage

Il s'agit du matériel classique de laboratoire :

- matériel de stérilisation : Autoclave (figure23 -e) et four Pasteur ;
- matériel d'incubation: étuves à 30°C (figure23 -b) ;
- centrifugeuse (figure23 -j) ;
- bain-marie (figure23 -f) ;
- balance analytique (figure23 -i) ;
- balance de précision (figure23 -d) ;
- agitateur (figure23 -g) ;
- pH mètre (figure23 -c) ;
- Spectrophotomètre (figure23 -h) ;
- bec benzène (figure 23-k).

III-3.Verreries (figure23 -a)

- capsules en verre ;
- pipettes graduées ;
- bechers et fioles ;
- erlenmayer ;
- entonnoir.
- Boites de petri stérile ;
- Tubes à essai stériles ;
- Flacons en verre stériles ;
- Pipettes Pasteur.

III-4.Autre

- Ciseau, couteau, pince, spatule, papier aluminium, papier filtre, film transparent, pipeteur manuel,



a)Verreries



b) Etuve



c) pH mètre



d) Balance de précision



e) Autoclave



f) Bain marie



g) Agitateur



h) Spectrophotomètre



i) Balance analytique

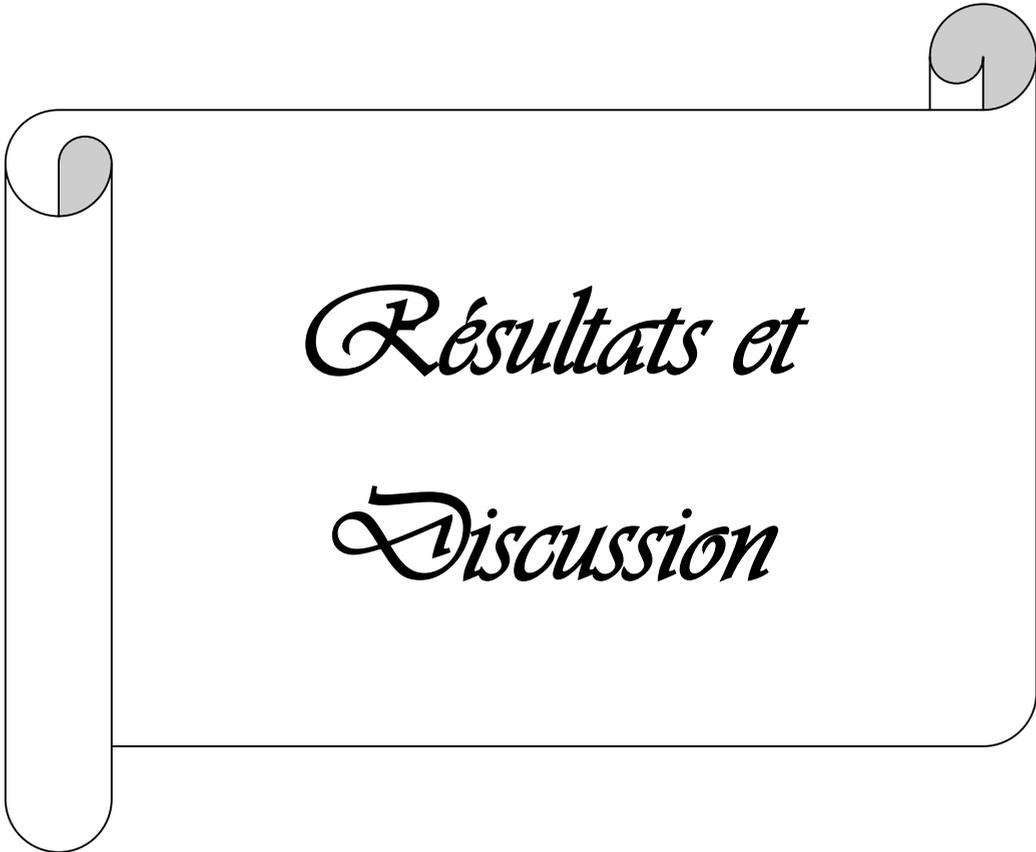


j) Centrifugeuse



k) bec benzène

Figure n°23 : Matériel du laboratoire (Photos originales).



*Résultats et
Discussion*

I. Analyse physico-chimique

I-1. Potentiel d'hydrogène (pH)

Le potentiel d'hydrogène (pH), permet de définir l'acidité ou la basicité d'un aliment ou d'une solution.

Pour la viande, la valeur du pH est importante parce qu'elle influence de façon déterminante les facteurs de qualité. À partir de la valeur du pH, on peut se prononcer sur la couleur, la tendreté, le goût, le pouvoir hydroabsorbant et la durée de conservation, les processus de décomposition biochimiques débutent dès l'abattage dans la viande, ils ont une influence sur la valeur du pH. Grâce à sa mesure, on obtient des informations sur la vitesse de ces processus et sur la qualité de la viande.

Les résultats du test de pH obtenus sont représentés dans la figure suivante :

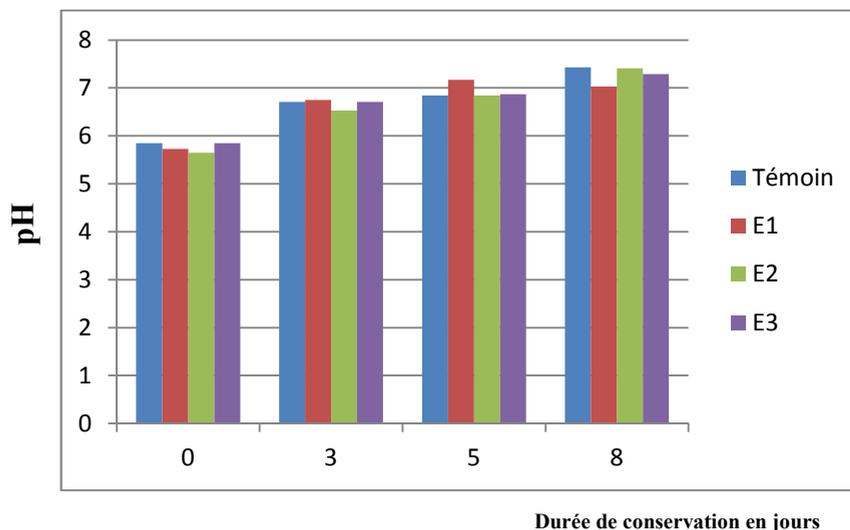


Figure n°24 : Effet de l'huile essentielle de géranium sur la variation du pH de la saucisse.

La figure n°24 met en évidence la variation du taux de pH de la saucisse pendant la durée de conservation de huit jours à une température de $4 \pm 1^\circ\text{C}$.

Le taux de pH du Témoin observé au départ est de 5,85 il augmente au fur et à mesure que la durée de conservation augmente pour atteindre une valeur de 6,71 au troisième jour de conservation, puis 6,84 au cinquième jour, et enfin la valeur de 7,43 au huitième jour de conservation.

Même après l'addition de l'huile essentielle de *géranium* cela n'as pas affecté le taux de pH en présence des trois volumes successifs (20, 40, et 60 μ l).

Les trois échantillons de saucisse traités avec l'H.E ont connu aussi la même cinétique de variation :

- Pour la saucisse à laquelle une quantité de 20 μ l d'huile a été additionnée les valeurs du pH varient entre 5,73 au départ et 7,03 au dernier jour de conservation.
- Celui traité avec 40 μ l d'huile aussi a donné des valeurs similaire elles varient entre 5,65 et 7,41 à la fin.
- Les valeurs du pH varient entre 5,85 et 7,29 pour le dernier échantillon traité avec 60 μ l.

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 $04\pm 1^{\circ}\text{C}$ (figure n°24), qu'il n y a pas de changement en comparant le témoin avec les échantillons pour lesquels des volumes croissants d'huile essentielle de *géranium* ont été rajouté.

Selon les aliments, certains facteurs comme la température de stockage ou le pH peuvent avoir une influence sur l'effet inhibiteur des H.Es et ses composants (BURT, 2004, & OUSSALAH et *al*, 2007).

Durant la conservation à $4\pm 1^{\circ}\text{C}$, les résultats montrent une interaction temps traitement sur les valeurs de pH. On observe une augmentation de pH vers des valeurs supérieures à 7 avec une valeur plus élevée pour le témoin non traité (7,43). Cette augmentation de pH se trouve liée à la multiplication des microorganismes de contamination, notamment les germes Psychrotrophes désacidifiant et aux dégradations chimiques qui en résultent. Après l'épuisement de réserve de glucose les bactéries utilisent les acides aminés libérés durant l'hydrolyse des protéines et la dégradation des acides aminés conduit à l'accumulation de l'ammoniaque induisant ainsi une augmentation des valeurs du pH (AYARI, 2007).

Après l'abattage, le muscle est le siège de phénomènes physicochimiques qui vont modifier sa structure, sa composition et ses propriétés, dont tout particulièrement ses qualités organoleptiques. Sa transformation en viande, encore appelée la maturation,

est essentiellement le résultat de la variation du pH et de la plasticité du muscle. Après une courte phase de pantelance, le muscle entre dans la phase de rigidité cadavérique. Ensuite, sous l'effet de différentes enzymes tissulaires, le muscle va se transformer en viande aux qualités organoleptiques appréciées: c'est la phase de maturation proprement dit.

Le pH musculaire, ou degré d'acidité du muscle, chute dans les 24 à 48 heures après la mort de l'animal : il passe d'une valeur proche de la neutralité, de l'ordre de 7, dans le muscle vivant, à 5,5/5,7 environ. Cette acidification provient de l'utilisation des réserves en sucre (glycogène) des cellules musculaires par voie anaérobie avec production d'acide lactique. Le métabolisme musculaire se poursuit après la mort de l'animal, mais, après la saignée, le muscle n'est plus approvisionné en oxygène. La production de l'énergie nécessaire aux contractions et à la relaxation des cellules musculaires ne peut se faire que par voie anaérobie, en dégradant le glycogène musculaire en acide lactique. Dans le même temps, l'acide lactique produit s'accumule dans le muscle, provoquant son acidification progressive. La bonne acidification du muscle est essentielle pour la qualité de la viande, d'une part, en ralentissant la multiplication des micro-organismes et favorisant la bonne conservation de la viande, d'autre part, en permettant une bonne maturation de la viande et l'acquisition des qualités organoleptiques recherchées : couleur, jutosité, flaveur et tendreté.

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.

Dans ce cycle de la viande qui aboutit à l'altération de ses éléments figurés, à la décomposition de ses constituants chimiques, les phénomènes enzymatiques jouent un grand rôle. Le pH, facteur limitant de ces réactions biochimiques, règle les changements et régit à la fois les propriétés immédiates et le comportement futur du muscle.

Le pH joue un rôle dans :

- la rigidité cadavérique ;
- l'activité des enzymes protéolytiques de la maturation ;
- la croissance des bactéries qui limitent la conservation.

Le plus souvent, on recherche un pH assez bas. Tous les facteurs qui font diminuer le taux de glycogène augmentent le pH. Un repos suffisant avant l'abattage est à conseiller. Mais pour quelques applications industrielles, un pH un peu plus élevé (6,3-6,5) est intéressant.

Selon (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.

Par ailleurs, un pH élevé entraînera également une modification de la capacité de rétention d'eau et des qualités organoleptiques.

SKANDAMIS et ses collaborateurs (2000) ont mis en évidence l'augmentation de l'activité de 11 composés aromatique à pH=6 par rapport à pH =8, par contre à pH=5,5 seules les bactéries lactiques ne sont pas inhibées. Il est établi que l'efficacité de l'huile essentielle augmente avec la diminution du pH du milieu.

D'après (le centre d'information des viandes, 2004) Un muscle qui s'acidifierait mal, dont le pH resterait supérieur ou égal à 6 après l'abattage, donnerait une viande collante et sombre, du fait d'une capacité de rétention d'eau anormalement élevée. On appelle ces viandes « viandes DFD, viandes à coupe sombre ».

Une proportion élevée de la viande (en particulier le porc, mais aussi le bœuf) ne suit pas la courbe d'évolution normale du pH après l'abattage. Il s'agit principalement des viandes PSE (pâles, molles et exsudatives). A titre d'exemple de viande PSE, prenons le cas d'une viande de porc faible, aqueuse et pâle, dont le pH le plus bas, soit 5,8 est atteint dans l'heure suivant l'abattage.

Cette viande présente normalement de piètre caractéristique de rétention d'eau. Son usage dans la préparation de la saucisse bouillie est donc restreint. Lorsqu'on la fait bouillir ou rôtir, elle perd ses jus et devient trop ferme. C'est pour cette raison que de nombreux détaillants et restaurants refusent d'acheter des viandes PSE.

Le pH idéal d'une viande se situe entre 5,4 et 5,8 seule la viande avec un pH bas convient à la préparation de la saucisse fraîche [20].

I-2.Mesure de l'activité antioxydante

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

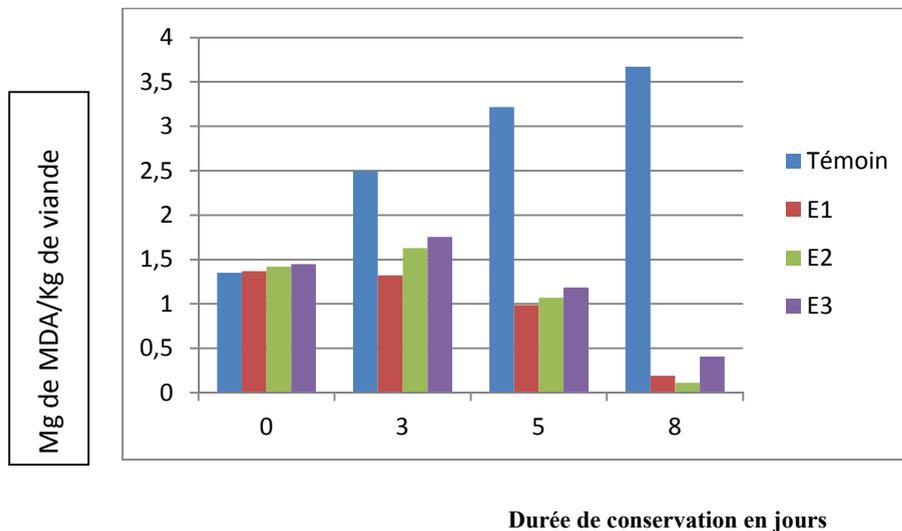


Figure n°25: Evolution des taux d'oxydation de la saucisse traitée avec l'huile essentielle de *géranium*.

Les valeurs du taux d'oxydation du témoin enregistrés sont 1,349mg/Kg ; 2,496mg/K ; 3,216mg/Kg et 3,670mg/K respectivement pendant 0, 3, 5 et 8 jours de conservation à $4\pm 1^{\circ}\text{C}$. Par comparaison des taux d'oxydation des échantillons traités à ceux du témoin, on remarque que l'huile essentielle de *géranium* a agi positivement en réduisant le taux d'oxydation de la saucisse.

Les valeurs du taux d'oxydation de l'échantillon de saucisse traité avec 60 μl d'huile sont comme suit : 1,448mg/Kg, 1,754mg/Kg et 1,185mg/Kg et 0,406mg/Kg pendant la période de conservation à $4\pm 1^{\circ}\text{C}$. La figure n°25 montre la cinétique de l'évolution du taux d'oxydation de l'huile essentielle.

La figure n°25 montre aussi l'évolution du taux d'oxydation de l'échantillon additionné de 40 μl d'huile essentielle, la même cinétique que la précédente, le taux d'oxydation a connu une légère augmentation au troisième jour de conservation, puis à partir de là une diminution de ce taux au cours de la cinquième et la huitième

journee de la conservation, les résultats obtenus sont respectivement : 1,418mg/Kg ; 1,628mg/Kg ; 1,069mg/Kg et 0,110 mg/Kg.

A 20 μ l d'huile essentielle (figure n°25) les résultats sont les suivants : 1,369mg/Kg ; 1,320mg/Kg ; 0,986mg/Kg et 0,191 mg/Kg l'huile essentielle de *géranium* semble avoir le même effet en comparant au volume de 40 μ l et 60 μ l.

En parlant de l'effet du volume de l'huile essentielle on constate que le taux d'oxydation est inversement proportionnel à la durée de conservation, plus la durée de conservation augmente, plus le taux d'oxydation diminue. L'huile essentielle de *géranium* a réduit le taux d'oxydation.

L'huile essentielle de *géranium* a eu le même effet antioxydant sur la saucisse, et cela pour les trois volumes additionnés.

Pour remédier au phénomène d'oxydation des corps gras, ses conséquences sur la santé et ses répercussions économiques ont fait l'objet de plusieurs recherches. De nombreux travaux sur l'activité antioxydante des huiles essentielles d'une grande variété de plantes aromatiques montrent que ces propriétés sont en relation avec la composition chimique. Des études ont rapporté que les activités antioxydantes des huiles essentielles sont dues à la présence de certains composés, leur concentration ainsi que les groupements hydroxyles.

- L'étude de **BOUZOUITA et al. (2008)** montre que l'activité antioxydante de l'huile essentielle de *Juniperus phoenicea* sur une huile végétale : l'huile de soja et un corps gras (le saindoux), puis une comparaison à été faite avec un antioxydant usuel le δ -tocophérol ont montré que cette huile a manifesté un effet antioxydant.
- **LAIB. (2012)** dans son étude a montré que l'huile essentielle des fleurs sèches de *Lavandula officinalis* possède une activité antioxydante et antifongique (moisissures des légumes secs).
- **FASSEAS et al (2008)** ont démontré l'activité antioxydante des huiles essentielles d'origan et de sauge, lors du stockage de la viande traitée avec ces huiles.

Des échantillons de viande hachée bovine et porcine ont été traités avec l'huile essentielle d'origan et l'huile essentielle de sauge, les échantillons stockés par la suite à 4°C dans l'état brut et cuit (à 85°C pendant 30mn), après une durée de

conservation de 12 jours, les résultats obtenus ont montré que les échantillons de viande traités avec l'huile essentielle d'origan et de sauge ont considérablement réduit l'oxydation, par ailleurs les échantillons qui ont subi un traitement thermique ont significativement affecté l'activité antioxydante.

- Les travaux de **HOHMANN et al. (1999)** sur l'effet antioxydant de trois espèces de Lamiaceae, ont montré que ces extraits d'huile essentielle ont provoqué une inhibition considérable de la peroxydation lipidique.
- L'étude d'**EL ABED et al. (2014)** porte sur la corrélation entre la concentration chimique et l'efficacité de l'huile essentielle de *Thymus capitata*. l'activité antioxydante 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 carvacole.
- **DJENANE et ses collaborateurs (2002)**, ont rapporté que les viandes traitées avec des antioxydants naturels d'origine végétale, emballées sous atmosphère modifiée (en présence de O₂, CO₂, N₂) 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 ses collaborateurs (2004)** ont confirmé la nature antioxydante des H.Es extraites d'épices et d'herbes: thym, carvi, cumin, clou de girofle, romarin, sauge.
- **D'après GHEDIRA (2006)**, Les graines de *Nigella sativa* L. (Ranunculaceae), ou nigelle cultivée, sont largement utilisées en médecine traditionnelle pour le traitement et la prévention de nombreuses maladies. Les activités biologiques des graines sont les principales dues à la thymoquinone, le composé majeur de l'huile essentielle. Différents extraits et autres constituants actifs issus de la graine, notamment l'huile essentielle et la thymoquinone, sont responsables de diverses propriétés pharmacologiques, particulièrement des activités anti-oxydantes.
- L'analyse de la composition chimique par chromatographie gazeuse-spectrométrie de masse de l'huile essentielle de *géranium rosat* a permis de classer cette huile en « chémotype citronellol cultivar Chine » reconnue pour sa richesse en citronellol, formate de citronellyle, géraniol. De part sa composition

chimique, cette huile essentielle pourrait trouver moult utilisations en thérapeutique (BOUKHATEM, 2010).

II- Analyse microbiologique

II-1. Activité antimicrobienne « in vitro » de l'huile essentielle de *géranium* sur l'évolution de la flore Psychrotrophe

La figure n°26 représente l'évolution de la croissance de la flore Psychrotrophe exprimée en \log_{10} UFC/g de produit, le témoin et les échantillons de saucisse traités avec 20, 40 et 60 μ l de l'huile essentielle de *géranium*.

Le dénombrement de la flore Psychrotrophe nous a permis de tracer l'histogramme suivant, au cinquième et huitième jour de stockage la flore était indénombrable.

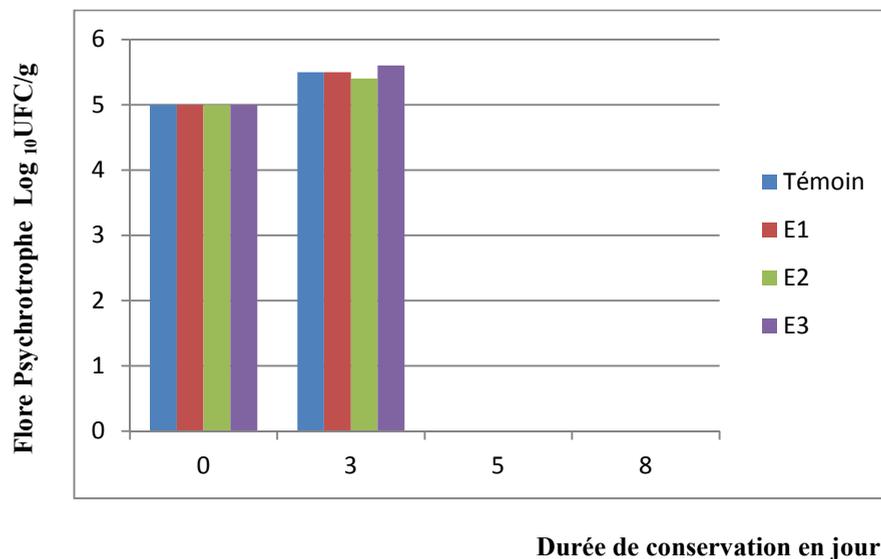


Figure n°26: Effet antimicrobien de l'huile essentielle de *géranium* sur la flore Psychrotrophe.

La figure n°26 met en évidence l'activité antimicrobienne de l'huile essentielle de *géranium* testée sur une matrice alimentaire, la saucisse, en utilisant des volumes croissants, les prélèvements stockés au réfrigérateur à $04 \pm 1^\circ\text{C}$ pendant une durée de conservation de 8 jours.

Le dénombrement de la flore Psychrotrophe montre que la charge bactérienne initiale dans les prélèvements de saucisse était de $5 \log_{10}$ UFC/g pour le

témoin ainsi que les trois prélèvements traités avec l'huile essentielle de *géranium*. (La figure n°26).

Pour ce qui concerne le témoin, cette charge n'a pas cessé d'augmenter pendant toute la durée de conservation.

L'effet antimicrobien de l'huile essentielle de *géranium* appliquée à la saucisse avec un volume de 20, 40 et 60µl n'a pas été apparent pendant toute la durée de stockage.

D'après les résultats présentés dans la figure n°26 la flore Psychrotrophe a montré une résistance vis-à-vis de l'huile essentielle de *géranium*.

L'utilisation de la réfrigération pour assurer la conservation de la saucisse et préserver sa qualité organoleptique n'a pas malheureusement empêché l'émergence de flores microbiennes Psychrotrophes malgré cela qui continue à coloniser toujours le substrat. Les bactéries Psychrotrophes sont les agents de nombreux types d'altérations des denrées réfrigérées. Certaines, en particulier *Listeria monocytogenes* constituent des menaces pour la santé publique. Le processus de transformation des animaux vivants en viande, entraîne inévitablement une contamination microbienne de surface des carcasses. La plupart des micro-organismes transférés aux carcasses pendant le processus d'abattage sont des agents pathogènes. Au nombre de ceux-ci, on peut citer : *Escherichia coli* ; staphylocoque ... etc. Ces agents pathogènes de la viande font l'actualité sur le plan de la sécurité alimentaire dans presque tous les pays du monde. Les risques associés à leur consommation sont cependant différents en raison des différences culturelles dans la consommation alimentaire et dans les habitudes des conditions de traitement.

L'huile essentielle de *géranium* additionnée n'a pas aussi empêché le développement des bactéries Psychrotrophes.

II-2. Activité antimicrobienne « in vitro » de l'huile essentielle de *géranium* sur l'évolution de la flore aérobie mésophile totale

La figure n°27 représente l'évolution de la croissance de la flore mésophile aérobie totale exprimée en \log_{10} UFC/g de produit, le témoin et les échantillons de saucisse traités avec 20, 40 et 60 μ l de l'huile essentielle de *géranium*.

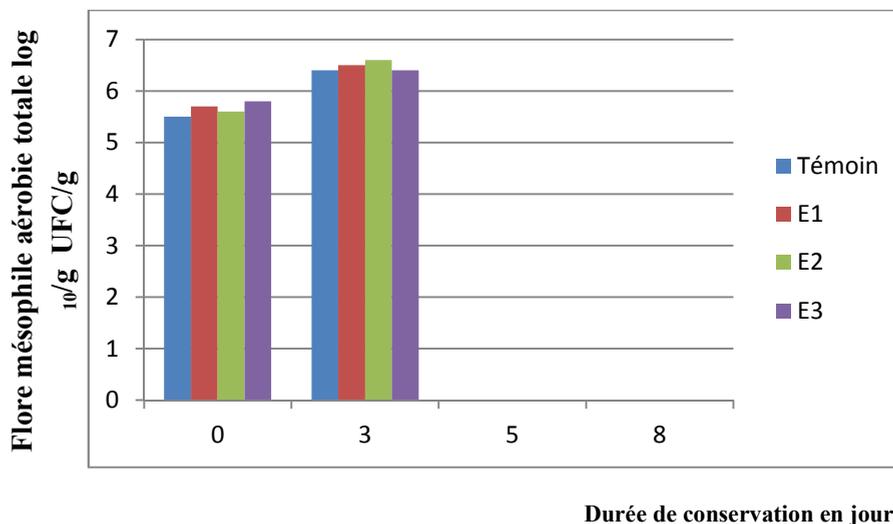


Figure n°27 : Effet antimicrobien de l'huile essentielle de *géranium* sur la flore mésophile aérobie totale.

La figure n°27 montre l'évolution de la charge microbienne (FMAT) dans la saucisse non traitée et celle traitée avec l'huile essentielle de *géranium*, à des volumes croissants en fonction du temps (la durée de conservation).

Pour la saucisse non traitée, la charge microbienne a augmenté depuis sa préparation jusqu'au huitième jour de conservation.

L'addition de 20 μ l d'huile essentielle à la préparation de saucisse n'as pas donné des résultats appréciables, car ces derniers sont proches de ceux du témoin, la cinétique d'évolution été semblable.

Même l'augmentation du volume d'huile jusqu'à 40 μ l, la charge microbienne à connue une hausse du début jusqu'au dernier jour de conservation.

Concernant le volume 60 μ l d'huile essentielle de *géranium*, on a observé la même cinétique d'évolution de la charge microbienne jusqu'au huitième jour de stockage.

Il faut souligner qu'une huile essentielle testée expérimentalement « in vitro » peut ne pas présenter le même effet dans un produit alimentaire. Selon **BURT, (2004)** pour obtenir un effet antimicrobien significatif dans une matrice alimentaire, il faut des concentrations plus élevées de l'ordre de (5-20µl/g).

- **OUSSALAH et al, (2007)**. ont rapporté que la différence dans les activités antibactériennes des huiles essentielles peut être liée à la concentration, à la nature et le contenu, aux groupements fonctionnels, à la configuration des composés et leur interaction synergique possible.
- La disponibilité d'éléments nutritifs dans les aliments comme les graisse, protéine, substances antioxydantes, le sel, ainsi que, le pH, la température, le type de conditionnement, et les caractéristiques du microorganisme, peuvent influencer sur l'activité des huiles essentielles.
- **BURT (2004)** a constaté qu'une teneur élevée en graisse peut réduire sensiblement l'action des huiles essentielles dans les produits carnés. Par formation d'une couche protectrice de graisse autour des bactéries ou bien la fraction lipidique dans l'aliment peut absorber l'agent antimicrobien en diminuant sa concentration et son efficacité.
- Selon **MEJELHOLM & DALGAARD, (2002)** l'huile essentielle d'origan à 0,5 µl/g est plus efficace contre la bactérie de détérioration *photobactérium phosphoreum* sur les filets de morue que sur le saumon qui est un poisson gras. En revanche les huiles essentielles de moutarde, de coriandre, de menthe et de la sauge sont moins efficaces ou inefficaces dans des produits carnés à un niveau élevé en matière grasse (TASSOU et al., 1995).
- **MOTLAGH et al., (1991)** plusieurs microorganismes Psychrotrophes pathogènes (*Yersnia enterolitica*, *Aeromonas hydrphila*, *Salmonella* et *E.coli*) et les germes d'altération Gram(-) constituent un problème particulier pour leur résistance inhérente à la majorité des agents antimicrobiens. Cette résistance est attribuée à la présence des polysaccharides constituant de la membrane cellulaire, agissant comme une barrière efficace contre les macromolécules et des substances hydrophobes.
- Certaines études ont démontré avec succès les applications potentielles des huiles essentielles afin de réduire ou de contrôler la flore pathogène dans les produits alimentaires. Les H.Es les mieux adaptées pour l'application sur de

la viande et les produits carnés sont l'eugénol, la coriandre, clou de girofle, l'origan et le thym.

- L'activité des huiles essentielles de *Rosmarinus officinalis* sur trois souches bactériennes pathogènes (*Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Acinetobacter* sp.) par la technique d'aromatogramme montre que le pouvoir antimicrobien de ces huiles est très important et se caractérise par une action bactéricide contre les germes suscités (BOUTABIA *et al.*, 2016).
- **CONNER, (1993)** a montré que les H.Es de clou de girofle, thym, origan, piment et du romarin révèlent une forte capacité inhibitrice contre divers microorganismes pathogènes et d'altération dans différents aliments.
- Selon **KALEBRA *et al.* (2013)**, *Staphylococcus aureus* est résistante à l'huile essentielle de *géranium rosat* (*Pelargonium graveolens*). Alors que **NABHI, 2014** a trouvé que l'huile essentielle de *Pelargonium graveolens*, a un effet inhibiteur important sur la même espèce (*Staphylococcus aureus*). Résultats qui concordent avec les travaux de **GHANNADI *et al.* (2012)**, Alors que selon Haddouchi *et al.* (2009), cet effet est moins important pour l'huile essentielle de *Thymu fontanesii*.
- **OUSSALAH *et al.* en 2007**, indiquent que chaque espèce microbienne réagit de façon particulière aux différents huiles essentielles, et certaines huiles ont des effets inhibiteurs spécifiques d'une bactérie.
- Selon **GHANNADI *et al.* 2012 & NABHI, 2014** l'huile essentielle de *géranium rosat* inhibe faiblement la croissance d'*Escherichia coli*, son effet est moins important. Cette souche d'après **HADOUCHI *et al.*, 2009** est résistante aussi à l'huile essentielle de *Thymus fontanesii*.
- L'effet antibactérien a été déterminé par la méthode de diffusion sur gélose Muller-Hinton pour les bactéries *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* et *Pseudomonas aeruginosa*. Les résultats mettent en évidence que l'huile essentielle a manifesté une activité vis-à-vis *E.coli* et *S.aureus*.(ER-ROUISSI *et al.*,2014).
- Des extraits de feuilles d'olivier de la variété «*azerradj*» sont préparés et l'effet antimicrobien de ces composés est déterminé par la méthode de diffusion sur gélose vis-à-vis de trois souches bactériennes: *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*), *Salmonella enterica* sérotype Enteritidis (*S. Enteritidis*) et *Pseudomonas aeruginosa* (*P. aeruginosa*). Ces composés se sont révélés

très actifs contre l'ensemble des bactéries testées. Les mêmes extraits sont additionnés à des escalopes fraîches de dinde qui sont expérimentalement inoculées avec les mêmes bactéries cibles à une charge initiale de 2×10^5 ufc/g. Tous les échantillons de viande sont stockés à l'air libre à 8 ± 2 °C pendant 7 jours en simulant les conditions pratiques réelles en Algérie. Les résultats obtenus ont montré que les extraits de feuilles d'olivier appliqués sur la viande ont exercé une remarquable activité antimicrobienne durant toute la phase de stockage du produit (DJENANE et al., 2011).

- Des études in vitro ont démontré une activité antibactérienne d'huiles essentielles contre *Listeria monocytogenes*, *Salmonella typhimurium*, *Escherichia coli*, *Shigella dysenteria*, *Bacillus cereus* et *Staphylococcus aureus* à des concentrations comprises entre 0,2 et 10 µl/ml. Les organismes Gram négatifs sont légèrement moins susceptibles que les bactéries gram-positives. Un certain nombre de composants des huiles essentielles ont été identifiés comme des antibactériens efficaces, par exemple le carvacrol, le thymol, l'eugénol, le perillaldéhyde, le cinnamaldehyde et l'acide cinnamique, ayant des concentrations inhibitrices minimales (CMI) de 0,05 à 5 µl/ml in vitro. Une concentration plus élevée est nécessaire pour obtenir le même effet dans les aliments. Les études avec de la viande fraîche, des produits à base de viande, du poisson, du lait, des produits laitiers, des légumes, des fruits et du riz cuit ont montré que la concentration nécessaire pour obtenir un effet antibactérien important est d'environ 0,5-20 µl/g dans les aliments et d'environ 0,1 à 10 µl/ml dans des solutions pour le lavage des fruits et légumes. Les huiles essentielles comprennent un grand nombre de composants et il est probable que leur mode d'action implique plusieurs cibles dans la cellule bactérienne. L'hydrophobicité des huiles essentielles leur permet de répartir les lipides de la membrane cellulaire et des mitochondries, ce qui les rend perméables et entraîne une fuite du contenu cellulaire. Les conditions physiques qui améliorent l'action des H.Es sont le faible pH, la basse température et les faibles niveaux d'oxygène. Une synergie a été observée entre le carvacrol et son précurseur *p*-cymène et entre le cinnamaldehyde et l'eugénol. Certains composants H.Es sont des arômes légaux enregistrés dans l'UE et aux États-Unis. Les effets organoleptiques indésirables peuvent être limités par une sélection minutieuse des H.Es selon le type de nourriture (BURT, 2004).

- L'addition d'une bactériocine (la nisin) à l'huile essentielle de thym, dans la viande hachée conservée à 4°C a permis d'inhiber le développement de *L.monocytogène* et *E.coli* (SOLOMAKOS et al, 2008).
- LIN et ses collaborateurs (2004) ont réalisé une étude sur *L.monocytogène* dans la viande et le poisson en utilisant un mélange (deux H.Es + l'acide lactique), ils ont testé les deux huiles séparément, puis le mélange. Après deux jours d'entreposage à 4°C, ils ont constaté un effet bactéricide pour le mélange, alors que les deux H.Es testées séparément manifestent une très faible activité.
- La sensibilité des micro-organismes dépend des propriétés de l'huile essentielle et le micro-organisme lui-même. Il est bien connu que les bactéries Gram (+) sont plus sensible aux H.Es que les bactéries Gram(), plusieurs études confirment ce phénomène.

La grande résistance des bactéries Gram() aux H.Es est liée en partie à la complexité de l'enveloppe cellulaire de ces micro-organismes qui contient une double membrane, contrairement à la structure membranaire simple des bactéries Gram(+). (HELLAL, 2011).

- L'incorporation des huiles essentielles directement dans les aliments (viandes hachées, légumes hachés, purées de fruit, yaourts...) ou l'application par vaporisation en surface de l'aliment (pièce de viande, charcuterie, poulet, fruits et légumes entiers...) contribuent à contrôler la flore microbienne et à préserver l'aliment des phénomènes d'oxydation. Par exemple, nos études ont montré que l'incorporation d'huile essentielle dans du bœuf haché a contribué au maintien de la qualité microbiologique et à la qualité microbiologique et à la réduction de l'oxydation des gras au-delà de sa durée normale d'entreposage (CAILLET & LACROIX, 2007).
- D'autres facteurs influencent les propriétés antimicrobiennes des huiles. Selon les aliments, certains facteurs comme la température, les conditions de stockage, le pH ou la composition de l'aliment, peuvent avoir une influence sur l'action des huiles. Il est établi que l'efficacité de l'huile augmente avec la diminution du pH de l'aliment, de la température de stockage ou encore de la quantité d'oxygène dans l'emballage. Cela est d'autant plus intéressant que

les quantités d'huiles nécessaires pour le contrôle de la croissance bactérienne dans les aliments conservés à basse température pourraient être réduites. Il est également prouvé qu'une même huile sera plus efficace dans un aliment pauvre en gras et/ou en protéines. Les fortes teneurs en eau et en sels d'un aliment vont aussi favoriser l'action de l'huile essentielle, alors qu'une structure gélatineuse va au contraire la limiter (CAILLET & LACROIX, 2007).

III. Analyse sensorielle

Selon COURCOUX *et al.*, 2002 l'analyse sensorielle connaît de plus en plus un essor dans le domaine agroalimentaire, c'est un facteur important dans l'évaluation et l'amélioration des produits alimentaires, sa mise en pratique est primordiale pour satisfaire les besoins des consommateurs.

Afin de trouver un compromis entre les huiles essentielles utilisées comme agents antimicrobien, antioxydant et les propriétés sensorielles de la saucisse traitée, des tests de dégustation ont été effectués sur la saucisse.

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.

Différentes quantités d'huiles essentielles allant de 20, 40, et 60ul ont été soigneusement appliquées à une masse de 600 g de préparation pour saucisse.

Les résultats obtenus avec les différentes proportions d'huile essentielle sont indiqués dans les tableaux suivants.

Tableau 05 : Résultats du test de dégustation pour évaluer le goût.

Durée de conservation	Echantillon	Appréciation du critère goût				
		Très mauvais	Mauvais	Ni bon ni mauvais	Bon	Très bon
Jour 0	Témoin					10
	E n°01			02	08	
	E n°02			10		
	E n°03		07	03		
Jour 3	Témoin	03	07			
	E n°01	01	09			
	E n°02		10			
	E n°03	10				

Les résultats de l'analyse sensorielle pour l'estimation du critère goût obtenus sont représentés dans le tableau 05

✓ au jour 0, qui correspond au premier jour de la préparation de la saucisse :

- Pour le témoin 100% ont trouvé que le goût de la saucisse été très bon ;
- En°01 :80% disent que l'échantillon 01 est bon et 20% ni bon ni mauvais ;
- En°02 :100% trouve l'échantillon 02 ni bon ni mauvais ;
- En°03 :L'échantillon 03, 70% disent mauvais et 30% disent ni bon ni mauvais ;

Après le troisième jour de conservation le témoin commence à se détérioré ainsi que son goût, 70% des dégustateurs l'ont jugé mauvais et 30% très mauvais, sachant que le taux de pH à ce jour été de 6,71 et un pH élevé, supérieur à 6, favorise le développement des micro-organismes altérants, responsables d'une altération du goût et de l'odeur de la viande, mais aussi des micro-organismes pathogènes. La réglementaire algérienne est stricte en disant que les "Merguez" préparées, doivent être livrées au consommateur dans la même journée. Passé ce délai, ces denrées sont retirées de la consommation humaine.

Par contre la saucisse traitée avec l'huile essentielle de *géranium* au troisième jour de conservation n'été pas altéré, mais ceux qui l'ont dégusté non pas apprécié son goût masqué par l'huile essentielle de *géranium*:

- ✓ L'échantillon 01, 90% disent mauvais et 10% très mauvais ;
- ✓ 100% trouve l'échantillon 02 mauvais ;
- ✓ Pour l'échantillon 03 l'ensemble des dégustateurs l'ont jugé très mauvais.

Pour le goût de la saucisse témoin selon les dégustateurs elle été moyennement salée, légèrement piquant résultant des épices qui ont été rajoutés pendant sa préparation, ainsi que l'ail et le poireau. Un goût et une odeur caractéristique et typique de la saucisse, et cela le premier jour de sa préparation.

Tant disque le goût des échantillons de saucisse traités par l'huile essentielle de *géranium* avec des volumes 40ul et 60ul ont perdus le goût habituel de la saucisse pour prendre celui de l'huile essentielle, la perception de ce goût modifié augmente avec le volume de l'huile additionnée. L'huile essentielle été plus forte que les épices et l'ail.

Tableau 06 : Résultats du test pour l'odorat.

Durée de conservation	Echantillon	Appréciation de l'odeur		
		Mauvaise	Bonne	Très bonne
J0	Témoin			10
	En°01		08	02
	En°02		09	01
	En°03		04	06
J3	Témoin	10		
	En°01	10		
	En°02	10		
	En°03	10		
J5	Témoin	10		
	En°01	10		

	En°02	10		
	En°03	10		
J8	Témoin	10		
	En°01	10		
	En°02	10		
	En°03	10		

Pour ce qui est de l'appréciation de l'odeur par les dégustateurs :

- ✓ Au premier jour de conservation
 - Pour le témoin : la totalité des membres du jury ont trouvé l'odeur très bonne ;
 - En°01 : 80% l'ont jugé bonne et 20% très bonne ;
 - En°02 : 90% l'ont jugé bonne et 10% bonne ;
 - En°03 : 60% l'ont jugé très bonne et 40% bonne.
- ✓ A partir du troisième jour de conservation et jusqu'au dernier jour de conservation l'ensemble des dégustateurs ont jugé que l'odeur de la saucisse était mauvaise. Cela est dû probablement à l'odeur de putréfaction suite à la détérioration de la saucisse, mélangé à l'odeur de l'huile essentielle de *géranium*.

De la saucisse traitée avec les mêmes quantités d'huile essentielles employées pour l'appréciation du goût, les résultats obtenus sont variables selon la quantité d'huile utilisée. Cependant, il ressort du tableau 06 que la proportion de 04µl/100g de viande conférant une bonne saveur à la viande n'affecte pas l'odeur de la saucisse traitée. Ceci laisse suggérer qu'à cette proportion la saucisse traitée acquiert une bonne saveur, donc une qualité organoleptique acceptable.

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 ± 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).

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).

L'odeur des merguez doit rappeler celle des condiments employés à leur fabrication.

Tableau 07: Résultats du test de dégustation pour évaluer la couleur.

Durée de conservation	Echantillon	Appréciations de la couleur		
		Rose	Rouge	Marron
J0	Témoin		10	
	E n°01		10	
	E n°02		10	
	E n°03		10	
J3	Témoin	02	08	
	E n°01	03	07	
	E n°02	06	04	
	E n°03	09	01	
J5	Témoin	02		08
	E n°01	05		05

	E n°02	03		07
	E n°03	04		06
J8	Témoin			10
	E n°01			10
	E n°02			10
	E n°03			10

Le tableau 07 ci-dessus récapitule les résultats de l'appréciation de la couleur de la saucisse par les dégustateurs tout au long de la durée de conservation.

- ✓ Au premier jour de sa préparation les dégustateurs avaient une bonne impression donc 100% ont attribué la couleur rouge vif au témoin ainsi qu'aux échantillons traités avec l'huile essentielle. La couleur rouge de la saucisse est conférée par la couleur de la viande fraîche utilisée ainsi que le colorant alimentaire ajouté pendant sa préparation.
- ✓ Au troisième jour de conservation, 80% trouvent toujours la saucisse témoin rouge tandis que 20% l'ont trouvée un peu claire (rose).

Pour la saucisse traitée avec l'huile essentielle :

- E n°01 : 70% ont opté la couleur rouge et 30% pour le rose ;
 - E n°02 : 60% ont choisi la couleur rose et 40% le rouge ;
 - E n°03 : 90% ont attribué la couleur claire et 10% rouge.
- ✓ Après cinq jours de conservation la couleur de la saucisse commence à virer vers la couleur sombre :
 - Le témoin : 80% du panel ont donné la couleur marron à la saucisse et 20% la couleur rose ;
 - E n°01 : le panel s'est divisé en deux parties égales le même pourcentage a été attribué au marron et le rose ;
 - E n°02 : 70% ont dit marron et 30% rose ;
 - E n°03 : 60% l'ont trouvée marron et 40% rose.
 - ✓ Au dernier jour de conservation la couleur de la saucisse s'est assombrie, 100% des dégustateurs lui ont attribué la couleur marron.

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 pour prendre une coloration sombre. Plus la viande est exposé à l'air et à la lumière plus cela influence sa qualité organoleptique.

Plus la viande est décolorée plus nous percevons une odeur anormale dûe à un développement microbien responsable du dégagement de molécules odorantes renseignant sur le degré de contamination de la viande par les micro-organismes.

La viande avariée a souvent une texture légèrement visqueuse, signe que les bactéries ont commencé à se multiplier sur sa surface.

La couleur de certaines saucisses crues auxquelles on n'ajoute ni nitrate, ni colorant est liée à la couleur de la viande, elle-même liée à l'état chimique de la myoglobine (DURAND, 1999).

Une faible quantité de colorant rouge communiquera une couleur orangée qui virera au rouge-orangé par l'augmentation de la quantité utilisée. Certaines merguez ont parfois la réputation d'être échauffants ; ce fait tient essentiellement à la qualité des produits mis en œuvre et aux quantités d'épices utilisées (TREMOLIERES et al, 1984).

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 déroule à la température de la cuisson et qui aboutissent à la formation de pigments bruns (CHEFTEL J.C& CHEFTEL H, 1977).

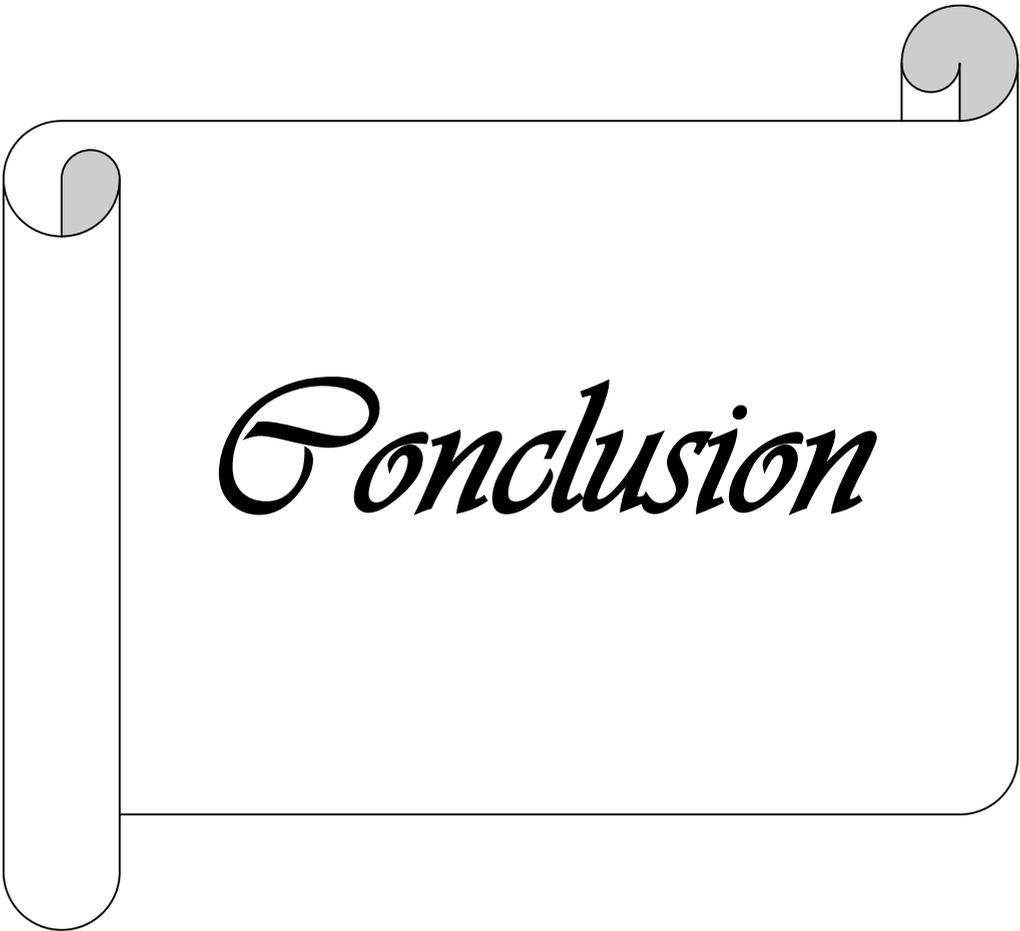
La composition en fibres des muscles influence la couleur de la viande via la quantité et l'état chimique de la myoglobine. La forte teneur en myoglobine se traduit par une liaison positive entre la proportion de ces fibres et l'intensité de couleur rouge. Au cours de la conservation, la myoglobine peut 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 metmyoglobine avec pour conséquence l'apparition d'une couleur brunâtre, un défaut plus prononcé dans l'espèce bovine (LISTRAT, 2015).

Concernant la texture de la saucisse jusqu'aux cinquièmes jours de conservation les échantillons traités avec de l'huile essentielle de *géranium* ont montré une certaine fermeté et tendreté, et ils ne s'effritent pas, cela peut être expliqué respectivement par :

- l'effet du traitement thermique sur les protéines de la viande (CHEFTEL et al, 1977) d'une part et l'effet gélifiant du blanc d'œuf d'autre part (DURAND, 1999) ;
- la tendreté de la viande hachée ;
- l'utilisation du boyau qui permet la mise en forme de certains produits de charcuterie crus (JUILLARD, 1999) et au bon pouvoir émulsifiant des œufs utilisés (DURAND, 1999).

Pour la flaveur de la saucisse, elle est donnée par les composés non volatils du goût de la saucisse et les composés volatils de l'odeur. Elle se développe essentiellement au cours de la cuisson (VIERLING, 2003).

- Si les H.Es étaient plus largement appliqués comme agents antibactériens dans les aliments, leur impact organoleptique serait également important. Les aliments généralement associés avec les herbes, les épices ou les assaisonnements seraient moins affectés par ce phénomène mais l'impact du parfum d'origan sur la viande et le poisson soutient ceci. La saveur de filets de bœuf traités avec 0,8% de l'huile d'origan a été trouvée acceptable après stockage à 5 °C et cuisson. Le parfum, l'odeur et la couleur de viande du bœuf hachée contenant 1% de l'huile d'origan ont été améliorés pendant le stockage sous atmosphère modifiée et le vide à 5 °C et étaient presque indétectables après cuisson. Plusieurs composants individuels des HEs ont été approuvés comme agents de saveur et du parfum pour les aliments. Sur le poisson, le citral donne un arôme comme le limon et le géraniol comme le rose. Le traitement du kiwi et du melon avec l'acide du carvacrol ou du cinnamique a permis de retarder l'altération sans causer des changements organoleptiques défavorables (AYARI, 2007).
- Un nombre des composants des HEs destinés pour l'usage comme agent de saveur ou comme parfum dans les denrées alimentaires ont été enregistrés par la Commission Européenne. Les composés enregistrés ne présentent aucun risque pour la santé du consommateur et ceux-ci incluent entre autres le carvacrol, le carvone, le cinnamaldehyde, le citral, le p-cymene, l'eugénol, le limonène, le menthol et le thymol (AYARI, 2007).
- Bien que la biomasse végétale soit une source très prometteuse pour l'avenir, très peu d'études ont porté sur l'analyse chimique détaillée de la fraction aromatique du *géranium rosat* cultivé en Algérie. De part son profil chromatographique (Chémotype Citronellol et cv Chine), l'huile essentielle extraite par hydrodistillation de cette plante possède des propriétés organoleptiques très appréciées en parfumerie et sera très convoitée en aromathérapie (BOUKHATEM, 2010).
- Le seuil d'efficacité des huiles les plus efficaces étant très bas, souvent inférieurs à 0.1%, leur ajout en très faibles quantités n'altère pas les qualités organoleptiques de l'aliment. En outre, les huiles essentielles possèdent des propriétés antioxydantes, et antiradicalaires qui améliorent la durée de vie de l'aliment et intéressent aussi le consommateur pour leurs valeurs nutraceutiques et les bienfaits sur la santé (CAILLET & LACROIX, 2007).



Conclusion

Les huiles essentielles sont utilisées dans l'industrie alimentaire pour rehausser le goût des aliments, et la conservation grâce aux effets antimicrobiens et antioxydants de certains de leurs constituants. Ces agents naturels viennent réduire ou remplacer les agents de conservation chimiques ou synthétiques qui présentent des effets néfastes sur la santé

Les résultats issus de cette étude mettent en évidence les activités biologiques de l'huile essentielle de *géranium*.

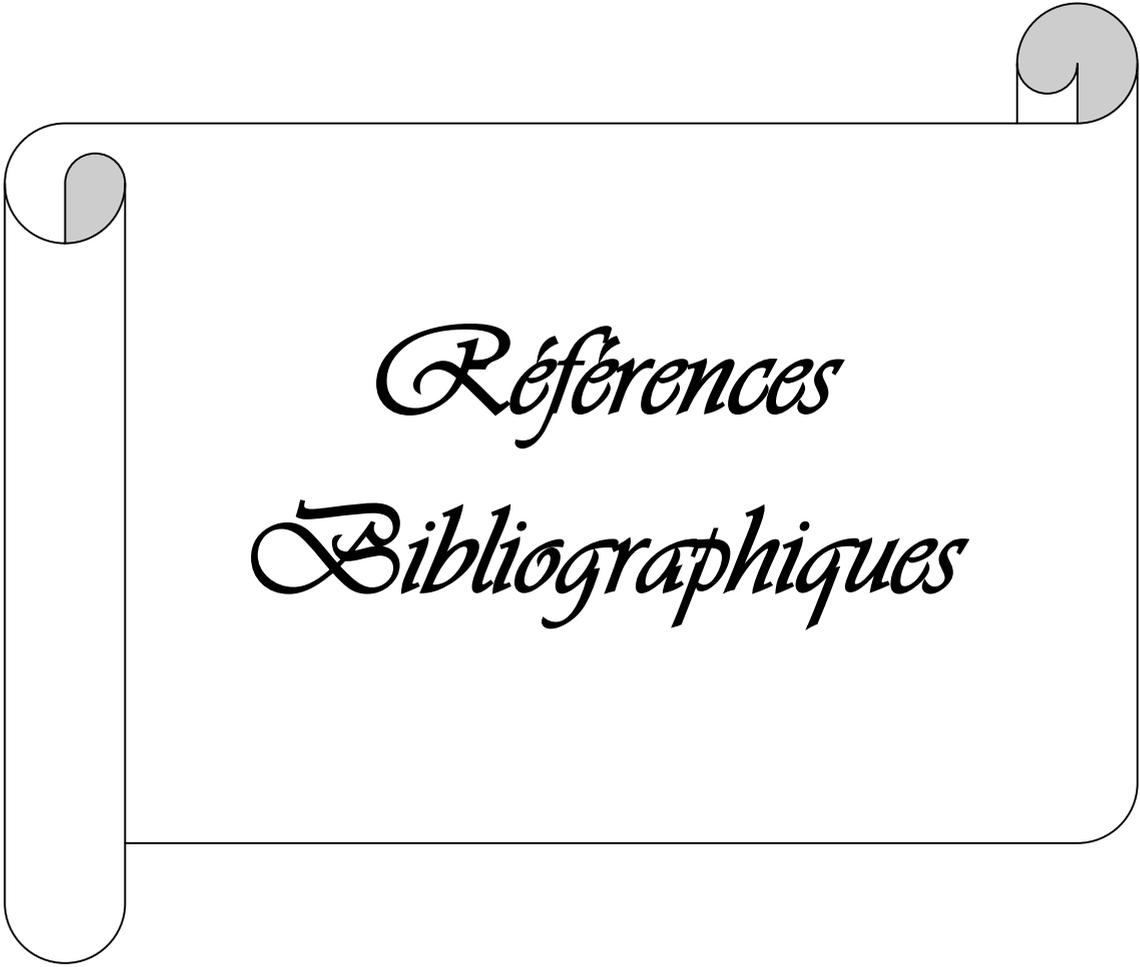
L'application de l'huile essentielle de *géranium* à 600g de la matrice alimentaire (la saucisse) en trois volumes croissants à savoir 20ul, 40ul et 60ul, n'a pas donné un effet antimicrobien, vis-à-vis de la flore Psychrotrophe ainsi que la flore mésophile aérobie totale. Cela n'écarte pas leur utilisation comme une nouvelle alternative dans la conservation des produits alimentaires, elle peut être exploitée en combinaison avec d'autres huiles essentielles ou d'autres procédés de conservation. Elle pourra donner probablement de meilleurs résultats si elle est additionnée à des volumes élevés à ceux utilisés « in vitro ».

L'huile essentielle de *géranium* a montré un effet antioxydant visible vu la diminution du taux d'oxydation et cela à partir du troisième jour de conservation, cette propriété lui confère d'être un antioxydant de choix.

Sur le plan organoleptique des limites existent par rapport à l'utilisation de l'huile essentielle de *géranium*, car elle possède un pouvoir aromatisant perceptible, une odeur très forte qui a d'ailleurs dominée l'odeur de la saveur de la saucisse. Des techniques de désaromatisation existent et sont de plus en plus efficaces.

D'autres perspectives peuvent être envisagées par une étude plus poussée et approfondie des propriétés biologiques et physicochimiques de l'huile essentielle utilisée ainsi que ses composants majoritaire.

Il serait très intéressant de continuer cette étude avec d'autres essais « in vitro » en utilisant des concentrations plus élevées et de tester cette même huile sur les germes pathogènes pour pouvoir mieux discuter son activité antibactérienne, ainsi que d'autres matrices alimentaire.



Références
Bibliographiques

« A »

- AGUIRREZÁBAL M. M., MATEO J., DOMÍNGUEZ M. C., ZUMALACÁRREGUI J (2000). The effect of paprika, garlic and salt on rancidity in dry sausages. *Meat Science*. Volume 54, Pages 77–81.
- ALIANE Z., (2016). Analyses microbiologique et physicochimiques du cachir. Master en science des aliments. Université de TLEMCCEN. Faculté des sciences de la terre et de l'univers.
- ANTON R. et LOBSTEIN A. (2005). Plantes aromatiques. Épices, aromates, condiments et huiles essentielles. Tec& Doc, Paris (France).
- AYARI S., (2007). Radiosensibilisation des bactéries de la viande bovine hachée par les huiles essentielles avec une référence spéciale aux spores de *Bacillus cereus*. ATCC 7004 mémoire pour l'obtention du diplôme de Mastère en biotechnologies industrielles. Université 7 Novembre de Carthage. Institut National des Sciences Appliquées et de Technologie.

« B »

- BAILLY J; BRUGERE H. CHARDON H. (2012); Microorganismes et parasites des viandes : les connaître pour les maîtriser, de l'éleveur au consommateur ; CIV centre d'information des viandes.
- BEL HADJ S.K., MAHJOUB M.A., AMMAR S., IMED F., ZINE M., MAHJOUB A. (2006). Propriétés antioxydantes de l'huile essentielle de *Coridothymus capitatus* (L.). *Les Plantes à Parfum, Aromatiques et Médicinales*. Faculté de Pharmacie- 5000 Monastir, Tunisie.
- BEL HADJ SALAH-FATNASSI K., SLIM-BANNOUR A., HARZALLAH-SKHIRI F., Mohamed Ali MAHJOUB M A., MIGHRI Z, CHAUMONT J P., (2013). Activités antivirale et antioxydante *in vitro* d'huiles essentielles de *Thymus capitatus* (L.) Hoffmans. & Link de Tunisie. Pages 433-444.
- BESOMBES C. (2008) . Contribution à l'étude des phénomènes d'extraction hydro-thermo-mécanique d'herbes aromatique. Applications généralisées. Thèse de Doctorat de l'université de la Rochelle. France.
- BESSAH R., BENYOUSSEF EH., (2015). La filière des huiles essentielles Etat de l'art, impacts et enjeux socioéconomiques. *Revue des Energies Renouvelables* Vol. 18 N°3-513 – 528 P 515-517.

- BESSAH R., BENYOUSSEF E-H., (2015). La filière des huiles essentielles Etat de l'art, impacts et enjeux socioéconomiques. Centre de Développement des Energies Renouvelables. Ecole Nationale Polytechnique, *Revue des Energies Renouvelables Vol. 18 N°3 (2015) 513 – 528.*
- BOUAMER A .BELLAGHIT M.ET MOLLAY AMERA. (2004) -Etude comparative entre l'huile essentielle de la menthe vert et la menthe poivrée de la région de Ouargla ; Mémoire DES Université. Ouargla, p 2.
- BOUCHONNET S. & LIBONG D. (2002). Le couplage chromatographique en phase gazeuse-spectrométrie de masse. Département de Chimie, Laboratoire des Mécanismes Réactionnels. Ecole Polytechnique, PALAISEAU Cedex.
- BOUKHATEM M N., HAMAIDI M S., SAIDI F., HAKIM Y., Extraction, composition et propriétés physico-chimiques de l'huile essentielle du *Géranium Rosat (Pelargonium graveolens L.)* cultivé dans la plaine de Mitidja (Algérie).; *Revue « Nature et Technologie ». n° 03/Juin 2010.*
- BOUMENDJEL M., (2005). Conservation des denrées alimentaires. Cours multimédia interactif à usage pédagogique centre universitaire d'EL-TAREF.
- BOURGEOIS C.M et MUSCLE J.F et ZUCCA J (1996). Microbiologie alimentaire (Tome 1): Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments, 2^{ème} Ed. Tec et Doc, Lavoisier, Paris.
- BOURKHISS M., HNACH M., PAOLINI J., COSTA J., FARAH A., et SATRANI B., (2010). Propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires des huiles essentielles des différentes parties de *TETRACLINIS ARTICULATA(VAHL)* masters du MAROC. Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège, Vol. 79, p. 141 – 154.
- BOUSBIA N. (2011). Extraction des antioxydants à partir de produits naturels et de coproduits agroalimentaires. Ecole nationale agronomique (Ex- INA EL Harrach- Alger), Ecole doctorale ED 306, Sciences des procédés, Sciences des aliments.
- BOUTABIA L., TELAILIA S., BOUGUETOF I., GUENADIL F., & CHEFROUR A. (2016). Composition chimique et activité antibactérienne des huiles essentielles de *Rosmarinus officinalis L.* de la région de Hammamet (Tébessa-Algérie). Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège, Vol. 85, p. 174 – 189.

- BOUTAYEB A. (2013). Etude bibliographique sur les huiles essentielles et végétales. Université IBN TOFAIL ; licence. BACHELOT C., BLAISE A., CORBEL T., LEGUERNIC A., 2006. Les huiles essentielles. U.C.O Bretagne nord. Licence 2 Biologie, option travail d'étude.
- BOUZIDI N., (2016). Etude des activités biologiques de l'huile essentielle de l'armoise blanche « *Artemisia herba alba Asso* » Thèse de Doctorat, Université Mustapha STAMBOULI de Mascara.
- BOUZOUITA. A, F. KACHOURI .A, M. BEN HALIMA. B, M. M. CHAABOUNIA. (2008). COMPOSITION CHIMIQUE ET ACTIVITÉS ANTIOXYDANTE, ANTIMICROBIENNE ET INSECTICIDE DE L'HUILE ESSENTIELLE DE *Juniperus phœnicea* N. Ecole Supérieure des Industries Alimentaires, 58, Avenue Alain Savary, 1003 Tunis, Tunisie b Institut Supérieur des Sciences Agronomiques de Chott Meriem, Tunisie .Journal de la Société Chimique de Tunisie, 10, 119-125.
- BRUNETON J., (1995). Pharmacognosie, médicinal plants. Lavoisier, Paris. P. 915 (Tech.Doc).
- BRUNETON J., (1999). Pharmacognosie, phytochimie. Plantes médicinales. Edition technique et documentation. 3^{ème} Edition Lavoisier. Paris 1120.
- BURT.S (2004). Huiles essentielles: leurs propriétés antibactériennes et leurs applications potentielles dans les aliments-un examen ; International Journal of Food Microbiology ;Volume 94, numéro 3 ,1er août 2004, pages 223-253.

« C »

- CAILLET S., LACROIX M. (2007). Laboratoire de Recherche en Sciences Appliquées à l'Alimentation (RESALA). INRS-Institut Armand-Frappier.
- CAVALLI J-F. (2002). Caractérisation par CPG/IK, et RMN du carbone -13 d'huiles essentielles de Madagascar. Thèse de Doctorat de l'université de Corse.
- CHARPENTIER B., HAMON-LORLEACH., HAARLAY A., HUARD A., RIDOUX L., & CHANSELLE S. (2008). Guide du préparateur en pharmacie. 3^{ème} édition, Elsevier Masson, 1358.
- CHAUDIEU G. (1985). Manuel pratique de boucheries modernes et des techniques nouvelles, Edition DUNOD. Paris.

Références bibliographiques

- CHEFTELE J.C; CHEFTELE H et BESANCON P (1977). Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments. 2 V. Lavoisier. Paris.
- CHILLET P. ;(2001). Opérations unitaires en génie biologique de la pasteurisation.
- CICIL J.C. (2002). Distillation adsorption. Etude optique. *Tech.ingèn* J2610.P.1-20.
- CIV. Centre d'Information des Viandes(2004). Les qualités organoleptiques de la viande bovine. Bases scientifiques pour une bonne utilisation culinaires.
- CLINQUART et al(2000). Les facteurs de production qui influencent la qualité de la viande des bovins - L'élevage du Blanc Bleu belge - CESAM.
- CONNER D.E. (1993). Naturally occurring compounds. In: Antimicrobials in Food Davidson P, Branen AL, Marcel Dekker publishing company New York.
- COUROUX P. et QANNARI E.M (2002). Analyse sensorielle ; in : « techniques mathématiques pour l'industrie agroalimentaire ». Tec. & Doc ., Lavoisier, Paris.

« D »

- DAOUDI A. FRENTZ T.C., MATIN J.L. et MEKHTICHE L. (2006). Les produits carnés Halal : Charcuteries et préparations bouchères. Science et technologie des métiers de Bouche, Ed., MAE-ERTI, Rome.
- DCW. Direction de Commerce de la wilaya de MOSTAGANEM. 2016.
- DELILLE A.L. (2010) - les plantes médicinales d'Algérie. 2eme Edition .BERTI,p239, Paris.
- DIA S. (1991). Contribution à l'étude des produits de charcuterie, de salaison et conserves de viande (p. c. s. c. v.) sur le marché dakarais ; Université CHEIKH ANTA DIOP – DAKAR. Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecine Vétérinaire. THESE de DOCTORAT.
- DJENANE D., SANCHEZ-ESCALANTE A., BELTRAN J.A. & RONCALES P. (2002). Ability of α -tocopherol, taurine and rosemary, in combination with vitamin C, to increase the oxidative stability of beef steaks packaged in modified atmosphere. *Food chemistry*, 76,407-415.
- DJENANE D., YANGÜELA J., DERRICHE F., BOUARAB L., RONCALES P. (2011). Utilisation des composés de feuilles d'olivier comme agents

antimicrobiens; application pour la conservation de la viande fraîche de dinde. Revue « Nature & Technologie ». n° 07/Juin 2012. Pages 53 à 61.

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

« E »

- EBERHARD T., ROBERT A., ANNELESE., plantes aromatiques, épices, aromates condiments et huiles essentielles.
- EL ABED N, KAABI B, SMAALI M I, CHABBOUH M, HABIBI K, MEJRI M, MARZOUKI MN, 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.
- EMBORG J., GROTH B., DALGAARD P., (2008). Le conditionnement sous atmosphère modifiée et l'histamine. Infirmé.
- ER-ROUSSI B, KRIBII A, KRIBII A, HABSAOUI A, OUNINE K. 2014. études de l'activité antioxydante et antibactérienne des extraits du *géranium rosat* du gharb.
- C.ETTER S 2008. *Rosmarinus officinalis* comme antioxydant; Journal des herbes. Epices et plantes médicinales. Pages 121-159.
- EYMARD S. (2003). Mise en évidence et suivi de l'oxydation des lipides au cours de la conservation et de la transformation de chinchard (*Trachurus trachurus*), choix des procédés. Thèse de Doctorat en Génie des procédés (Ecole Doctorale en Génie des procédés : Spécialité Biochimie. Nante. France

« F »

- 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.
- FORREST J.C., ABERLE E.D., HEDRICK H.B et JUDIE M.D (1995). Principles of meat science, FREEMAN edition, San-Francisco.
- FOURNIER V; Conservation des aliments: Pasteurisation; PISTES/ Université Laval. P 02.

« G »

- GHANNADI A, BAGHERINEJAD MR, ABEDI D., JALALI M., ABSALAN B., SADEGHI N., 2012. Antibacterial activity and composition of essential oils from *Pelargonium graveolens* L'Her and *Vitex agnus-castus* L. *iranian microbiology journal* Volume 4.
- GHEDIRA K. (2006). Cultivated black cumin : *Nigella sativa* L. (Ranunculaceae). *Phytothérapie*. 4.220.
- Groupe permanent d'étude des marchés des denrées alimentaires (GPEM/DA) Guide N° B2-17-99 DU 6 MAI 1999 relatif aux charcuteries.

« H »

- 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 MAMMERI de Tizi-Ouzou.
- HELME J.P., CHAZAN J-B., PERRIN J.L. (2004). Les antioxydants.
- HEMWIMON S., PAVASANT P. & SHOTIPRUX A. (2007). Microwave-assisted extraction of antioxidative anthraquinones from roots of *Morinda Citrifolia*. *Separation and purification technology*, 54, 44-50.
- HERNANDEZ OCHOA leon Raul octobre 2005 substitution de solvants et matières actives de synthèse par un combine « solvant/actif » d'origine végétale thèse de l'institut national polytechnique Toulouse, France.
- HOHMANN j; ZUPKO I; REDEI D. (1999). Effets protecteurs des parties aériennes de *Salvia officinalis*, *Melissa officinalis* et *Lavandula angustifolia* et de leurs constituants contre la peroxydation lipidique indépendante de l'enzyme et indépendante de l'enzyme et indépendante de l'enzyme. *Planta Medica*. p 576-578.
- HUETE A. (2012); huiles essentielles pour tous les jours ;. ARTEMIS Edition.

« J »

- JEANTET R., CROGUENNEC T., SCHUCK P. et BRULE G., 2006. Science des aliments, stabilisation biologique et physico-chimique, volume 1. Ed. *Tec. & Doc.*, Lavoisier.

- JEUGE S. CARLIER M. (2012) Maîtrise de la qualité des produits Oxydation des produits carnés : méthodes de mesure, moyens de maîtrise. Bilan d'activité de l'IFIP-Institut du porc.

« K »

- KABERA J, KOUMAGLO K. H., NTEZURUBANZA L., INGABIRE M G., KAMAGAJU L. (2002). Caractérisation des huiles essentielles d'*Hyptis spicigera* Lam., *Pluchea ovalis* (Pers.) DC. et *Laggera aurita* (L.F.) Benth. Ex. C.B. Clarke, plantes aromatiques tropicales. Centre de Recherche en Pytomédicaments et Sciences de la Vie (Butare -Rwanda).
- KABERA NZEYUMWAMI J., (2004) Caractérisation des huiles essentielles de trois plantes aromatiques : *Hyptis Spicigera*, *Pluchea Ovalis* et *Laggera Aurita*. Université de Lome-Togo-DEA.
- KALEBRA J., MUGIRANEZA J P., CHALCHAT J C., UGIRINSHUTI V., 2013. Journal of Microbiology Research. Microbiology. Chemical Composition and Antimicrobial Effect of the essential Oil of *Pelargonium graveolens* (Geranium Rosat) Grown in Butare (Rwanda) Towards Formulation of Plant-based Antibiotics.
- KEHAL Farida. 2013. Utilisation de l'huile essentielle de *Citrus limon* comme agent conservateur et aromatique dans la crème fraîche. Magister en sciences alimentaires option : Biochimie et Technologie Alimentaire ; université constantine ;
- KOFFIVI KETOH G., ADOLE GLITHO I., & KOUMAGLO HONORE K., (2004). activité insecticide comparée des huiles essentielles de trois espèces du genre CYMBOPOGON (POACEAE), faculté des sciences, université de LOME B.P 1515 Lomé .Togo.
- LAIB I. (2012) Etude des activités antioxydantes et antifongiques de l'huile essentielle des fleurs sèches de *Lavandula officinalis* : application aux moisissures des légumes secs. Institut de la Nutrition, de l'Alimentation et des Technologies Agro-Alimentaires, INATAA, Université de Constantine Mentouri, Algérie;
- LAROUSSE J (1991). La conserve appertisée. Aspects scientifiques, techniques et économiques. Edition Apria. Tec et Doc, Lavoisier, Paris.

« L »

- LEDUC A., la conservation des aliments tout enjeu.
- LEFSIH K. (2008). Activités anti-Salmonella et antioxydantes des huiles essentielles locales et leur application dans les œufs liquides. Thèse de Magister. Université Mouloud MAMMERI de Tizi-Ouzou.
- LIN Y.T., LABBE R.G. & SHETTY K. (2004). Inhibition of *Listeria monocytogenes* in Fish and Environnement Microbiology, p5672-5678.
- LISTRAT A., LEBRET B., LOUVEAU I., ASTRUC T., BONNET M., LEFAUCHEUR L., BUGEON J., 2015. Comment la structure et la composition du muscle déterminent la qualité des viandes ou chairs. In : Numéro spécial, Le muscle et la viande. Picard B., Lebret B. Edition INRA Production. Animale., 28, 125-136.
- LUCCHESI M.E. (2005). Extraction Sans Solvant Assistée par Micro-ondes Conception et Application à l'extraction des huiles essentielles. Thèse de la Faculté des Sciences et Technologies. Université de la Réunion, France.

« M »

- MEGHFOUR S., (2014). Les dates de péremption des produits alimentaires. Master en sciences des aliments. Université Abou Bekr BELKAÏD-Tlemcen. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'univers.
- MEJLHOLM O. & DALGAARD P. (2002). Antimicrobial effect of essential oils on seafood spoilage microorganisme *Photobacterium phosphoreum* in liquide media and fish products. Letters in Applied Microbiology, 34, 27-31.
- MEROUANE A. (2013). Caractérisation, activité antimicrobienne et antioxydante des huiles essentielles de trois espèces de sauges (*Salvia algeriensis*, *Salvia argentea* et *Salvia barrelieri*). Magister en Agronomie, Université Hassiba BEN BOUALI. CHLEF.
- MESCLE J.F. et ZUCCA J. (1988). Comportement des microorganismes en milieu alimentaire ; in « microbiologie alimentaire : Aspect Microbiologique de la Sécurité et de la qualité Alimentaire ». Tome 1, 1^{ère} Edition, Apria, Tec &Doc., Lavoisier, Paris.
- MORGANE D. ;(2013). les différents moyens de conservation des aliments.

- MOTLAGH AM., JOHNSON M.C. & RAY B.(1991). Viability loss of food-borne pathogens by starter culture metabolites. *Journal Food Protection*, 54,873-878.

« N »

- NABHI O. (2014). composition chimique et effet antimicrobien de l'huile essentielle de *géranium rosat* (*Pelargonium graveolens*). Université SIDI MOHAMMED Ben Abdellah Faculté des Sciences et Techniques. Master Sciences Techniques : CMBA. Chimie des Molécules Bio Actives. faculté des Sciences Dhar El Mehraz, Fès, Maroc.
- Natural essential oils; extraction processes and applications to some major oils; B.Meyer.Warnod, perfumer & Flavorist, 1984. 9.93.103.

« O »

- OUIS.N., (2015). Thèse de Doctorat. Etude chimique des huiles essentielles de coriandre, de fenouil et de persil. Université d'Oran 1, Faculté des sciences exactes et appliquées. Département de Chimie.
- OUSSALAH M., CAILLET S., SAUCIER L., LA CROIX M. (2007). Inhibitory effects of selected plant essential oils on four pathogen bacteria growth : E. coli O157:H7, Salmonella typhimurium, Staphylococcus aureus and Listeria monocytogenes. *Food Control*. 18, 414-420.

« P »

- PADRINI F., LUCHERONI M.T., (1997) les huiles essentielles pour retrouver la vitalité, le bien-être, la beauté ; Edition de VECCHI S.A. Paris.
- PARIS R.R., MOYSE H., (1967). Précis de matière médicale .tome I. Masson et Cie, Editeur Paris.
- PERRAUT S. (2013) Les ultrasons, une alternative verte pour l'extraction. le magazine de l'expert de l'agroalimentaire.
- PIBIRI M.C., (2005). Assainissement microbiologique de l'air et des systèmes de ventilation au moyen d'huiles essentielles. Thèse de Doctorale. Ecole poly technique fédérale, EPFL. Lausanne (Suisse).
- PIOCHON M., (2008). Etude des huiles essentielles d'espèces végétales de la flore Laurentienne : composition chimique, activités pharmacologiques et héli-synthèse. Mémoire université du Québec à Chicoutimi, CANADA.

« R »

- RAKANSOU D. (2008). Contribution à l'étude des caractéristiques de qualité des produits carnés commercialisés sur le marché dakarois : cas du jambon Thèse de Doctorat. Université CHEIKH ANTA DIOP de DAKAR.
- ROSSET R. (1991). Viande hachée préemballée ; in « qualité microbiologique et produits crus ». Comptes rendus de l'académie d'agriculture de France n° 17, Tec et Doc, Lavoisier, Paris.
- ROUX D. (2008). Conseil en aromathérapie. 2eme édition, Pro-Officina., 187.
- ROZIER J., CARLIER V., et BOLNOT F (1986). Bases microbiologiques de l'hygiène des aliments. Edition la SEPAIC, 205p.

« S »

- SKANDAMIS P., TSIGARIDA E. et NYCHAS G.J.E. (2000). Development and evaluation of model predicting the survival of Escherichia coli O157: H7NCTC 12900 in homemade eggplant salad at various temperatures, pHs and oregano essential oil concentrations. Applied and environmental Microbiology, 66, 1646-1653.
- SOLOMAKOS N., GOVARIS A., KOIDIS P., BOTSOGLOU N. (2008a). The antimicrobial effect of thyme essential oils, nisin, and their combination against E.coli O157; H7 in minced beef during refrigerated storage. Meat Science, 80, 159-166.
- SOLOMAKOS N., GOVARIS A., KOIDIS P., BOTSOGLOU N. (2008b). The antimicrobial effect of thyme essential oils, nisin, and their combination against Listeria monocytogenes in minced beef during refrigerated storage. Journal of food microbiology, 25, 120-127.

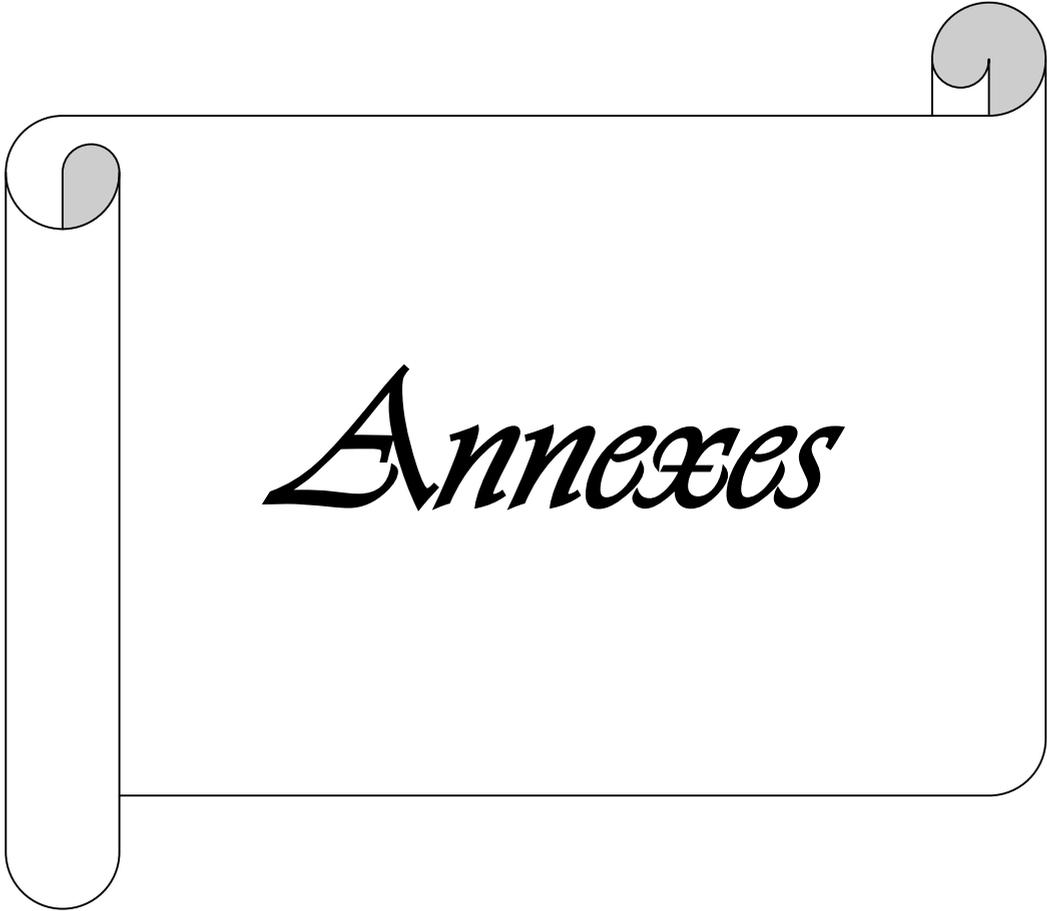
« V »

- VAGIONAS K., GRAIKOU k ; NGASSAPA.O. RUNYORO.D. CHINOUI.I.(2007) ; Composition et activité antimicrobienne des huiles essentielles de trois espèces de *Satureja* en croissance en Tanzanie ; chimie alimentaire ;p 319-324.
- VIAUD H. (1993). Thérapeutiques naturelles- Caractérisation des huiles essentielles d'*Hyptis spicigera* Lam, *Pluchea ovalis* - GNOMA.

Références bibliographiques

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

- 1- http://site.plantesweb.fr/fleursdegascogne/1570/un_peu_d_histoire_htm.
- 2- <http://chez-ritou.fr/ABCBouture/fleurdete/geranium.php>.
- 3- <http://jardinage.lemonde.fr/dossier-476-geranium-pelargonium-roi-balcons-terrasses.html>.
- 4- <http://chez-ritou.fr/ABCBouture/fleurdete/geranium.php>.
- 5- <http://www.certiferme.com/jardin/decouvrir-geranium-112.html>.
- 6- <http://jardinage.lemonde.fr/dossier-476-geranium-pelargonium-roi-balcons-terrasses.html>.
- 7- <http://www.vos-complements-alimentaires.com/huiles-essentielles-bio/234-huile-essentielle-geranium.html>.
- 8- <http://jardinage.lemonde.fr/dossier-476-geranium-pelargonium-roi-balcons-terrasses.html>.
- 9- [http://dictionnaire.sensagent.leparisien.fr/G%C3%A9ranium%20\(genre\)/fr-fr/](http://dictionnaire.sensagent.leparisien.fr/G%C3%A9ranium%20(genre)/fr-fr/)
- 10- <http://www.vos-complements-alimentaires.com/huiles-essentielles-bio/234-huile-essentielle-geranium.html>.
- 11- <http://www.vos-complements-alimentaires.com/huiles-essentielles-bio/234-huile-essentielle-geranium.html>.
- 12- <https://www.solubarome.fr/boutique/sucre/219-geranium-naturel-arome-alimentaire.html>.
- 13- <https://vanessences.fr/home/158-geranium-rosat-essence-culinaire-bio-huile-essentielle-cuisine.html>.
- 14- <http://genie-alimentaire.com/spip.php?rubrique11>.
- 15- <https://tpe-conservation-par-voie-chimique>
- 16- <https://tpe-conservation-par-voie-chimique>.
- 17- <https://fr.wikipedia.org/wiki/Epice>
- 18- <http://www.lasantedanslassiette.com/au-menu/dossiers/les-epices/les-epices.html>.
- 19- http://hitek.fr/bonasavoir/colorant-rouge-insecte_146.
- 20- <https://www.masterflex.com/tech-article/measuring-the-ph-value-of-meat?tlg=fr-FR>



Annexes

Annexe 01 : composition des principaux milieux de culture utilisés

➤ **Milieux liquides**

Eau physiologique stérile

Composition en g/l

Chlorure de sodium (NaCl) 9g
Eau distillée 1000ml

Ph = 7

Stérilisation à 121°C /15mn.

➤ **Milieux solides**

Gélose Plate Count Agar (PCA)

Composition en g/l

Tryptone..... 6,0g
Extrait de levures 2,5g
Glucose 1,0g
Agare 15,0g

Ph = 7 ± 0,2

Annexe 02 : Textes réglementaires

1) 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.

2) d'un bilan de clôture contradictoire portant sur les moyens et indiquant la valeur des éléments du patrimoine appartenant à chaque centre ou détenu par lui, établi conformément à la législation et à la réglementation en vigueur.

Ce bilan doit faire l'objet, dans un délai maximal de trois (3) mois, du contrôle et du visa prévus par la législation en vigueur.

B) à la définition :

Des procédures de communication des informations et documents se rapportant à l'objet du transfert prévu à l'article 2 ci-dessus.

A cet effet, le ministre de l'agriculture et de la pêche édicte les modalités nécessaires à la sauvegarde, à la protection des archives ainsi qu'à leur conservation.

Art. 4. — Les personnels liés au fonctionnement et à la gestion de l'ensemble des structures et moyens des centres visés à l'article 1er ci-dessus, sont transférés aux établissements bénéficiaires mentionnés à l'article 2 ci-dessus, conformément à la législation et à la réglementation en vigueur.

Les droits et obligations des personnels concernés demeurent régis par les dispositions légales statutaires ou contractuelles qui les régissent à la date du transfert.

Art. 5. — Le présent décret sera publié au *Journal officiel* de la République algérienne démocratique et populaire.

Fait à Alger, le 27 Moharram 1419 correspondant au 24 mai 1998.

Ahmed OUYAHIA.

ARRETES, DECISIONS ET AVIS

MINISTERE DU COMMERCE

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.

Le ministre du commerce,

Le ministre de l'agriculture et de la pêche et

Le ministre de la santé et de la population,

Vu la loi n° 85-05 du 16 février 1985, modifiée et complétée, relative à la protection et à la promotion de la santé ;

Vu la loi n° 88-08 du 26 janvier 1988 relative aux activités de 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 ;

Vu le décret présidentiel n° 97-231 du 20 Safar 1418 correspondant au 25 juin 1997 portant nomination des membres du Gouvernement ;

Vu le décret exécutif n° 90-39 du 30 janvier 1990 relatif au contrôle de la qualité et à la répression des fraudes ;

Vu le 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, notamment son article 31 ;

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

Arrêtent :

Article 1er. — Le présent arrêté a pour objet de modifier et de compléter l'arrêté du 14 Safar 1415 correspondant au 23 juillet 1994 relatif aux spécifications microbiologiques de certaines denrées alimentaires.

Art. 2. — Les dispositions de l'article 2 de l'arrêté du 14 Safar 1415 correspondant au 23 juillet 1994 susvisé, sont modifiées et complétées comme suit :

"Art. 2. — Les denrées alimentaires concernées par les dispositions du présent arrêté sont :

- les viandes rouges et blanches ainsi que leurs dérivés ;
- les poissons et autres produits de la pêche ;
- les conserves et les semi-conserves ;
- les ovoproduits, les pâtisseries et les crèmes pâtisseries ;
- les laits et les produits laitiers ;
- les eaux et les boissons non alcoolisées ;
- les graisses animales et végétales ;
- les produits déshydratés ;
- les confiseries ;
- les plats cuisinés ;
- les aliments pour nourrissons et enfants en bas âge".

Art. 3. — Les annexes I de l'article 4, II de l'article 6 et III de l'article 9 de l'arrêté du 14 Safar 1415 correspondant au 23 juillet 1994 susvisé, sont modifiées et complétées comme suit :

ANNEXE I

CRITERES MICROBIOLOGIQUES RELATIFS A CERTAINES DENREES ALIMENTAIRES

TABLEAU I

CRITERES MICROBIOLOGIQUES DES LAITS ET DES PRODUITS LAITIERS

PRODUITS	n	c	m
1. Lait cru :			
— germes aérobies à 30° C	1	—	10 ⁵
— coliformes fécaux	1	—	10 ³
— streptocoques fécaux	1	—	abs/0,1ml
— <i>Staphylococcus aureus</i>	1	—	absence
— clostridium sulfito-réducteurs à 46° C	1	—	50
— antibiotiques	1	—	absence
2. Lait pasteurisé conditionné :			
— germes aérobies à 30° C	1	—	3.10 ⁴
— coliformes :			
* sortie usine	1	—	1
* à la vente	1	—	10
— coliformes fécaux			
* sortie usine	1	—	absence
* à la vente	1	—	absence
— <i>Staphylococcus aureus</i>	1	—	1
— phosphatase	1	—	négatif
3. Lait stérilisé et lait stérilisé UHT (nature et aromatisé) :			
— germes aérobies à 30° C	5	2	< 10/0,1 ml
— test de stabilité	5	0	négatif
— test alcool	5	0	négatif
— test chaleur	5	0	négatif
4. Lait concentré non sucré :			
— test de stabilité	5	0	négatif
— test alcool	5	0	negatif
— test chaleur	5	0	négatif
5. Lait concentré sucré :			
— germes aérobies à 30° C	5	2	10 ⁴
— coliformes	5	0	absence
— <i>Staphylococcus aureus</i>	5	0	absence
— clostridium sulfito-réducteurs à 46° C	5	0	absence
— levures et moisissures	5	0	absence
— <i>Salmonella</i>	5	0	absence
6. Lait déshydraté conditionné (1) :			
— germes aérobies à 30° C	5	2	5.10 ⁴
— coliformes	5	2	5
— <i>Staphylococcus aureus</i>	5	0	absence
— clostridium sulfito-réducteurs à 46° C	5	0	absence
— levures et moisissures	5	2	50
— <i>Salmonella</i>	5	0	absence
— antibiotiques	1	0	absence

TABLEAU II (suite)

PRODUITS	n	c	m
5. Abats crus :			
— germes aérobies à 30° C	5	3	5.10 ⁵
— <i>Salmonella</i>	5	0	absence
6. Produits carnés cuits : patés, cachir, etc... :			
— germes aérobies à 30° C	5	2	3.10 ⁵
— coliformes fécaux	5	2	10
— <i>Staphylococcus aureus</i>	5	2	10 ²
— clostridium sulfito-réducteurs à 46° C	5	2	30
— <i>Salmonella</i>	5	0	absence
7. Merguez ou autres produits carnés crus :			
— coliformes fécaux	5	2	10 ²
— <i>Staphylococcus aureus</i>	5	2	10 ²
— clostridium sulfito-réducteurs à 46° C	5	2	30
— <i>Salmonella</i>	5	0	absence
8. Préparation de viandes prêtes pour la cuisson (rôtis, escalopes...) :			
— <i>Escherichia coli</i>	5	2	5.10 ²
— <i>Staphylococcus aureus</i>	5	1	5.10 ²
— <i>Salmonella</i>	5	0	abs/g

(1) Le prélèvement est effectué en profondeur après cautérisation de la surface.

(2) Le prélèvement concerne profondeur plus surface sans cautérisation.

2) 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;

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 t **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%.

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 matière non grasses, après que l'on ait élevé l'humidité au pourcentage maximum, autorisé de 75% du produit supposé dégraissé.

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.

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

NourredineBAHBOUH.

Le ministre du commerce et de la pêche,

Bakhti BELAIB.

Fiche de dégustation

Date :

Produit :

Nom :

Prénom :

L'âge :

Profession :

Veillez déguster les quatre échantillons de gauche à droite et décrivez vos perceptions

	Caractéristique goût				
	Très mauvais	Mauvais	Ni bon ni mauvais	Bon	Très bon
E n°01					
E n°02					
E n°03					
E n°04					

	Caractéristique odeur		
	Mauvaise	Bonne	Très bonne
E n°01			
E n° 02			
E n°03			
E n°04			

	Caractéristique couleur		
	Rose	Rouge	Marron
E n°01			
E n° 02			
E n°03			
E n°04			

Merci de votre coopération