



République Algérienne Démocratique et Populaire.
Ministère de l'Enseignement Supérieur Et de la Recherche Scientifique.



Université Larbi Tébessi – Tébessa –

Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Biologie Appliquée

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER EN BIOLOGIE.

Domaine : Sciences de la nature et de la vie

Filière : Sciences biologiques

Option : Microbiologie Appliquée

Thème :

**Etude de l'activité antimicrobienne des huiles
essentielles et des extraits aqueux de**

Pistacia lentiscus L.

Présenté par :

NACER HADIL

DJOUAL Djihane

FASSEKH SALIHA

Soutenu le : 25/06/2020

Devant le jury :

| | | |
|----------------|-----|--------------|
| Dr. DEBABZA M. | MCA | Présidente |
| Mme. AZIZI N. | MAA | Rapporteuse |
| Mme. CHADI H. | MAA | Examinatrice |

Année universitaire 2019/2020



République Algérienne Démocratique et Populaire.
Ministère de l'Enseignement Supérieur Et de la Recherche Scientifique.



Université Larbi Tébessi – Tébessa –

Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Biologie Appliquée

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER EN BIOLOGIE.

Domaine : Sciences de la nature et de la vie

Filière : Sciences biologiques

Option : Microbiologie Appliquée

Thème :

**Etude de l'activité antimicrobienne des huiles
essentielles et des extraits aqueux de
*Pistacia lentiscus L.***

Présenté par :

NACER HADIL

DJOUAL Djihane

FASSEKH SALIHA

Soutenu le : 25/06/2020

Devant le jury :

| | | |
|----------------|-----|--------------|
| Dr. DEBABZA M. | MCA | Présidente |
| Mme. AZIZI N. | MAA | Rapporteuse |
| Mme. CHADI H. | MAA | Examinatrice |

Année universitaire 2019/2020

Remerciement

Au terme de ce TRAVAIL, nous remercions
Dieu le tout puissant de nous AVOIR donné
le COURAGE et LA VOLONTÉ pour mener à bien
ce Mémoire.

Notre encadreur Mme. AZIZI NASSIMA pour leur
aide et leur ASSISTANCE PERMANENTE ainsi que leurs
fructueux conseils, SANS lesquels nous N'AURIONS
pu REALISER Ce TRAVAIL.

Et enfin nous tenons à remercier
L'ensemble des enseignants du DEPARTEMENT
DE Biologie, et à tous ceux qui nous ont aidé de
Près ou de loIn DANS L'ELABORATION et LA FINALISATION
de ce TRAVAIL.

Dédicace

Je remercie tout d'abord **DIEU** « الله », qui m'a tracé le chemin de ma vie, Je dédie humblement ce travail avec une grande fierté et comme geste de gratitude :

À celui qui a sacrifié sa vie pour moi mon cher papa **HASCEN**, qui s'est toujours donné du mal pour assurer mon bien être. Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le respect que j'ai toujours eus pour vous.

À celle qui n'a jamais cessé de m'encourager pour aller toujours en avant lorsqu'elle était en vie, Ma chère maman **LATIFA**, vous êtes le symbole de la bonté par excellence l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi. Vos sacrifices, votre soutien, votre profond attachement m'ont permis de réussir mes études. , son écoute permanente sans égal dans les moments les plus difficiles de ma vie. Dieu lui donnera une place dans son paradis.

À mes très chères sœurs : **LAMIS** ; **RAHMA** ; **ARIDJ**

À mon cher et unique frère : **MOHAMMED ALI**

À mes très chères : ma tante **LAMIA** et ma grande mère **MEBARKA**

À L'hôpital de **BOUGUERRA BOULAARES** spécialement monsieur **ZOGLAMI TIJANI**.

À mes deux compagnons, mes partenaires **SALIHA, DJIHANE**, Je vous souhaite, à tous bonne continuation et beaucoup de réussite.

À notre encadreur madame **AZIZI NASSIMA** d'avoir accepté de diriger ce mémoire, mais surtout pour ses qualités humaines, sa patience, sa gentillesse et son enthousiasme à partager ses connaissances avec nous. Qu'il trouve ici le témoignage de mon grand respect.

À notre jury de mémoire pour avoir accepté d'apprécier et de juger ce travail :

Madame **DEBEBZA** qui m'a fait l'honneur d'accepter la présidence de mon jury de mémoire.

Madame **CHADI** pour voir bien voulu accepter d'examiner ce travail à travers ses remarques et ses critiques.

À tous ceux que j'aime et qui je respecte.

HADIL
HADIL

DEDICACES

Avec joie et plaisir, fierté et respect, nous dédions ce

Mémoire A :

- A Nos très chers Parents pour leur soutien.

Plus particulièrement, A nos chères mères pour leur

PATIENCE, CONFIANCE et ENCOURAGEMENTS.

- A Nos très chères frères et sœurs pour leur

Compréhension.

- A mon oncle DJOUAL MOURAD et MA TANTE H.

YASMÍNA

- A tous ceux que Nous AIMONS.

- A tous ceux qui Nous AIMENT.

Djoual Djihane

Fassekh Saliha

Liste des tableaux

| Tableau N° | Titre des tableaux | Page |
|---------------------------------|---|-------------|
| Synthèse bibliographique | | |
| 01 | Noms vernaculaires de <i>Pistacia lentiscus</i> | 03 |
| 02 | Taxonomie de <i>Pistacia lentiscus</i> | 05 |
| 03 | Facteurs de variabilité des huiles essentielles | 08 |
| 04 | Action biologique, effets thérapeutiques des HEs | 11 |
| 05 | Les différentes méthodes d'extraction | 12 |
| 06 | Taxonomie de <i>S. aureus</i> | 15 |
| 07 | Caractères biochimiques <i>Staphylococciques</i> | 16 |
| 08 | Facteur de virulence et mécanisme d'action | 17 |
| 09 | Dix-huit espèces de <i>Listeria</i> référencées en 2015 | 19 |
| 10 | La classification d' <i>Escherichia coli</i> | 21 |
| 11 | Caractères biochimiques d' <i>Escherichia coli</i> | 22 |
| 12 | Taxonomie de <i>P. aeruginosa</i> | 23 |
| 13 | Caractères biochimiques de <i>P. aeruginosa</i> | 24 |
| 14 | Facteur de pathogénicité et mécanismes d'action | 25 |
| 15 | Classification de <i>Candida albicans</i> | 26 |
| 16 | Les différents morphologies de <i>Candida albicans</i> | 27 |
| 17 | Classification d' <i>Aspergillus oryzae</i> | 30 |
| 18 | Activité antibactérienne des HEs des espèces de <i>Pistacia</i> | 37 |

Liste des figures

| Figure N° | Titre des figures | Page |
|---------------------------------|---|-------------|
| Synthèse bibliographique | | |
| 01 | Représentation des feuilles, des fleurs (A : fleurs males ; B: fleurs femelles), et les fruits de <i>P. lentiscus</i> | 04 |
| 02 | Aire de répartition du <i>Pistacia lentiscus</i> en Algérie | 05 |
| 03 | Montage Clevenger | 12 |
| 04 | Montage d'extraction des HEs par entraînement à la vapeur d'eau | 12 |
| 05 | Schéma de principe d'extraction par CO2 supercritique | 13 |
| 06 | Montage d'extraction par solvant | 13 |
| 07 | Montage d'extraction assistée par micro-onde | 13 |
| 08 | Mécanisme de virulence de <i>L. monocytogenes</i> | 20 |
| 09 | Les mécanismes de pathogénicité de <i>C. albicans</i> | 29 |
| 10 | Sites d'action des huiles essentielles sur la cellule bactérienne | 34 |
| 11 | Mécanisme d'action du carvacrol sur la membrane cellulaire | 36 |

Table des matières

| Titre | Page |
|--|-----------|
| Introduction | 01 |
| Synthèse bibliographique | |
| Chapitre I : <i>Pistacia lentiscus</i> et les huiles essentielles | |
| I. <i>Pistacia lentiscus</i> | 03 |
| 1. Étude botanique de <i>Pistacia lentiscus</i> | 03 |
| 2. Taxonomie | 04 |
| 3. Répartition géographique en Algérie | 05 |
| 4. Etude phytochimique des différents produits de <i>P. lentiscus</i> | 06 |
| 4.1. Fruits | 06 |
| 4.2. Feuilles | 06 |
| 4.3. Résine | 06 |
| 5. Utilisation thérapeutiques traditionnelles de <i>P. lentiscus</i> | 06 |
| II. Les huiles essentielles | 07 |
| 1. Définition | 07 |
| 2. Localisation des huiles essentielles | 07 |
| 3. Facteurs de variabilité des huiles essentielles | 08 |
| 4. Propriétés physico-chimiques des HEs | 09 |
| 5. Composition chimique | 09 |
| 6. Toxicité des huiles essentielles | 09 |
| 7. Conservation des HEs | 10 |
| 8. Action biologique, effets thérapeutiques | 10 |
| 9. Méthodes d'extraction | 12 |
| 10. L'extrait des plantes | 14 |
| Chapitre II : Bactéries à Gram positifs et à Gram négatifs et les champignons | |
| 1. Bactérie à Gram positif | 15 |
| 1.1. Le <i>Staphylococcus aureus</i> | 15 |
| 1.1.1. Taxonomie | 15 |
| 1.1.2. Habitat | 15 |
| 1.1.3. Caractères d'identifications | 15 |
| 1.1.4. Facteurs de virulence | 16 |
| 1.1.5. <i>S. aureus</i> et la résistance aux antibiotiques | 18 |
| 1.2. <i>Listeria monocytogenes</i> | 18 |
| 1.2.1. Taxonomie | 19 |
| 1.2.2. Habitat | 19 |
| 1.2.3. Caractères d'identifications | 19 |
| 1.2.4. Facteurs de virulences | 20 |
| 1.2.5. Résistance de <i>L. monocytogenes</i> aux antibiotiques | 21 |
| 2. Bactéries à Gram négative | 21 |
| 2.1. <i>Escherichia coli</i> (<i>E. coli</i>) | 21 |

| | |
|--|-----------|
| 2.1.1. Taxonomie | 21 |
| 2.1.2. Habitat | 22 |
| 2.1.3. Caractères d'identifications | 22 |
| 2.1.4. Facteurs de virulence | 22 |
| 2.1.5. Sensibilité aux antibiotiques | 22 |
| 2.2. <i>Pseudomonas aeruginosa</i> | 23 |
| 2.2.1. Taxonomie | 23 |
| 2.2.2. Habitat | 23 |
| 2.2.3. Caractères d'identifications | 23 |
| 2.2.4. Les facteurs de virulence | 24 |
| 2.2.5. Résistance aux antibiotiques | 25 |
| 3. Les champignons | 25 |
| 3.1. <i>Candida albicans</i> | 25 |
| 3.1.1. Taxonomie | 26 |
| 3.1.2. Habitat | 26 |
| 3.2.3. Caractères d'identifications | 26 |
| 3.2.4. Pouvoir pathogène | 28 |
| 3.2.5. Facteur de virulence | 28 |
| 3.2.6. Résistance aux antifongiques | 29 |
| 3.2. <i>Aspergillus oryzae</i> | 29 |
| 3.2.1. Taxonomie | 29 |
| 3.2.2. Habitat | 30 |
| 3.2.3. Caractères d'identifications | 30 |
| 3.2.4. Facteurs de virulence | 31 |
| 3.2.5. Résistance aux antifongiques | 32 |
| Chapitre III : Activité antimicrobienne | |
| 1. Activité antimicrobienne des huiles essentielles | 33 |
| 1.1. Activité Antibactérienne | 33 |
| 1.2. Activité antifongique | 34 |
| 1.3. Mode D'action des huiles essentielles sur les bactéries | 35 |
| 1.4. Facteurs influençant l'activité antimicrobienne des huiles essentielles | 38 |
| 1.4.1. Activité liée à la composition chimique | 38 |
| 1.1.2. Activité liée au microorganisme | 39 |
| 1.5. Principes actifs et mécanisme d'action antifongique des HES | 40 |
| 2. Activité antimicrobienne des extraits aqueux | 40 |
| 2.1. Activité antifongique des extraits | 40 |
| 2.2. Activité antibactérienne des extraits | 41 |
| 3. Méthodes de détermination de l'activité antimicrobienne | 41 |
| 3.1. La Méthode de micro-atmosphère | 41 |
| 3.2. Techniques par contact direct | 41 |
| 3.2.1. Aromatogramme | 41 |
| 3.2.2. Méthode de puits ou cylindre | 42 |
| Conclusion | 43 |
| Référence bibliographique | |



INTRODUCTION

Introduction

Les plantes médicinales contiennent un large spectre des substances phytochimiques qui sont des sources d'antis oxydants naturels tels que les acides phénoliques, les flavonoïdes et les tanins, ces composées possèdent en plus de leurs activités antioxydantes d'autres propriétés biologiques : anti-inflammatoires, antimicrobiennes et anti-cancéreuse. **(Arif et Tahir, 2018)**

En effet, en 2002, l'OMS estime que, pour se soigner, 80 % de la population africaine recourt toujours à la médecine traditionnelle pour laquelle la majeure partie des thérapies implique l'exploitation des principes actifs des plantes médicinales. Ces espèces végétales d'aussi grande importance pour la santé, méritent d'être étudiées scientifiquement pour leur meilleure utilisation.

En Algérie comme dans les autres pays en voie de développement, les maladies infectieuses et parasitaires constituent un problème de santé publique majeur. La situation est plus préoccupante à cause de l'apparition des souches de micro-organismes antibiorésistantes et l'émergence des infections non communes qui compromettent les traitements à l'aide des médicaments existants. Face à ces nombreux obstacles que présente l'utilisation des antibactériens disponibles, il est indispensable de rechercher de nouvelles substances antibactériennes efficaces **(Arif et Tahir, 2018)**. On dénombre à plus de 300 espèces à usage thérapeutique ou aromatique existant parmi les 3 150 espèces végétales que compte notre pays. **(Mokkadem, 1999)**

Parmi ces plantes aromatiques, notre choix s'est porté sur le *Pistacia lentiscus*. Qui est un arbuste ou arbre dioïque qui appartient à la famille des Anacardiaceae, pousse dans la région méditerranéenne. **(Hacini et Djelloul, 2017)**

Les huiles essentielles de *Pistacia lentiscus* sont obtenues par hydrodistillation des différentes parties aériennes de la plante ainsi que de sa résine **(Amhamdi et al., 2009)**. L'huile obtenue présente un aspect liquide et limpide, elle est de couleur jaune dégageant une odeur aromatique, très puissante et pénétrante. **(Arab et al., 2014)**

INTRODUCTION

La présente étude a pour objectifs :

- Préparation des extraits bruts de *Pistacia lentiscus* et détermination de leurs rendements.
- Étudier l'activité antimicrobienne des huiles de *Pistacia lentiscus* sur les bactéries à Gram positif et à Gram négatif et les champignons.
- Déterminer l'activité antimicrobienne de l'extrait brut de *Pistacia lentiscus* sur les bactéries à Gram positif et à Gram négatif et les champignons
- Évaluer l'activité antibactérienne et antifongique des huiles essentielles et des extraits

La première partie de cette étude est consacrée à une recherche bibliographique sur la plante étudiée, sa description, sa répartition géographique, les huiles essentielles, caractérisation des espèces étudiées et enfin l'activité antibactériennes et antifongiques des huiles essentielles à tester. La seconde partie du travail est réservée à l'étude expérimentale ; matériels et les méthodes utilisés pour la réalisation de ce travail aussi les résultats obtenus suivis par une discussion. Enfin, une conclusion et les perspectives qui feront l'objet de la troisième partie.

CHAPITRE I :

Pistacia lentiscus

«La plante joue un rôle d'un agent curatif et de thérapeutique en préservant la santé humaine contre les maladies et l'affaiblissement depuis le début de la vie de l'homme sur la terre».

Kawsar Uddin *et al.*, 2003

1. Étude botanique de *Pistacia lentiscus*

Pistacia lentiscus est un arbre au mastic (Jean Marie, 2007), c'est une plante médicinale et aromatique qui pousse à l'état sauvage (Haloui *et al.*, 2018).

Pistachier lentisque est connu sous l'appellation de : Darou, dherou ou drou en arabe local, lentisque et arbre au mastic en Français et lentisk en Anglais, c'est un arbre spontané qui pousse sur tout le bassin méditerranéen. (Bouaine ,2017)

Pistacia lentiscus est un arbuste à feuilles persistantes, avec des parties mâles et femelles, qui présente une forte odeur de résine, elle peut atteindre 2 à 3 mètres de haut, en certain condition elle peut atteindre 5 à 6 m de haut. Il arrive à sa hauteur maximale à 40-50 ans, le tronc de lentisque est grisâtre, noircie et crevasse avec l'âge, Les feuilles sont alternées, tannées et en forme de plume, avec des pétioles ailés et cinq à six paires de petites feuilles vertes foncées. (Bouaine ,2017)

Tableau 1 : Noms vernaculaires de *Pistacia lentiscus* (Dahmani, 2015).

| Langue | Noms |
|------------------------|---------------------------------------|
| Nom en Arabe | Au-mastic Edhrou Derou |
| Nom en Espagnol | Lentisco Charneca |
| Nom France | Arbre au mastic, Pistachier lentisque |
| Nom en Anglais | Mastic Tree Lentiskn Cyprus Sumac |
| Nom en Italien | Lentischio Lentisco Sondro Stinco |
| Nom en Algérie | Darou Derou |
| Nom en Algérie (Jijel) | Tro ou troo |
| Nom en kabyle | Amadagh |



Figure 01 : Représentation des feuilles, des fleurs (A : fleurs males ; B: fleurs femelles), et les fruits de *P. lentiscus* (Dahmani, 2015).

2. Taxonomie :

Le lentisque, ou pistachier lentisque appartenant à la famille cosmopolite des Anacardiaceae qui comprend environ 70 genres et plus de 600 espèces. (Bozorgi *et al.*, 2013)

Selon la classification commune de Zohary (1952) cité par AL-Saghir et Porter (2012), le genre *Pistacia* regroupe 10 autres espèces : *Pistacia mexicana* ; *Pistacia texana* ; *Pistacia saportae* ; *Pistacia weinmannifolia* ; *Pistacia atlantica* ; *Pistacia chinensis* ; *Pistacia khinjuk* ; *Pistacia palaestina* ; *Pistacia. terebinthus* (le pistachier térébinthe) et enfin *Pistacia vera*, le pistachier vrai ou commun, la seule espèce cultivée pour l'alimentation humaine et la plus importante économiquement.

Tableau 02 : Taxonomie de *Pistacia lentiscus* (Maameri, 2014)

| Règne | Végétal |
|--------------------|----------------------|
| Embranchement | <i>Spermaphytes</i> |
| Sous embranchement | <i>Angiospermes</i> |
| Classe | <i>Dicotylédones</i> |
| Ordre | <i>Sapindales</i> |
| Famille | <i>Anacardiaceae</i> |
| Genre | <i>Pistacia</i> |

3. Répartition géographique en Algérie :

En Algérie, le *P. lentiscus* occupe l'étage thermo-méditerranéen. Sa limite méridionale se situe aux environs de Saida, sa présence au sud de l'Atlas saharien n'est pas signalée. *P. lentiscus* est généralement dispersé sur tout le littoral. On le retrouve sur tout type de sol, subhumide et semi-aride (Smail, Saadoun, 2005), plus précisément dans le bassin du Soummam en association avec le pin d'Alep, le chêne vert et le chêne liège. (Belhadj, 2000)

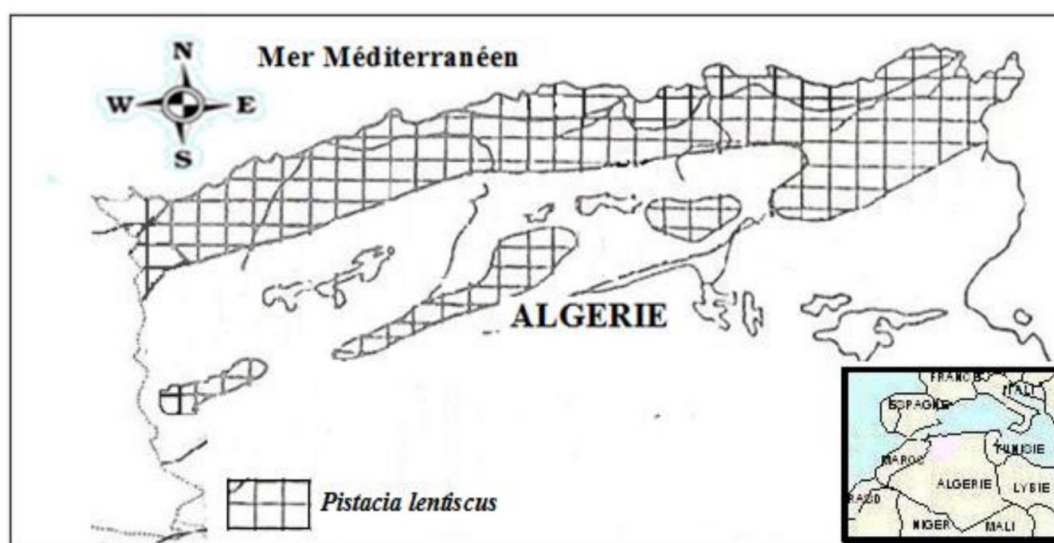


Figure 02 : Aire de répartition du *Pistacia lentiscus* en Algérie (Quezel et Santa., 1962-1963).

4. Etude phytochimique des différents produits de *P. lentiscus* :

4.1. Fruits : Les fruits de *P. lentiscus* présentent une très forte teneur en acides gras mono-insaturés (Trabelsi *et al.*, 2012). Et une très forte teneur en anthocyanes, leucoanthocyanes, tannins totaux, tannins galliques, flavonoïdes, glucosides et amidon. Avec une présence modérée des mucilages et une absence totale des saponosides, des sénosides, des quinones libres, des coumarines, des irridioïdes et des alcaloïdes. (Arab *et al.*, 2014)

4.2. Feuilles : Les analyses révèlent une très forte teneur des feuilles en leucoanthocyanes, en saponosides, en sénosides, en alcaloïdes et en tannins totaux et une teneur moyenne en glucosides. (Arab *et al.*, 2014)

4.3. Résine : La résine présente cinq constituants majeurs solubles dans l'éthanol : α -pinène (40%), β pinène (1,5%), β -myrcène (9%), le limonène (1,0%), et β -caryophyllène (5%). (Koutsoudaki *et al.*, 2005)

5. Utilisation thérapeutiques traditionnelles de *P. lentiscus* :

P. lentiscus est une plante connue depuis longtemps par les humains. Depuis l'antiquité, les vertus thérapeutiques des produits issus de cet arbuste font partie de la pharmacopée traditionnelle de plusieurs pays du pourtour méditerranéen (Riddle, 2002). Selon la pharmacopée traditionnelle de ces régions, pratiquement toutes les parties de la plante peuvent être utilisées à des fins médicinales. La résine est utilisée comme antiseptique du système respiratoire (Duru, 2003). Elle possède une activité anti-*Helicobacter pylori* et peut être bénéfique dans le traitement d'ulcère de l'estomac. (Delazar *et al.*, 2004)

L'écorce du *P.lentiscus* est largement utilisé contre l'hypertension dans certaines régions d'Espagne, les gens préparent la partie aérienne de la plante en décoction à 1% et prennent 1 SOml, une fois par jour à jeun. (Villar *et al.*, 1987)

D'autres activités ont été soulignées : dans le traitement d'eczéma, diarrhées, jaunisse, l'asthme, antipyrétique et anti-inflammatoire. (Giner-Larza *et al.*, 2002)

II. les huiles essentielles

1. Définition :

L'association française de normalisation (AFNOR) définit une huile essentielle comme étant un produit obtenu à partir d'une matière végétale, soit par entraînement à la vapeur d'eau, soit par des procédés mécaniques à partir de l'épicarpe des citrus, soit par distillation à sec. L'HE est ensuite séparé de la phase aqueuse par des procédés physiques (AFNOR, 2000). L'huile essentielle est le parfum des plantes aromatiques. Elle s'appelle aussi l'essence ou l'huile volatile qui est un produit de composition généralement assez complexe renfermant les principes volatiles contenus dans les végétaux et plus ou moins modifiés au cours de la préparation. (Bruneton, 1999)

Les huiles essentielles de *Pistacia lentiscus* sont obtenues par hydrodistillation des différentes parties aériennes de la plante ainsi que de sa résine (Amhamdi *et al.*, 2009). L'huile obtenue présente un aspect liquide et limpide, elle est de couleur jaune dégageant une odeur aromatique, très puissante et pénétrante. (Arab *et al.*, 2014)

2. Localisation des huiles essentielles :

Les HEs n'existent quasiment, que dans les végétaux supérieurs. Elles se forment dans un grand nombre de plantes comme produits du métabolisme secondaire. Elles peuvent être stockées dans divers organes : fleurs, feuilles, écorces, bois, racines, rhizomes, fruits ou graine. Dans le cas le plus simple, les huiles essentielles se forment dans le cytosol des cellules où, soit elles se rassemblent en gouttelettes comme la plupart des substances lipophiles, soit s'accumulent dans les vacuoles des cellules épidermiques ou des cellules du mésophile de nombreux pétales (Gerhard, 1993). D'autres structures histologiques spécialisées souvent localisées sur ou à proximité de la surface de la plante sont impliquées dans l'accumulation des huiles volatiles. Ces structures regroupent les poils et les canaux secteurs et les poches sécrétrices. (Bruneton, 1999)

3. Facteurs de variabilité des huiles essentielles :

Tableau 03 : Facteurs de variabilité des huiles essentielles

| Facteur | Explication |
|---|--|
| <i>1 Origine botanique</i> | La composition varie selon l'espèce productrice. (Bruneton, 1987) |
| <i>2 Origine géographique</i> | Une même plante grandissant dans des lieux différents avec changement de situation géographique (altitude et latitude), avec variation de la nature du sol, peut produire des huiles essentielles différentes. (Joy Bowes, 2003) |
| <i>3 Organe producteur</i> | Selon la partie de la plante (feuilles, fleurs) distillée, il peut exister plusieurs huiles essentielles pour la même plante avec des compositions chimiques et des activités différentes. (Bouaine, 2017) |
| <i>4 Cycle végétatif</i> | La production des différents constituants d'une huile essentielle varie au long du développement. (Bruneton, 1999). |
| <i>5 Influence de procédé d'obtention</i> | Vue leur labilité (HE), l'hydro distillation, par exemple peut induire l'hydrolyse des esters en présence de l'eau et de la température (Bruneton, 1993). Il faut aussi évoquer, chez certaines Lamiaceae, un stockage de 24 heures suffit pour induire des changements sensibles de composition. (Bruneton, 1999) |
| <i>6 facteurs génétiques</i> | -Hybridations: sont à l'origine de l'hétérogénéité dans une population végétale. (Bouaine, 2017) -Facteurs de mutation : l'apparition d'une nouvelle race chimique par mutation peut provoquer de profondes modifications dans la composition de l'huile essentielle. (Bouaine, 2017) |
| <i>7 Chimiotypes ou races chimiques</i> | D'une même espèce botanique peut fournir différentes huiles essentielles. (Bruneton, 1999) |

4. Propriétés physico-chimiques des HEs :

Les huiles essentielles forment un groupe très homogène. Ses propriétés selon (**Bouaine, 2017**) sont :

- Liquides à température ambiante rarement colorées,
- Volatiles, ce qui les différencie des huiles « fixes ».
- Leur point d'ébullition varie de 160 °C à 240 °C.
- Leur densité est inférieure à celle de l'eau (les HEs de sassafras de girofle ou de cannelle constituent des exceptions).
- Elles ont un indice de réfraction élevé et la plupart dévient la lumière polarisée et sont douées d'un pouvoir rotatoire (elles sont soit dextrogyres ou lévogyres).
- Solubles dans les solvants organiques et sont liposoluble et peu solubles dans l'eau.
- Elles sont altérables et très sensibles à l'oxydation.

5. Composition chimique :

Les huiles essentielles peuvent être classées en plusieurs familles biochimiques. L'activité thérapeutique d'une huile essentielle est liée à sa structure biochimique, aux groupes fonctionnels de ses composés principaux (alcools, phénols, composés terpéniques...) et à leurs actions synergiques (**Bouaine, 2017**). Les constituants des HEs appartiennent à deux grands groupes, les terpénoïdes (les monoterpènes et les sesquiterpènes) d'une part et les composés aromatiques dérivés du phénylpropane, beaucoup moins fréquents d'autre part. Elles peuvent également renfermer divers produits issus de processus dégradatifs mettant en jeu des constituants non volatils. (**Bruneton, 1999**)

6. Toxicité des huiles essentielles :

Les huiles essentielles doivent être prises à bon escient et à doses adaptées afin d'éviter de dommageables effets secondaires, parce que l'efficacité et la toxicité ce n'est souvent qu'une question de quantité (**Scimeca, 2007**). Selon Meynadier et Raison-Peyron, 1997 :

- Certaines huiles essentielles peuvent provoquer des réactions cutanées allergiques.
- Les huiles essentielles qui sont utilisées en parfumerie peuvent se comporter en irritant des muqueuses respiratoires et favoriser le déclenchement de crises d'asthmes pour les asthmatiques.
- Une ingestion accidentelle d'huile essentielle peut, selon la sorte et la quantité, générer une toxicité élevée voir un coma et même la mort.

7. Conservation des HEs :

Les HEs sont des substances sensibles et très délicates. La relative instabilité des molécules constitutives des HEs rend leur conservation difficile. Les possibilités de dégradation sont nombreuses. Il convient de les éviter en utilisant des flacons propres et secs en aluminium, en acier inoxydable ou en verre teinté anti actinique, presque entièrement remplis et fermés de façon étanche (l'espace libre étant rempli d'azote ou d'un autre gaz inerte). Le stockage se fait à l'abri de la chaleur et de la lumière. **(Bruneton, 1999)**

8. Action biologique, effets thérapeutiques :

Due aux microorganismes résistants à des antibiotiques, la recherche d'un nouveau médicament prototype pour combattre ces infections est absolument nécessaire. Plusieurs HEs offrent un espoir illimité et un grand potentiel à l'égard de ce problème. **(Benhammou, 2006)**

Les HEs possèdent de nombreuses activités biologiques. En phytothérapie, elles sont utilisées pour leurs propriétés antiseptiques contre les maladies infectieuses d'origine bactérienne ou au niveau de la microflore vaginale et d'origine fongique contre les dermatophytes. Cependant, elles possèdent également des propriétés cytotoxiques qui les rapprochent donc des antiseptiques et désinfectants en tant qu'agents antimicrobiens à large spectre.

En 1977, il est reporté que 60% des dérivés des huiles essentielles examinés à nos jours sont des inhibiteurs des champignons et 30% des inhibiteurs des bactéries. **(Chaurasia et al., 1977 et Cowan, 1999)**

Les huiles essentielles

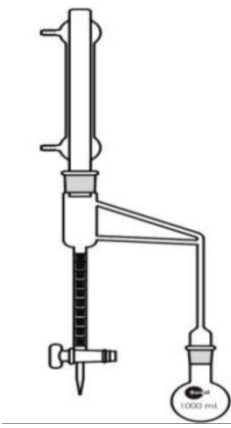
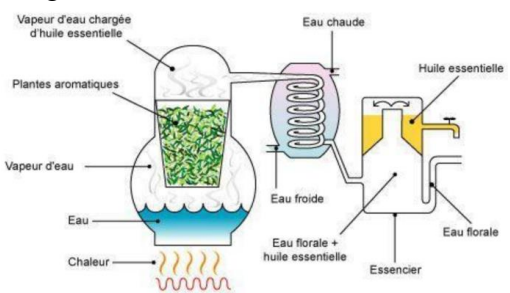
Tableau 04 : Action biologique, effets thérapeutiques des HEs

| Effet | Explication |
|--|---|
| Propriétés Anti-infectieuses | Antibactérien : effet antimicrobien sur Gram négatif et Gram positif. double action effet bactéricide ou bactériostatique. |
| | Antifongiques : effet antifongique, on ajoutera les sesquiterpéniques et les lactones sesquiterpéniques. Par ailleurs, les mycoses ne se développent pas sur un terrain acide. (Belkou, 2005) |
| | Antivirales : Les virus sont très sensibles aux molécules aromatiques contenues dans les huiles essentielles (Bouaine, 2017). L'acide botulinique montre aussi une inhibition vis-à-vis du HIV. Il est suggéré que cette propriété peut être due à l'interférence avec l'enveloppe des virus. (Svoboda <i>et al.</i> , 1999) |
| | Antiparasitaires : Le groupe des phénols possède une action puissante contre les parasites. (Benayad, 2008) |
| | Antiseptique : Les aldéhydes et les terpènes sont réputés pour leurs propriétés désinfectantes et antiseptiques et s'opposent à la prolifération des germes pathogènes. (Benayad, 2008). |
| Propriétés Anti- inflammatoires | Les sesquiterpènes comme le germacrène et le cham azulène ont des propriétés anti-inflammatoires et antiallergiques puissantes. (Benhammou, 2006) |
| Propriétés anti- oxydantes | Les composés phénoliques, comme le thymol, la carvacrol et l'eugénol font partie des molécules des HEs présentant les plus fortes activités antioxydantes ainsi que d'autres composés qui contribuent à cette activité tels que les monoterpènes alcools, cétones, aldéhydes, hydrocarbures et éthers. (Gabriel <i>et al.</i> , 2013) |
| propriétés digestives | Effet contre la formation de gaz au niveau abdominal (huiles essentielles de basilic, d'anis) et elles favorisent la formation des sucs gastriques nécessaires à une bonne digestion (huiles essentielles de cumin, d'estragon, de menthe poivrée). |
| Autres propriétés | Parfumerie et cosmétologie. (Maruzzella, 1962) Applications en industrie alimentaire (Conner, 1993) ; (Bruneton, 1993). Anti Cicatrisant (Bensegueni, 2007) ; (Boulebda <i>et al.</i> , 2009) . |

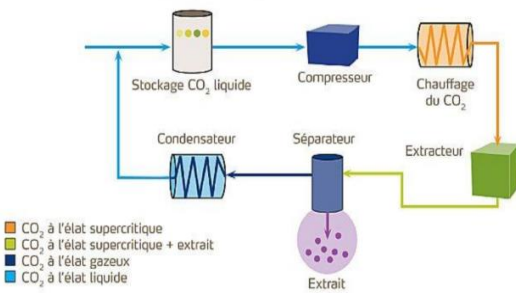
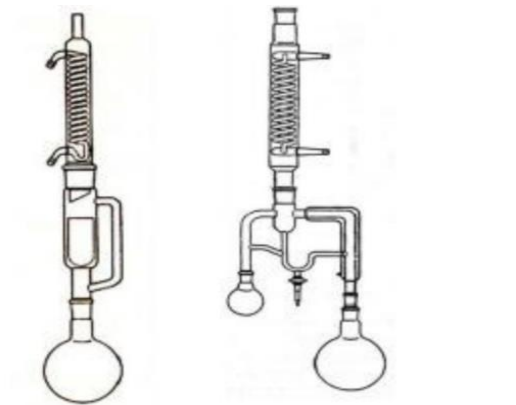
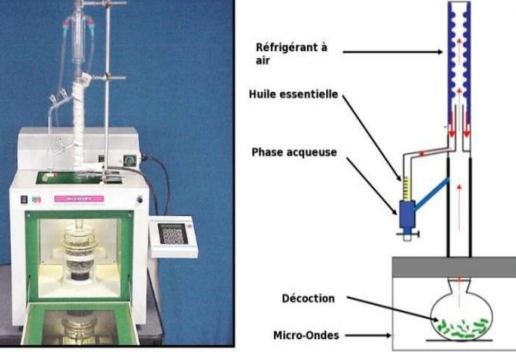
9. Méthodes d'extraction :

Il existe plusieurs méthodes d'extraction des HEs. 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, de l'usage de l'extrait et l'arôme du départ au cours de l'extraction. (Bouacha *et al.*, 2017)

Tableau 05 : Les différentes méthodes d'extraction

| Technique d'extraction | Principe | Avantages | Inconvénient |
|---|---|--|--|
| <p>Hydrodistillation « La méthode de Moritz »</p>  <p>Figure03 : Montage clevenger</p> | <p>Appareil type Clevenger. Le végétale est immerger dans l'eau porté à ébullition. Les vapeurs hétérogènes sont condensées sur une surface froide et HE se sépare par différence de densité. (Bruneton, 1993)</p> | <p>distillation en continu sans modifier la quantité en eau du ballon</p> <p>largement utilisée en parfumerie et cosmétologie.</p> <p>T°C modérées.</p> <p>consommation énergétique réduite.</p> | <p>L'extraction peut atteindre plusieurs heures.</p> |
| <p>Distillation par entraînement à la vapeur d'eau « méthode Parnas-Wagner »</p>  <p>Figure04 : Montage d'extraction des HEs par entraînement à la vapeur d'eau</p> | <p>dans la distillation à vapeur saturée, la MV est placée sur une grille perforée au-dessus de la base de l'alambic sans contact avec l'eau. Les principes volatils sont entraînés par les vapeurs d'eau puis refroidis et enfin séparés de la phase par décantation. (Moro - Buronzo, 2008)</p> | <p>Pas d'hydrolyse ou dégradation des molécules aromatiques.</p> <p>Meilleure récupération des HEs. (Xavier et Chemat, 2012).</p> | <p>Exige haute température. (Xavier et Chemat, 2012)</p> |
| <p>Extraction au CO2 supercritique</p> | <p>CO2 permet l'extraction dans le domaine liquide et la</p> | <p>CO2 abondant et peu couteux, non</p> | <p>Investissement pour matériel</p> |

Les huiles essentielles

| | | | |
|---|--|--|--|
|  <p> ■ CO₂ à l'état supercritique ■ CO₂ à l'état supercritique + extrait ■ CO₂ à l'état gazeux ■ CO₂ à l'état liquide </p> <p>Figure05 : Schéma de principe d'extraction par CO2 supercritique</p> | <p>séparation dans le domaine gazeux. (Scimeca, 2007)</p> <p>-Le végétal est placé dans un extracteur traversé par le flux de CO2 supercritique. - Le fluide se charge en composés extrait, puis il est détendu, passe en phase gazeuse et se sépare du composé extrait. ce dernier est recueilli dans un séparateur. (Reverchon, 1997)</p> | <p>toxique</p> <p>-Diffusion élevée - Extraction sélective et douce sans dénaturer les molécules sensibles. (Mira et al., 1996)</p> | <p>coûteux</p> <p>Consommation d'énergie importante. (Donelian et al., 2009)</p> |
| <p>Extraction par solvant Organique volatils</p>  <p>Appareil de Soxhlet Appareil Lickens-Nickerson</p> <p>Figure06 :Montage d'extraction par solvant</p> | <p>placer dans un extracteur un solvant volatil et la MV. Grâce à des lavages successifs, le solvant va se charger en molécules aromatiques, avant d'être envoyé au concentrateur pour y être distillé à pression atmosphérique. Les solvants les plus utilisés sont : l'hexane, le cyclohexane, l'éthanol, le méthanol, le dichlorométhane et l'acétone</p> | <p>températures très faibles.</p> <p>Le rendement est supérieur.</p> <p>Utiliser pour les plantes fragiles. (Henri, 1993)</p> | <p>Manque de sélectivité</p> <p>Toxicité de solvant</p> <p>Résidus de solvant peuvent être présentés dans l'HE. (Bruneton, 1999)</p> |
| <p>Extraction sans solvant assistée par micro-ondes</p>  <p> Réfrigérant à air Huile essentielle Phase aqueuse Décocion Micro-Ondes </p> <p>Figure07 :Montage d'extraction assistée par micro-onde</p> | <p>- La plante est chauffée sélectivement par un rayonnement micro-onde dans une enceinte dont la pression est réduite de façons séquentielle.</p> <p>- L'HE est entraîné dans le mélange isotopique formé avec la vapeur d'eau propre à la plante traité. (Bruneton, 1999)</p> | <p>- Réduire considérablement la durée de distillation</p> <p>- Peu consommateur d'énergie.</p> <p>- Un rendement en HE est élevé. (Zlotorynski ,1995)</p> | |

Les huiles essentielles

| | | | |
|---------------------------------|--|---|---|
| Enfleurage et Macération | -Les plantes sont macérés dans des graisses et chauffées après étalées sur des châssis en bois pendant des jours. Une fois gorgés de parfum. Les corps gras sont filtrés au travers de tissus de lin ou de coton, Les huiles sont ensuite lavées à l'alcool pur, filtrées et évaporées | -Très utilisée pour les fleurs extrêmement délicates (le jasmin, la tubéreuse, et les fleurs d'oranger). (Padrini et Lucheroni, 1996) | -Très coûteuse -Durée d'extraction est très longue -Le rendement en HE est faible. (Xavier et Chemat, 2012) |
|---------------------------------|--|---|---|

10.L'extrait des plantes : Mode de préparation des extraits à base des plantes :

- **Macération** : La drogue, réduite en fragments, est mise en contact avec l'ensemble de la quantité de solvant et conservée plusieurs jours à l'abri de la lumière et à température ambiante. Régulièrement agitée, la solution finale sera soutirée et le marc pressé. Cette solution extractive conduira après évaporation du solvant à un extrait. **(Wichtl, 2003)**

- **Infusion** : Elle consiste à verser de l'eau bouillante sur la plante, couvrez et laissez à infuser pendant 5 à 10 minutes, puis le filtre.

- **Décoction** : C'est le fait d'extraire les principes actifs des morceaux d'écorces ou des racines ; on fait cuire le morceau de la plante dans l'eau chaude pendant plusieurs minutes (10 à 30 minutes) à feu doux, on laisse infuser puis filtrer. **(Benrokia et Aouar, 2015)**

CHAPITRE II :

*Bactéries à Gram positive et à Gram négative et
Champignons*

1. Bactérie à Gram positif

1.1. Le *Staphylococcus aureus*

C'est un agent pathogène important à la fois dans les milieux sanitaires et communautaires, provoque un large éventail de maladies allant des infections de la peau et des tissus mous à des maladies invasives telles que la pneumonie, la septicémie, l'ostéomyélite et l'endocardite. (Tsong-Hua wu *et al.*, 2018).

1.1.1. Taxonomie :

Tableau 06 : Taxonomie de *S. aureus* (Yves et Michel, 2009)

| | |
|------------------------|------------------------------|
| Domaine (règne) | <i>Eubacteria.</i> |
| Division (phylum XIII) | <i>Firmicutes</i> |
| Classe | <i>Bacilli</i> |
| Ordre | <i>Bacillales</i> |
| Famille | <i>Staphylococcaceae</i> |
| Genre | <i>Staphylococcus</i> |
| Espèce | <i>Staphylococcus aureus</i> |

1.1.2. Habitat : *S. aureus* est une bactérie ubiquitaire, elle possède des capacités d'adaptation et de résistance au stress importantes et elle est capable de survivre dans un large éventail d'habitats environnementaux. (Robert, 2013). L'habitat préférentiel de *S. aureus* chez L'homme est la muqueuse nasale.

1.1.3. Caractères d'identifications :

a. Morphologie : Ce sont des cocci Gram positif d'environ 0,5 à 1 µm de diamètre, apparaissant au microscope sous la forme diplocoques et en courtes chaînettes ou grappes ressemblant à des raisins en raison de trois planaires incomplètes divisions (Delarras, 2014). La majorité des *S. aureus* sont capsulés mais ils peuvent perdre leur capsule après culture. (Robert, 2013). Elle possède des colonies dorées jaune pigmentées ; d'où son nom Staphylocoque doré.

b. Caractères culturels : Les souches de *S. aureus* ont un pouvoir de résistance dans les milieux hostiles, elles ont la capacité de pousser à des températures allant de 7°C jusqu'à 48°C avec un optimum de croissance de 37°C et une salinité de 75% et à un pH allant de 4 jusqu'à 10. (Grace and Fetsch, 2018). Elles font partie des bactéries non exigeantes, sont cultivées dans des milieux ordinaires et dans des milieux sélectifs tel que le milieu Chapman ou Baird Parker. Ses colonies sur gélose ordinaire sont lisses, rondes, d'un diamètre de 1 à 3 mm, arrondies, bombées de couleur jaune dorée à jaune orange. En Bouillon, la culture de *S. aureus* forme un trouble uniforme abondant ; parfois un dépôt et un voile en surface. (Yves and Michel, 2009).

c. Caractères biochimique : *S. aureus* a un métabolisme aérobie prédominant et anaérobie facultatif. Elle est catalase positive à la différence des bactéries du genre *Streptococcus* qui n'ont pas de métabolisme aérobie. elle est toutefois capable de fermenter le glucose (métabolisme anaérobie) à la différence des microcoques. Capable de fermenter le mannitol.

Tableau 07 : Caractères biochimiques Staphylococciques (Grace et Fetsch, 2018)

| caractères /espèces | Clumping factor | Coagulase | Nitrate réductase | Glucose | Mannitol | D-xylose | phosphatase |
|----------------------|-----------------|------------|-------------------|---------|----------|----------|-------------|
| <i>S.aureus</i> | + | + | + | + | + | - | + |
| <i>S.epidermidis</i> | - | - | ± | + | - | - | + |
| caractères /espèces | DNase | Saccharose | D-tréhalose | Maltose | Hémolyse | Uréase | Catalase |
| <i>S.aureus</i> | + | + | + | + | + | + | + |
| <i>S.epidermidis</i> | - | + | - | + | ± | + | + |

1.1.4. Facteurs de virulence :

La pathogénicité et la virulence des *S. aureus* est associé à la capacité de cet organisme à produire plusieurs facteurs de virulence dont ces facteurs sont généralement divisés en trois catégories principales. (John, 2018). Ces facteurs vont favoriser la colonisation de l'hôte, la multiplication bactérienne, permettre à la bactérie d'échapper au système immunitaire de l'hôte ou provoquer directement des dommages aux tissus (Graille et al., 2000).

Tableau 08: facteurs de virulence et mécanisme d'action

| Facteurs de virulence | Mécanisme d'action |
|---|---|
| Composants de l'enveloppe | |
| Capsule | Résiste à la phagocytose et diminue l'accès des neutrophiles à la bactérie, lui donnant le pouvoir de persistance dans le tissu infecté. |
| Facteurs d'adhésion | |
| Protéine A | La protéine s'adhère au fibronectine et au plasma de l'hôte ce qui favorise l'attachement de <i>S. aureus</i> . D'autre part la protéine A se lie sur la région Fc des IgG dans une mauvaise orientation ce qui perturbe l'opsonisation et la phagocytose. |
| Biofilm | La formation du biofilm par les souches de <i>S. aureus</i> procure à cette dernière une persistance et une dispersion dans l'environnement et une meilleure résistance |
| Enzymes | |
| Coagulase | La liaison du Clumping factor au fibrinogène du plasma et sa transformation en fibrine coagule le plasma de l'hôte ce qui favorise la dissémination du germe et sa résistance à la phagocytose. |
| Toxines | |
| Leucocidine de Pantone-Valentine (PVL) | S'insère sur la membrane cytoplasmique des leucocytes et forme des pores. Elle est responsable de pneumonies nécrosantes et des infections cutanées contagieuses. |
| Hémolysines | Des toxines ayant la capacité de former des pores sur la membrane des cellules eucaryotiques et provoque une fuite osmotique. elles ont aussi une activité cytolytique contre les plaquettes et les monocytes. |
| Super antigènes | desimmuno-stimulateurs de nature protéique résistante à la chaleur et aux protéases, impliqués dans le syndrome du choc toxique et des gastro-entérites. Ils ont la faculté de déclencher la synthèse rapide des cytokines (IL2, IFN α , IFN β) à des niveaux toxiques ce qui cause une altération des organes. |

1.1.5. *S. aureus* et la résistance aux antibiotiques :

Une étude réalisée aux États-Unis a montré que les bactéries à Gram positif étaient à l'origine de 50 % des infections nosocomiales dans les hôpitaux pédiatriques dont 15 % impliquaient des *S. aureus*.

a. SARM : Le SARM signifie *Staphylococcus aureus* résistant à la méticilline. Généralement, les infections du SARM ne se développent pas chez les personnes en bonne santé. Elles sont plus courantes chez celles qui sont déjà hospitalisées car la bactérie trouve souvent un point d'entrée dans le corps, tel qu'une plaie chirurgicale ou un tube d'intraveineuse. La prévalence des SARM dans le monde est très hétérogène et variable : elle varie avec les pays et les régions, avec la période d'étude, les services et les conditions de vie des populations concernées (Touaitia, 2016).

La résistance à la méticilline chez *S. aureus* est acquise par l'insertion dans le chromosome d'un élément génétique mobile appelé SCC mec (pour staphylococcus cassette Chromosome mec) abritant le gène mecA (Hiramatsu *et al.*, 2001).

b. SARV : Les souches de *S. aureus* ne répondant pas au traitement de vancomycine ont une sensibilité diminuée à cet antibiotique, une concentration minimale inhibitrice (CMI) envers la vancomycine comprise entre 4 et 16 µg/ml définit une souche de sensibilité diminuée ou intermédiaire. Ces microorganismes sont dénommés VISA pour « vancomycin-intermediate *S. aureus* », ou plus généralement GISA, « glycopeptide-intermédiaire *S. aureus* », étant également résistants à la teicoplanine (CMI = 16 µg/ml). Les souches de *S. aureus* sensibles à la vancomycine ont des CMI inférieures ou égales à 4 µg/ml, alors que celles dont les CMI sont égales ou supérieures à 32 µg/ml sont définies comme résistantes. (Crossley KB .2010).

1.2. *Listeria monocytogenes*

Listeria monocytogenes est un pathogène Gram positif d'origine alimentaire, qui se développe à basse température (4 ° C), a été détectée dans les produits laitiers, la viande crue et Fruit de mer. (Kong DZ *et al.*, 2015)

1.2.1. Taxonomie :

Des études d'hybridation ADN/ADN ont mis en évidence la grande hétérogénéité génomique des souches initialement regroupées sous le nom de *L. monocytogenes*. En utilisant des méthodes biochimiques et génétiques, cette espèce a donc par la suite été distinguée des autres espèces de *Listeria*. (Guillet *et al.*, 2010).

Tableau 09 : Dix-huit espèces de *Listeria* référencées en 2015

| Espèce de <i>Listeria</i> | Référence |
|---|---------------------------------|
| <i>L. monocytogenes</i> , <i>L. innocua</i> , <i>L. seeligeri</i> , <i>L. welshimeri</i> , <i>L. grayi</i> , <i>L. denitrificans</i> et <i>L. ivanovii</i> | Wiedmann (2002) |
| <i>L. marthii</i> | Graves <i>et al.</i> (2010) |
| <i>L. rocourtiae</i> | Leclercq <i>et al.</i> (2010) |
| <i>L. fleischmannii</i> | Bertsch <i>et al.</i> (2013) |
| <i>L. weihenstephanensis</i> | Halter <i>et al.</i> (2013) |
| <i>L. floridensis</i> , <i>L. aquatica</i> , <i>L. cornellensis</i> , <i>L. riparia</i> et <i>L. grandensis</i> | den Bakker <i>et al.</i> (2014) |
| <i>L. booriae</i> et <i>L. newyorkensis</i> | Weller <i>et al.</i> (2015) |

1.2.2. Habitat : *L. monocytogenes* est une bactérie ubiquitaire saprophyte facultative qui peut vivre dans le sol et la végétation. Elle dispose d'une forte capacité d'adaptation et peut survivre ou se multiplier dans des conditions difficiles. (ANSES, 2011)

1.2.3. Caractères d'identifications

a. Morphologie : *L. monocytogenes* est décrite comme un petit bacille Gram positif, non capsulé, non sporulé, formant des bâtonnets aux bouts arrondis. Les bactéries sont mobiles entre 22 et 28°C et immobile à 37°C. (Nilsson, 2011).

b. cultureux : *Listeria* est aérobie microaérophile. Les cultures sont plus abondantes sous une tension Réduite en oxygène (O₂) et anaérobie facultative. Elle est mésophile mais avec un comportement souvent psychrotrophe (Djenane *et al.*, 2006). On peut la cultiver sur un milieu ordinaire, sur un milieu sélectif ou sur la gélose au sang. Elle donne des petites colonies
Nacer.H ;Djoual.J ;Fassekh.S (2020). **Activité antimicrobienne des huiles essentielles et des extraits de *Pistacia lentiscus***

transparentes à bords réguliers, sur la gélose au sang elles sont entourées d'une zone d'hémolyse bêta. Elle ne forme pas de spore. Quelques espèces sont β -hémolytiques sur gélose au sang. *Listeria*, en gélose molle dans un tube, inoculée par piqûre centrale et incubée à 20°C, a une Croissance visible sur toute la hauteur du tube, avec un trouble plus intense à quelques millimètres au-dessous de la surface du milieu ; la mobilité se traduit par une image en Parapluie caractéristique (**Larpent, 2004**).

c. Biochimiques : Petit bacille mobile, non sporulé. Aérobie-anaérobie facultatif, fermente de nombreux glucides sans gaz. Ne produit pas d'urée et d'indole. Température de croissance : entre - 2°et + 45°C, température optimale entre + 30°et + 39°C, pH de croissance : entre 4,6 et 9,6, pH optimal 7,1. La pasteurisation correctement réalisée détruit les *Listeria*.

1.2.4. Facteur de virulence :

Le principal facteur de virulence de *L. monocytogenes* est la listériolysine O (LLO), une toxine qu'elle synthétise et qui lui permet l'invasion cellulaire, la survie intracellulaire et la propagation de cellule à cellule de son hôte (**Hamon et al., 2012**).la bactérie induit elle-même sa phagocytose, devenant ensuite prisonnière d'un phagosome (1). Le phagosome est déstabilisé par l'expression de la LLO et de phospholipases qui permettent l'évacuation de la bactérie (2). *L. monocytogenes* peut ensuite se répliquer dans le cytoplasme de la cellule infectée (3). Le gène ActA est également exprimé, ce qui induit la polymérisation de filaments d'actine (4) agissant comme un système de propulsion de *L. monocytogenes*, lui permettant de se propager à une autre cellule (5). Le cycle intracellulaire de réplication se répète par la suite (6) (7) (**Hamon et al., 2012**).

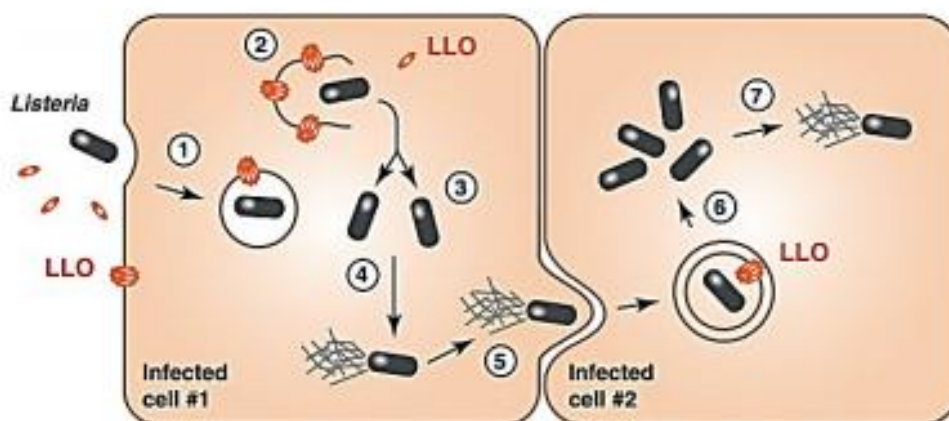


Figure 08 : Mécanisme de virulence de *L. monocytogenes* (**Hamon et al., 2012**).

1.2.5. Résistance de *L. monocytogenes* aux antibiotiques :

Un grand nombre d'antibiotiques sont actifs sur *L. monocytogenes* : pénicilline G, Aminopénicillines, aminosides, rifampicine, chloramphénicol, triméthoprimine et Vancomycine. *L. monocytogenes* est naturellement résistante aux céphalosporines, à l'oxacilline, à l'aztréonam, à la fosfomycine et à l'acide nalidixique. La résistance acquise aux antibiotiques reste exceptionnel.

2. Bactéries à Gram négative

2.1. *Escherichia coli* (*E. coli*) :

C'est un micro-organisme qui s'installe dans l'intestin des nouveau-nés rapidement après la naissance ; pendant un certain temps, elle constitue l'élément dominant de leur flore intestinale et elle reste présente chez l'adulte. (Haouzi, 2013)

Cependant, certaines souches d'*Escherichia coli* peuvent être pathogènes entraînant alors des gastroentérites, infections urinaires, méningites, osepticémies. (Cristian, 2008)

2.1.1. Taxonomie :

C'est un germe très courant. Il existe au sein du genre *Escherichia* cinq autres espèces : *E. albertii*, *E. blattae*, *E. fergusonii*, *E. hermannii* et *E. vulneris* (Charlotte, 2017)

Tableau 10: La classification d'*Escherichia coli* (Bergey's manual, 2012)

| | |
|----------------------|--|
| Règne | <i>Bacteria</i> |
| Embranchement | <i>Proteobacteria</i> |
| Classe | <i>Gamma Proteobacteria</i> |
| Ordre | <i>Enterobacteriales</i> |
| Famille | <i>Enterobacteriaceae</i> |
| Genre | <i>Escherichia</i> |
| Espèce | <i>Escherichia coli</i> (<i>E. coli</i>) |

2.1.2. Habitat : *E. coli* est un hôte normal du tube digestif de l'Homme. L'appellation commune colibacille est une contraction de << bacille du côlon >> rappelant son caractère de bactérie commensale du tube digestif. Chaque personne porte dans son tractus intestinale une population d'*E. coli* et se trouve fatalement dans les égouts. Cette bactérie est également présente au niveau du revêtement cutanéomuqueux, à proximité des orifices naturels. (Prodhomme, 2008).

2.1.3. Caractères d'identifications :

a. Morphologie et caractères culturels : *E. coli* sont des Bacilles mobiles Aéro-anaérobies facultatifs, Culture facile sur milieux ordinaires, lactosés. Sur milieux solides après 18-24h ; les colonies sont arrondies, lisses, à bords réguliers, de 2 à 3 mm de diamètre. Pousse sur milieux sélectifs type Mac Conkey. (Danielle, 2015)

b. Caractères biochimiques : *E. coli* possède une catalase mais elle est dépourvue d'oxydase. L'étude d'activités enzymatiques et de la fermentation des sucres est réalisée à l'aide de micro-méthodes validées disponibles dans le commerce sous forme de galeries. Ces dernières permettent l'identification de cette bactérie ainsi que le diagnostic différentiel avec les autres bactéries de la même famille. (HADJER M, 2018).

Tableau 11 : Caractères biochimiques d'*Escherichia coli*

| Test | GLU | LAC | H2S | GAZ | ODC | ADH | MAL | URE | TDA |
|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Résultat | + | + | + | + | +/- | +/- | - | - | - |

2.1.4. Facteurs de virulences : Pouvoir pathogène d'*E. coli* est lié aux facteurs de virulence potentiels, Les facteurs d'adhésion. Elle est responsable de 80 % des infections urinaires primitives (Danielle, 2015). Il existe différents facteurs de pathogénicité chez *E. coli*.

2.1.5. Sensibilité aux antibiotiques : *E. coli* était sensible à plusieurs antibiotiques comme céfazoline, céftriaxone, cefixitine...mais l'acquisition de la résistance à un large spectre d'antibiotiques est très fréquente surtout en milieu hospitalier. *E. Coli* sont naturellement sensibles aux antibiotiques actifs sur les bacilles à Gram- comme les aminosides et les fluoroquinolones. Elle est une entérobactérie comme toutes les entérobactéries qui présente une résistance naturelle aux glycopeptides et à la pénicilline G. Elles sont naturellement sensibles à l'ensemble des bêtalactamines (Saidani, 2012).

2.2. *Pseudomonas aeruginosa* :

Elles sont des bacilles à Gram négatif non fermentant, , fins, droit et très mobiles grâce à un flagelle polaire., elles sont aérobies strictes, se cultivant facilement sur tous les milieux en aérobiose (Singleton., 2005).

2.2.1. Taxonomie :

Tableau 12 : Taxonomie de *P. aeruginosa* (Chaker H.,2012)

| | |
|----------------------|----------------------------|
| Règne | <i>Bacteria</i> |
| Embranchement | <i>Prokaryota</i> |
| Division | <i>Proteobacteria</i> |
| Classe | <i>Gammaproteobacteria</i> |
| Ordre | <i>Pseudomonadales</i> |
| Famille | <i>Pseudomonadaceae</i> |
| Genre | <i>Pseudomonas</i> |
| Espèce | <i>Aeruginosa</i> |

2.2.2. Habitat : *P. aeruginosa* est une bactérie ubiquitaire, qui vit naturellement à l'état de saprophyte dans l'environnement. Son réservoir naturel est permanent et représenté par l'eau (eaux douces, usées ou marines), les sols humides et les végétaux. Elle peut aussi être présente dans les poussières en suspension dans l'air. Ses exigences nutritives modestes lui permettent de survivre et de se multiplier sur différents supports et matériels, surtout s'ils sont humides. (Bertrand X *et al.*, 2011).

2.2.3. Caractères d'identifications :

a. morphologie et caractères culturels : *P. aeruginosa* est un bacille Gram négatif en forme de bâtonnet, de 0.5 à 0.8 µm de diamètre sur 1 à 3µm de long. Mobile grâce à un flagelle polaire généralement unique, dépourvu de spores et de capsules. Mais parfois entourée d'une pseudo-capsule, mésophile capable de se développer dans des températures allant de +4°C à +45°C avec une température optimale de croissance entre 30°C et 37°C (Sefraoui, 2015).

b. caractères biochimiques :

Tableau 13 : caractères biochimiques de *P. aeruginosa*

| | |
|-------------------------------|---|
| Métabolisme | <i>P. aeruginosa</i> est caractérisé par un métabolisme oxydatif. Ces bactéries ont la capacité de dégrader des composés complexes, tels que les protéines et les polysaccharides complexes comme l'amidon, la cellulose (Boudouda R., 2015) |
| Production de pigments | <i>P. aeruginosa</i> produit deux types de pigments (fluorescent ou non) qui servent à son identification, ils peuvent être mis en évidence dans les milieux de King B et King A. * Pyoverdine : pigment jaune-vert fluorescent, soluble dans l'eau, insoluble dans le chloroforme. * Pyocyanine (phénazinique) : pigment bleu-vert non fluorescent soluble dans l'eau et le chloroforme, <i>P. aeruginosa</i> est la seule espèce à le produire. |

D'autres caractères sont utiles pour le diagnostic d'espèce (Liazid, 2012)

| Test | Indole | Urée | LDC /ODC | Gélatine | Nitrate-reductase | ONPG | TDA/H ₂ S | ADH |
|-----------------|--------|------|----------|----------|-------------------|------|----------------------|-----|
| Resultat | - | - | - | + | + | - | - | + |

2.2.4. Les facteurs de virulence: *P.aeruginosa* est un pathogène opportuniste responsable d'infections nosocomiales graves. La pathogénicité et la virulence des *P. aeruginosa* est associé à la capacité de cet organisme à produire plusieurs facteurs de virulence dont ces facteurs sont :

Tableau 14 : facteur de pathogénicité et mécanismes d'action (Nauciel C., 2007)

| Facteurs | Mécanisme de l'action |
|----------------------|---|
| Capsule | <p>-La capsule rend la phagocytose plus difficile et inhibe l'action du Complément. La capsule de type K1 est peu immunogène (elle a la même structure que la capsule de méningocoque du groupe B).</p> <p>- Ce sont les E. coli de type K1 qui sont responsables de la majorité des infections néonatales.</p> |
| Les adhésines | <p>-Elles peuvent induire une adhésion à des globules rouges ou à des cellules épithéliales en culture.</p> <p>-L'aspect que revêt l'interaction avec les cellules épithéliales peut donner une indication sur le type d'adhésine en cause.</p> |
| Toxines | <p>-Certaines souches peuvent produire une hémolysine, une entérotoxine thermolabile (LT) ou thermostable (ST) ou bien une toxine analogue à la toxine de Shigella dysenterie,</p> |

2.2.5. Résistance aux antibiotiques :

Le traitement des infections est souvent difficile, de par la résistance naturelle et acquise de ce germe à de nombreux antibiotiques.(Minchella A. *et al.*,2010)

P. aeruginosa est caractérisé par son aptitude particulière à acquérir et à cumuler de nombreux et variés mécanismes de résistance : sécrétion des bêta-lactamases, modification de la perméabilité membranaire (efflux, imperméabilité) et modification de la cible notamment les topoisomérases. (David M *et al.*, 2008).

3. Les champignons

3.1. *Candida albicans* : est une levure commensale de la voie orale. Elle fait partie de micro biome humain chez la plupart des individus. Elle peut basculer de l'état commensal vers l'état parasitaire, provoquant des infections respiratoires, digestives et/ou vaginales. (Sdoudi *et al.*, 2014).

3.1.1. Taxonomie :**Tableau 15 :** Classification de *Candida albicans*(**Browser, 2007**)

| | |
|-----------------|--|
| Règne | <i>Champignons</i> |
| Division | <i>Eumycota</i> |
| Phylum | <i>Deuteromycotina</i> |
| Classe | <i>Blastomycète (levures asexuées)</i> |
| Ordre | <i>Moniliales</i> |
| Famille | <i>Moniliaceae</i> |
| Genre | <i>Candida</i> |
| Espèce | <i>Candida albicans</i> |

3.1.2. Habitat : *C. albicans* est dimorphe, caractérisée par deux formes, la forme normale appelée « levure » et la forme infectieuse appelée « mycélium ». Elle se plaît à vivre dans des endroits particulièrement chauds et humides du corps humain, sa nourriture préférée est le glycogène. Elle vit à l'état saprophyte dans le tube digestif de l'Homme, des autres mammifères et des oiseaux. Sa découverte dans le milieu extérieur résulte d'une contamination par l'Homme ou l'animal. Il est présent dès les premiers mois de la vie, Transmis par contact maternel. (**Elsevier et Masson, 2015**)

3.2.3. Caractères d'identifications :

a. Morphologie : elle se présente toujours comme des petites levures rondes, capable de former des mycéliums ou des pseudo-mycéliums. Elle se caractérise par sa capacité à former des chlamydospores et des filaments vrais ou hyphes qui jouent un rôle important dans sa virulence (**Gigou-cornet, 2006**).

Tableau 16 : Les différentes morphologies de *Candida albicans*

| Morphologie | Description |
|-----------------------------|--|
| Levure bourgeonnante | la forme la plus courante de Multiplication de <i>C. albicans</i> . Elles se présentent sous forme de petites cellules ovoïdes de 3.5 à 6 µm sur 6 à 10 µm (Benmansour, 2012) |
| Pseudo hyphe | croissance tubulaire à partir du bourgeon de la blastospore. Le pseudo -Mycélium restera attaché à la cellule mère et les deux cellules seront individualisées par une zone d'étranglement sans cloison vraie (Carol, 2011) |
| Hyphe | Il s'agit du blastospore qui a donné naissance à un tube germinatif pour former un vrai mycélium, dont chaque élément sera individualisé par de vraies cloisons. Cette forme favorise l'invasion des tissus de l'hôte (Carol, 2011) |
| Chlamydospores | Généralement sont des cellules larges sphériques à parois épaisses et elles se trouvent sur les positions terminales des filaments (Staib et Morschhäuser, 2007) |

b. Caractères culturels : on observe des colonies blanches, crémeuses, lisses sur milieu Sabouraud. Certaines colonies sont plus rugueuses. Après quelques jours de culture, on observe des filaments qui s'enfoncent dans la gélose. Lors d'une observation au microscope, on aperçoit des colonies ovoïdes à bourgeonnement multilatéral mesurant de (3-6) x (6-10) µm. Après 8 à 15 jours, on note une présence de pseudofilamentations et de vraies filamentations. (**Datry A. et Sehrine S., 2015**).

c. Caractères biochimique : Toutes les espèces du genre *Candida* sont aérobies. Il peut cependant survivre dans le milieu extérieur de 7 à 8 semaines sur le sable des plages. (**Vanessa.C., 2001**).

Sur le plan biochimique, la membrane cellulaire des *Candida* est constituée principalement de trois polysaccharides : Le glucane et la chitine (polymère de N acétylglucosamine 1 - 4) qui servent au maintien de la forme levure et le mannane constitué de mannose. Ce dernier polysaccharide qui est couplé à d'autres protéines de la paroi cellulaire de la levure, a la

capacité de se coupler à certaines protéines de l'hôte et d'être à l'origine de l'adhésivité des cellules de *Candida* aux parois des tissus.

d. Caractères physiologiques : Les différentes espèces de *candida* se distinguent par leurs caractères nutritionnels et biochimiques, la levure pathogène la plus fréquemment rencontrée, possède la propriété de fermenter le glucose et le maltose mais pas le lactose, ni le saccharose. *C. albicans* n'est pas inhibé par l'actidione, réduit le sulfite de bismuth (milieu de Nickerson Cator), n'élabore pas d'uréase et produit une protéase keratolytique, capable de digérer la couche cornée de l'épiderme, d'où la pathogénicité du champignon lorsqu'il est présent à la surface de la peau. (Benmansour, 2012)

3.2.4. Pouvoir pathogène :

Candida albicans est saprophyte, elle devient pathogène s'il elle est retrouvée en grand quantité, elle provoque un érythème cuisant recouvert par fois de dépôts blanchâtre crémeux. Sur la peau *Candida* est pathogène, elle est source de placards érythémateux prurigineux émiétés. Elle est responsable d'un grand nombre de septicémies. Il peut diffuser à tous les viscères par voie hématogène ou par contiguïté. On décrit des candidoses oculaires, Pulmonaires, ostéo-articulaires, urinaires, hépatiques, neuro-méningées, cardiaques (endocardites). (Association Française, 2015)

3.2.5. Facteur de virulence :

Les facteurs de virulence identifiés dans *C. albicans* sont l'adhérence, la morphogénèse des hyphes, la formation de biofilm et la sécrétion des enzymes hydrolytiques (les protéases, les phospholipases et les lipases). (Pammiet *al.*, 2013)

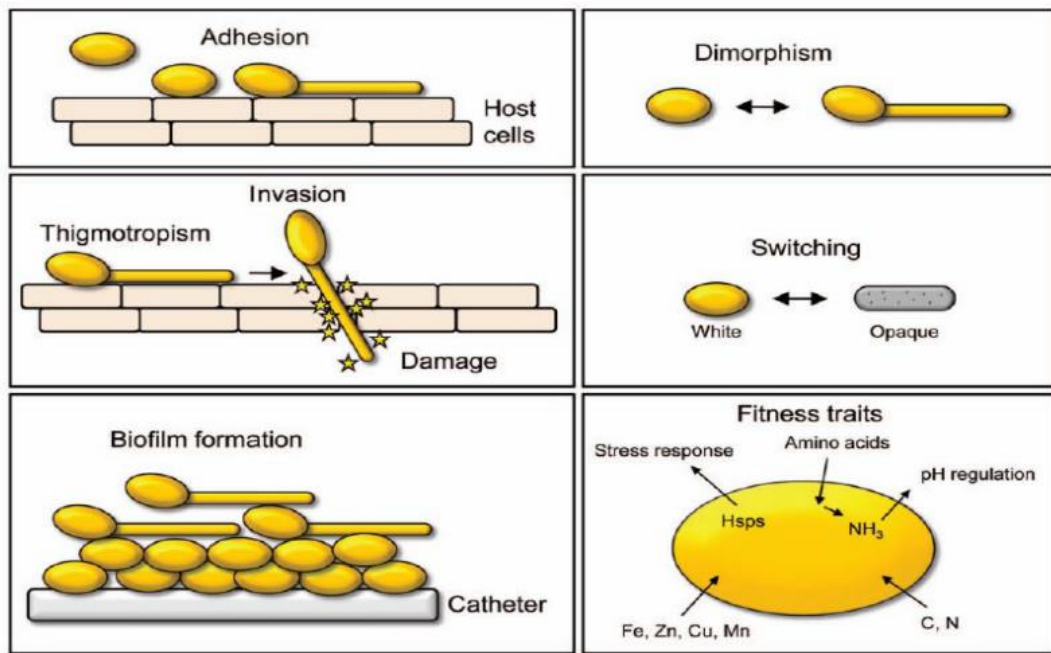


Figure 09 : Les mécanismes de pathogénicité de *C. albicans* (Mayer *et al.*, 2013).

3.2.6. Résistance aux antifongiques : La sensibilité de *Candida albicans* à certains antifongiques est rapportée dans le Tableau :

Tableau 12 : Sensibilité à l’amphotéricine B, au 5fluoro-cytosine, aux azotés et aux échinocandines de *C. albicans*. (Sanglard, 2000)

| Antifongique | AMB | 5FC | FCZ | ITZ | VCZ | POS | CAS | ANI | MIC |
|-------------------|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| <i>C.albicans</i> | +/- | + / - | + | + | + | + | + | + | + |

+ : actif ; +/- : intermédiaire ; - : inactif

3.2. Aspergillusoryzae

C’est un champignon filamenteux. Il est utilisé dans la cuisine chinoise et japonaise pour fermenter le soja. Il est également utilisé pour saccharifier le riz, d'autres céréales et les pommes de terre dans la fabrication de boissons alcoolisées. (RokasA., 2009)

3.2.1. Taxonomie :

Les champignons sont classés en fonction de leur morphologie et la diversité des types de cycles de reproduction, en incluant la formation de spores sexuées différentes (Madigan et Martinko, 2007)

Tableau 17 : Classification d'*Aspergillus oryzae* (Webster et Weber, 2007).

| | |
|----------|---------------------------|
| Règne | <i>Fungi</i> |
| Division | <i>Ascomycota</i> |
| Classe | <i>Plectomycetes</i> |
| Ordre | <i>Eurotiales</i> |
| Famille | <i>Trichomaceae</i> |
| Genre | <i>Aspergillus</i> |
| Espèce | <i>Aspergillus oryzae</i> |

3.2.2. Habitat : *Apergillusoryzae* est un champignon filamenteux, cosmopolite et omniprésent que l'on trouve dans la nature. Il est généralement isolé du sol, des débris végétaux et de l'air intérieur. Elle est cependant plus fréquente dans les zones tempérées et froides. On la retrouve dans l'atmosphère. (Rokas A., 2009)

3.2.3. Caractères d'identifications :

a. Morphologie : *A.oryzae* se caractérise par un thalle à croissance rapide sur milieu de Czapek (milieux synthétiques ou semi synthétiques pour la croissance des champignons a été relancé en 2015)., à revers incolore, têtes conidiennes uni ou bisériées (parfois pour une même souche), radiées rarement d'un vert franc, d'abord jaunâtres puis jaune verdâtre à vert-olive, enfin dans les tons de brun, conidiophores hyalins, souvent longs, 2,5 à 5 nm, plus ou moins verruqueux suivant les souches, vésicules sub-globuleuses à paroi mince, 40-75 µm, métules 8-12 x 4-5 µm, phialides 8-15 x 3-5 µm, conidies d'abord piriformes à elliptiques puis sub-globuleuses à globuleuses, de taille très variable, 4,5 - 7(10) µm, lisses à finement verruqueuses.(BELMESSIKHA., 2011)

b. Caractères cultureux : *A.oryzae* se développe rapidement sur les milieux classiques (géloses au malt et Sabouraud) à 22-25°C. Sur milieu de culture,*A. oryzae* forme des colonies duveteuses à poudreuses, d'abord de couleur blanche, puis jaune, et enfin vert-jaunâtre à vert olive. Le revers peut être incolore ou jaunâtre (Cristina.T., 2007)

Microscopiquement, *A. oryzae* peut souvent être confondu avec *A. flavus*. Les têtes unisériées ou bisériées (les deux aspects pouvant cohabiter sur une même souche), sont radiées, jaunâtre au début puis jaune verdâtre à vertolive, puis évoluent vers des tons bruns. Les phialides (8-15 x 3-5 µm) sont insérées directement sur la vésicule ou portées par des métules. Les conidies d'abord piriformes à elliptiques deviennent sub-globuleuses à globuleuses, de taille très variable, lisses ou finement verruqueuses. (LABIOD F, CHAIBRAS S .2015)

d. Caractères biochimique :

A. oryzae sont aérobies, fournit des enzymes pour libérer les sucres du substrat, facilitant ainsi la fermentation de levure. Dans cette fermentation *A. oryzae* secrète des quantités importantes d'amylases et/ou des protéases pour briser les complexes d'amidons en sucres simples et les protéines en peptides/acides aminés, qui sont ensuite fermentés par des levures et des bactéries acidolactiques (Kobayashi *et al.*, 2007). *A. oryzae* a été utilisée également pour le premier exemple de la production commerciale de la lipase recombinante pour détergents à lessive en 1988 (Machida *et al.*, 2008).

e. pouvoir pathogène:

Parmi les principaux éléments qui participent au pouvoir pathogène de ces champignons, on retrouve :

- La petite taille des spores (2 à 3 µm de diamètre) leur donnant la possibilité d'atteindre les alvéoles pulmonaires,
- La thermotolérance permettant leur développement chez leur hôte à 37°C
- La capacité d'adhérence à la membrane basale (via le fibrinogène, la laminine, la fibronectine, etc...) et la capacité d'induire des microlésions et des ulcérations vasculaires par le biais de toxines nécrosantes,
- Le tropisme vasculaire
- La production de mycotoxines impliquées dans des processus de sensibilisation responsables de manifestations allergiques. (André G. ,2012).

3.2.4. Facteurs de virulence :

A.oryzae peut relarguer jusqu'à 10 000 spores qui peuvent rester en suspension dans l'air pendant plusieurs mois, même en atmosphère sèche. L'humidité favorise la germination des spores. Le vent et les systèmes d'aération favorisent leur mise en suspension dans l'air ainsi que leur dissémination. L'inhibition de spore d'*A.oryzae* est inévitable et quotidienne. (Valin N *et al.*, 2007)

3.2.5. Résistance aux antifongiques :

Les défenses de l'organisme contre les *Aspergillus* nécessitent l'intervention de façon successive et/ou simultanée de plusieurs processus immunitaires. L'*Aspergillus oryzae* possède pas une résistance naturelle *in vitro* (Vinh DC *et al.*, 2009)

CHAPITRE III :

ACTIVITÉ ANTIMICROBIENNE DES HUILES ESSENTIELLES ET DES EXTRAITS AQUEUX

1. Activité antimicrobienne des huiles essentielles :

Les huiles essentielles (HEs) possèdent de nombreuses activités biologiques. En phytothérapie, elles sont utilisées pour leurs propriétés antiseptiques contre les maladies infectieuses d'origine bactérienne (**Pellecuer *et al.*, 1980**) ou au niveau de la microflore vaginale (**Viollon, 1993**), et d'origine fongique contre les dermatophytes. (**Chaumont *et al.*, 1989**)

Cependant, elles possèdent également des propriétés cytotoxiques (**Sivropoulou *et al.*, 1996**), les rapprochent donc des antiseptiques et désinfectants en tant qu'agents antimicrobiens à large spectre. De nombreuses études ont montré que l'activité biologique d'une huile essentielle est à mettre en relation avec sa composition chimique, les groupes fonctionnels des composés majoritaires (**Lahlou, 2004**) et les effets synergiques entre les composants. Ainsi la nature des structures chimiques qui la constituent, mais aussi leurs proportions jouent un rôle déterminant. (**Pibiri, 2006**)

En 1977, il est reporté que 60% des dérivés des huiles essentielles examinés à nos jours sont des inhibiteurs des champignons et 30% des inhibiteurs des bactéries. (**Chaurasia *et al.*, 1977 in Cowan, 1999**)

1.1. Activité Antibactérienne :

Les HEs ont une double action contre les bactéries : elles peuvent les tuer (effet bactéricide) ou arrêtent leur prolifération (effet bactériostatique). Plusieurs travaux montrent que les HEs et leurs composés majoritaires ont un effet antimicrobien vis-à-vis des bactéries à Gram négatif et à Gram positif. (**Carson et Riley, 1995**)

Du fait de la variabilité des quantités et des profils des composants des HEs, il est probable que leur activité antimicrobienne ne soit pas attribuable à un mécanisme unique, mais à plusieurs sites d'action au niveau cellulaire. (**Carson *et al.*, 2002**)

De façon générale, il a été observé une diversité d'actions toxiques des HEs sur les bactéries comme la perturbation de la membrane cytoplasmique, la perturbation de la force motrice de proton, fuite d'électron et la coagulation du contenu protéique des cellules. (**Davidson, 1997**)

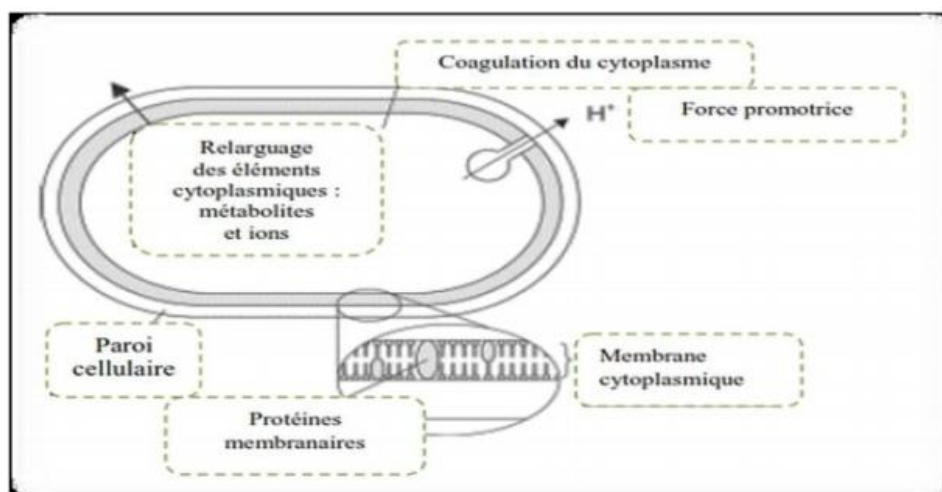


Figure 10 : Sites d'action des huiles essentielles sur la cellule bactérienne. (Burt, 2004)

1.2. Activité antifongique

Le pouvoir antifongique des huiles essentielles des plantes médicinales a été mis en évidence par de nombreux chercheurs contre les champignons pathogènes et opportunistes (De Bellerbeck, 2002). Dans le domaine phytosanitaire et agroalimentaire, les huiles essentielles ou leurs composés actifs pourraient également être employés comme agents de protection contre les champignons phytopathogènes et les microorganismes envahissant les denrées alimentaires. (Lis-Balchin, 2002)

Les huiles essentielles les plus étudiées dans la littérature pour leurs propriétés antifongiques appartiennent à la famille des Labiatae : thym, origan, lavande, menthe, romarin, sauge, etc)... Etant donnée la grande complexité de la composition chémotypique des huiles essentielles, malgré de possibles synergies certains auteurs préfèrent étudier l'effet d'un composé isolé pour pouvoir ensuite le comparer à l'activité globale de l'huile. Ainsi l'activité fongistatique des composés aromatiques semble être liée à la présence de certaines fonctions chimiques. Ils concluent que les phénols (eugénol, chavicol 4-allyl-2-6diméthoxyphénol) sont plus antifongiques et que les aldéhydes testés (cinnamique ethydrocinnamique). Ils présentent également des propriétés fongistatiques très marquées. Les groupements méthoxy, à l'inverse, ne semblent pas apporter à ce type de molécules une fongitoxicité significative Cette activité est estimée selon la durée d'inhibition de la croissance déterminée par simple observation macroscopique. (Utree *et al.*, 2002)

Chao et al. (2000) ont expliqués que l'addition de groupements alkyls au noyau benzène du phénol augmente le caractère antifongique. Par conséquent, un certain degré d'hydrophobicité des composés phénolique sou aldéhydes aromatiques paraît donc requis pour exprimer une caractéristique antifongique optimale. L'activité des terpènes des huiles essentielles est en corrélation avec leur fonction chimique. Avec leurs travaux ils ont montré l'importance de la spécification du genre et de l'espèce, ainsi que de la variété de la plante d'où provient l'extrait.

1.3. Mode D'action des huiles essentielles sur les bactéries

Plusieurs théories sont proposées pour expliquer le mécanisme par lequel les HEs exercent leur activité antimicrobienne. La composition complexe des HEs tend à prouver que cette activité serait due à plusieurs mécanismes d'action différents, liés à la nature chimique de ces composés (**Burt, 2004**). Le mode d'action des HEs dépend en premier lieu du type et des caractéristiques Des composants actifs, en particulier leur propriété hydrophobe qui leur permet de pénétrer dans la double couche phospholipidique de la membrane de la cellule bactérienne. Cela peut induire un changement de conformation de la membrane. (**Cox et al., 2000; Carson et al., 2002**)

Une inhibition de la décarboxylation des acides aminés chez *Enterobacter aerogenesa* aussi été rapportée (**Wendakoon et Sakaguchi, 1995**). Les HEs peuvent aussi inhiber la synthèse de l'ADN, ARN, des protéines et des polysaccharides. (**Cox et al., 1991**)

Néanmoins, certains composés phénoliques de bas poids moléculaire comme le (thymol et le carvacrol) peuvent adhérer à ces bactéries par fixation aux protéines et aux lipopolysaccharides pariétales grâce à leurs groupes fonctionnels et atteindre ainsi la membrane intérieure plus vulnérable. (**Dorman et Deans, 2000**)

D'autres mécanismes d'action sont liés à la coagulation des constituants cellulaires par la dénaturation des protéines (**Gustafson et Bowen, 1997**). Les HEs extraites de cannelle et de l'ail peuvent inhiber l'activité enzymatique des bactéries du rumen telle l'espèce *Enterobacter aerogenes*. D'autres HEs inhibent la croissance microbienne par l'inactivation des acides nucléiques. (**Calsamiglia et al., 2007**)

L'action des HEs dépend aussi de la nature des microorganismes ciblés. Les bactéries à Gram positif sont plus sensibles à l'action des HEs, par rapport aux bactéries à Gram négatif. Cela peut être expliqué par la présence de la membrane externe chez les bactéries à Gram négatif, elle représente en effet une barrière capable de diminuer la perméabilité des composés hydrophobes (Calsamiglia *et al.*, 2007). Cependant, les molécules à faible poids moléculaire comme le thymol et le carvacrol peuvent traverser cette barrière. (Dorman et Deans, 2000; Ultee *et al.*, 2002)

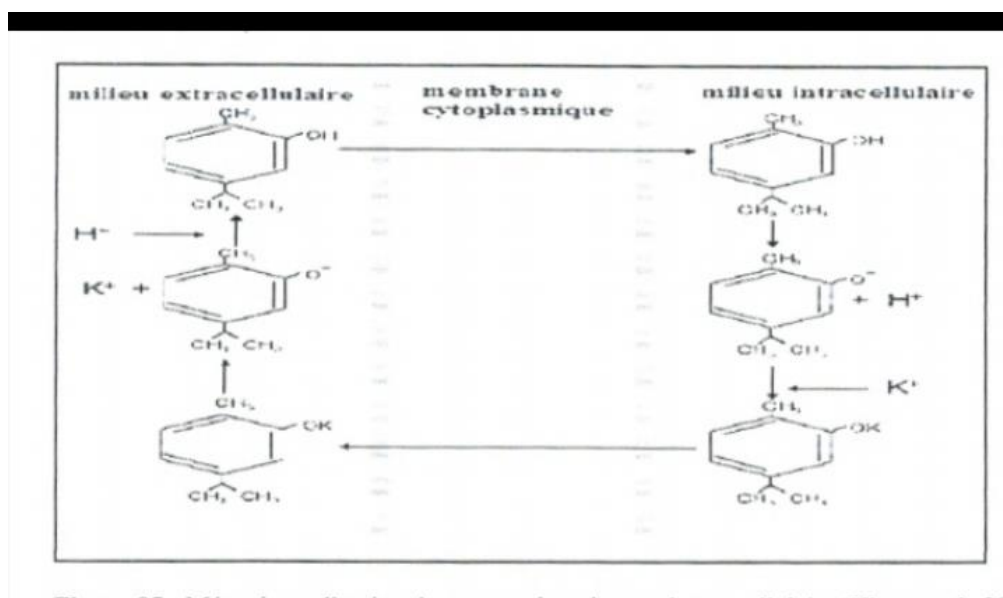


Figure 11 : Mécanisme d'action du carvacrol sur la membrane cellulaire (Ultee *et al.*, 2002).

Tableau 18 : Activité antibactérienne des HEs des espèces de *Pistacia* (Labeled, 2015)

| Espèces (Origine) | La partie étudiée | Méthode d'activité antibactérienne | Observation |
|----------------------------------|-------------------|--|--|
| <i>P. lentiscus</i> (Tunisie) | Feuilles | Diffusion sur disque | CMI= 30 g/mL qui inhibe <i>Salmonella Enteritidis</i> et <i>Staphylococcus aureus</i> CMI: 150 g/mL moins actif vis à vis de <i>Salmonella typhimurium</i> |
| | Feuilles | Diffusion sur disque | CMI =30 - 620 g/mL qui inhibe <i>Salmonella Enteritidis</i> , <i>Salmonella typhimurium</i> , et <i>Staphylococcus aureus</i> CMI= 1000 g/mL qui inhibe <i>Enterococcus faecalis</i> , <i>Pseudomonas. aeruginosa</i> , et <i>Escherichia coli</i> . |
| <i>P. lentiscus</i> (Grèce) | Gomme | Diffusion sur disque | Fiable activité antibactérienne |
| <i>P. veras</i> (Turquie) | Gomme | Micro dilution diffusion sur disque | CMI de 0.05 à 1.0 g/mL qui inhibe <i>Candida albicans</i> , <i>Micrococcus luteus</i> , <i>Klasiella fragilis</i> , <i>Escherichia coli</i> et <i>M. smegmatis</i> |
| <i>P. veras</i> (Iran) | Gomme | Micro dilution diffusion sur disque | CMI =1.55 mg/ml qui inhibe les 12 souches testées |
| <i>P. atlantica</i> (Algérie) | Gomme | Diffusion sur disque | CMI =8-11 mg/ml inhibe <i>Escherichia coli</i> , <i>S. aureus</i> , <i>Streptococcus pyogene</i> |
| | Résine | Diffusion sur disque | CMI =10 µg/ml contre <i>E. faecalis</i> <i>S. aureus</i> mais <i>Candida albicans</i> a présenté une forte résistance |

Les espèces de *Pistacia* ont présenté une activité antibactérienne significative contre diverses bactéries à Gram négative et à Gram positives comme le montre .Les huiles essentielles de *P. lentiscus*, récoltées de différentes régions de Tunisie ont été testées in vitro sur plusieurs isolats cliniques. Elles ont inhibé la croissance de *S. aureus*, *S. typhimurium*, *S. Enteritidis*, *Ent. faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa*, et *E. coli*. à des concentrations minimales inhibitrices (CMI) variées entre 30 à 1000 g/ml tandis que l'huile essentielle extraite de gomme de *P. lentiscus* (Grèce) a présenté une activité antibactérienne modérée vis à vis d'*E. coli*, *S. aureus* et de *B. subtilis*.

L'huile essentielle de gomme de *P. vera*, récoltée en Turquie, sur la croissance de 13 bactéries et 3 levures a montré un effet inhibiteur sur tous les microorganismes sauf sur *B. aureus*, *P. aeruginosa* et *K. pneumoniae*. La même espèce Iranienne a inhibé la croissance de 12 isolats cliniques avec une concentration minimale inhibitrice CMI= 1.55 mg/ml

Les huiles essentielles extraites de gomme de l'espèce *P. alantica* récoltée de la région de Mascara (Ouest Algérien) a présenté un effet antibactérien modéré, qui a inhibé la croissance d'*E. coli*, *S. aureus* et *S. pyogenes*, à une concentration minimale inhibitrice assez élevée CMI =8-11 mg/ml. Cependant les huiles essentielles extraites de la résine de *P. alantica*, récoltée de trois régions de l'Ouest et du Sud-Ouest Algérien (Sidi-Bel-Abbès, Saida et Naama), ont inhibé modérément la croissance des souches Gram positif et Gram négatif aux concentrations de 10^2 , 10^3 et 10^4 mg/ml. La meilleure activité antibactérienne a été constatée vis-à-vis d'*Enterococcus faecalis* et de *S. aureus* avec une CMI =10 µg/ml.

1.4. Facteurs influençant l'activité antimicrobienne des huiles essentielles

L'efficacité antimicrobienne des huiles essentielles dépend de deux principaux paramètres : l'huile essentielle et sa composition chimique d'une part, et le microorganisme (type, structure...). (Kalembe, 2003)

1.4.1. Activité liée à la composition chimique : L'activité des huiles essentielles est souvent réduite à l'activité de ses composés majoritaires, ou ceux susceptibles d'être actifs. Toutefois, les composés minoritaires pourraient agir de manière synergique (Lahlou, M, 2004). De nombreuses études ont mis en évidence une activité

antimicrobienne qualitativement similaire entre les huiles essentielles et leurs composés chimiques testés isolément. Cependant il existe des différences quantitatives. En effet, il a été prouvé que l'effet antimicrobien des huiles essentielles est supérieur à celui de ses composés majoritaires testés séparément (**Lahlou, M, 2004 ; Didry N., Dubreuil L. et al, 1993**). Et selon l'étude de **Lambert et al. 2001**, l'association des principaux composés actifs agirait de façon synergique en potentialisant l'action antimicrobienne de l'huile essentielle. Les composés chimiques connus pour leur efficacité antimicrobienne et leur large spectre sont les phénols (thymol, carvacrol et eugénol), les alcools, (α -terpineol, terpinen-4-ol, linalol), les aldéhydes, les cétones et plus rarement les carbures. (**Cosentino S et al ,1999 ; Dorman H et al ,2000**)

- **Les phénols** : dont le thymol et l'eugénol, sont responsables de l'activité bactéricide des huiles essentielles qui en contiennent (**Burt, S et al ,2003**). Ils produisent des dégâts irréversibles au niveau de la membrane (**Pibiri M.C, 2006**). Cependant, il est à signaler que les phénols seuls ne sont pas responsables de l'intégralité de l'activité des huiles essentielles; les autres composés chimiques doivent également être pris en compte. (**Cosentino S., Tuberoso C. I. G. et al, 1999**)
- **Les alcools** : sont généralement plus connus pour leur activité létale que bactériostatique sur les cellules végétatives, en dénaturant les protéines (**Dorman H et al , 2000**)
- **Les aldéhydes** : fortement électronégatifs à double liaison, deviennent de puissants agents antimicrobiens en réagissant avec les composés nitrés vitaux (protéines et acides nucléiques) des bactéries (**Desjobert J. M et al ,1997 ; Dorman H et al, 2000**).telles que l'inhibition de la formation de biofilms, la réduction de l'adhésion aux ligands de l'hôte et la neutralisation des toxines bactériennes ainsi qu'à leur capacité d'agir synergiquement avec certains antibiotiques. (**Daglia, 2012**)

1.1.2. Activité liée au microorganismes

Une huile essentielle peut être biocide vis-à-vis de certaines bactéries, bio statique vis-à-vis d'autres ou encore n'avoir aucun effet. Ceci peut être lié au type de microorganisme soit Gram positif ou négatif, aussi par sa forme ou le bio film En effet, les bactéries à Gram positif seraient plus résistantes aux huiles essentielles que les bactéries à Gram négatif. (**Zaika L. et al. ,1988 ; Santos F S R et al. ,2012**)

Par ailleurs, l'activité antimicrobienne des huiles essentielles diffère selon que la bactérie croît en forme planctonique ou au sein d'un biofilm bactérien. La résistance bactérienne aux huiles essentielles, comme pour tout agent antimicrobien, semble être liée à la formation du biofilm. En effet, un isolat clinique récent peut montrer une résistance augmentée, pouvant provenir des interactions avec les cellules de l'hôte (**Alviano DS., Alviano CS. ,2009**), tandis que les microorganismes évoluant sous forme planctonique sont plus susceptibles. (**Fine DH et al. ,2001**)

1.5. Principes actifs et mécanisme d'action antifongique des HES

L'étude de l'effet fongicide et fongistatique des huiles essentielles vis-à-vis de champignons pathogènes a fait l'objet de plusieurs travaux (**Rasooli et Abyaneh, 2004; Teixeira Duarte et al., 2005**). L'action antifongique des huiles essentielles est due à une augmentation de la perméabilité de la membrane plasmique suivie d'une rupture de celle-ci entraînant une fuite du contenu cytoplasmique et donc la mort de la cellule (**Cox et al., 2000**). En effet, les composés terpéniques des huiles essentielles et plus précisément leurs groupements fonctionnels tels que les phénols et les aldéhydes réagissent avec les enzymes membranaires et dégradent la membrane plasmique des cellules (**Giordani et Kaloustian, 2006**). Ils ont constaté également que les alcools et les lactones sesquiterpéniques avaient une activité antifongique.

D'autre part, **Viollon et Chaumont (1994)** ont décrit l'effet fongitoxique du thymol et du carvacrol sur *Cryptococcus neoformans*, champignon opportuniste rencontré au cours du SIDA. Arras et Usai (2001) ont rapporté l'effet fongitoxique du carvacrol, composé majoritaire de *Thymus capitatus* sur le champignon *Penicillium digitatum*. Cependant, l'effet des composés quantitativement minoritaires n'est pas forcément négligeable. (**Tantaou Elaraki et al., 1993**)

2. Activité antimicrobienne des extraits aqueux

Les extraits des feuilles et des fruits présentent des propriétés également anti-inflammatoires et anticancéreuses, conformément aux utilisations traditionnelles de cette plante (**Remila et al., 2015**). Des études in vivo et in vitro révèlent son pouvoir antimicrobien, antifongique hépatoprotecteur et anti-diabétique (**Mehenni et al., 2016**). L'activité hépatoprotective de l'extrait aqueux a été démontré également par les travaux de **Janakat et Al-Merie (2002)**.

2.1. Activité antifongique des extraits :

Les extraits de plantes semblent être l'une des méthodes alternatives les plus efficaces de lutte contre les maladies des plantes, moins nocives pour l'homme et l'environnement. (**Hanafey et Sabry, 2013**). Alors que les métabolites secondaires ont un effet antifongique.

L'extrait éthanolique des feuilles de *Pistacia* a montré une activité inhibitrice sur *Candida albicans*, *S. aureus*, *S. typhi*, *A. flavus*, *Trichoderma sp.* et *Fusarium sp.* (**Kordali et al., 2003 ; Benhammou et al., 2008**)

2.2. Activité antibactérienne des extraits

Bammou *et al.* (2014) ont étudié le pouvoir antibactérien des extraits de *Pistacia lentiscus* dans différents solvants. Leurs résultats ont montré que les extraits des feuilles n'ont aucune effet sur *E. coli*, par contre la sensibilité de *S. aureus* varie selon le type de l'extrait, une faible sensibilité est enregistrée avec l'extrait d'Acétate d'éthyle (zone d'inhibition 8.00 ± 0.00 mm) et extrait Aqueux (8.66 ± 0.57 mm) et l'extrait obtenu par Ether de pétrole n'a aucune effet. L'effet le plus important étant obtenus avec extrait méthanolique sur *S. aureus* (28.00 ± 1.00 mm).

3. Méthodes de détermination de l'activité antimicrobienne

Il existe plusieurs méthodes pour tester le pouvoir antimicrobien et le choix de la méthode doit être conditionné par l'insolubilité des huiles essentielles dans les milieux aqueux, leur volatilité et la nécessité de les tester à des faibles concentrations.

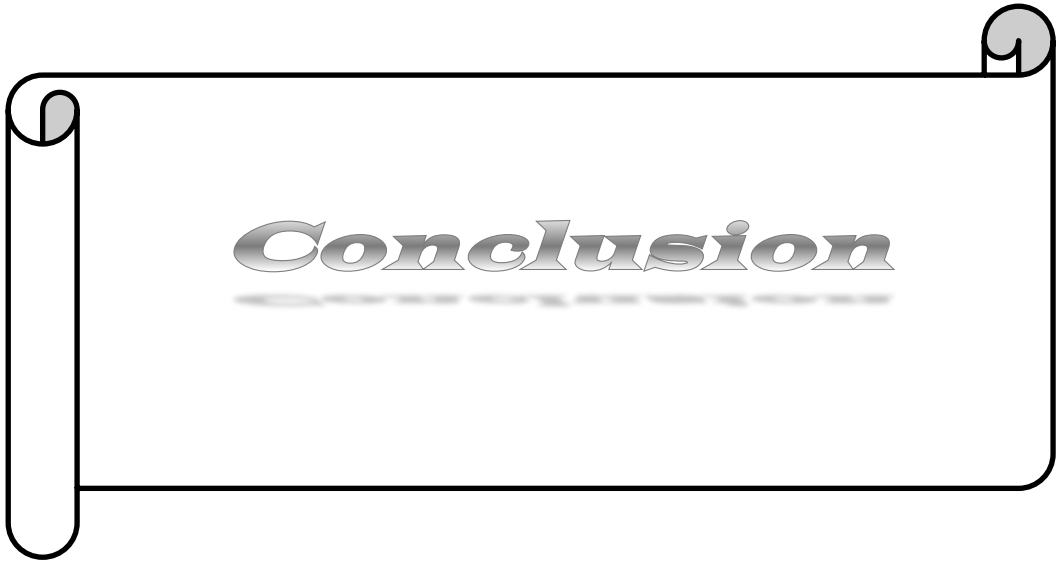
3.1. La Méthode de micro-atmosphère : Cette technique consiste à cultiver les microorganismes à tester dans les boîtes de Pétri sur milieux de culture approprié. La différence réside principalement dans la position de disque imprégné en HEs qui est déposé au centre du couvercle de la boîte de Pétri renversée pendant la durée de l'expérience. Celui-ci n'est donc plus en contact avec le milieu gélosé. L'huile s'évapore dans l'atmosphère de la boîte de Pétri et peut exercer son effet inhibiteur sur les microorganismes testés. (**Pibiri, 2006**)

3.2. Techniques par contact direct

3.2.1. Aromatogramme : Cette méthode a l'avantage de s'appliquer à un très grand nombre d'espèces bactériennes et d'avoir été largement évaluée par 50 ans d'utilisation mondiale. Elle consiste à utiliser des disques de papier imprégnés des différents produits à tester. Les disques sont ensuite déposés à la surface d'une gélose uniformément ensemencée avec une suspension de la bactérie à étudier. Après incubation, les bactéries se développent sur toute la surface de la gélose sauf là où elles rencontrent une concentration d'HE suffisante pour inhiber leur croissance.

On observe ainsi autour des disques une zone circulaire indemne de colonies, appelée zone d'inhibition. Plus le diamètre de cette zone est grand, plus la souche est sensible à l'HE. Plus il est petit, plus la bactérie est résistante. **(Fauchère et Avril, 2002)**

3.2.2. Méthode de puits ou cylindre : Cette méthode assure une diffusion radiale de l'HE à partir d'un puits en donnant une zone d'inhibition claire et facilement mesurable **(Bennett *et al.*, 1966)**. découper un trou circulaire vertical dans la gélose et à y verser une solution d'HE de concentration connue. L'HE diffusant radialement crée une zone d'inhibition concentration connue. L'HE diffusant radialement crée une zone d'inhibition circulaire surface de la gélose préalablement t ensemencée avec la suspension bactérienne. **(Dorman et Deans ,2000)**



Conclusion

CONCLUSION

Le monde entier à vécu dernièrement un problème catastrophique qu'est le Corona virus *covid19* : c'est une maladie infectieuse causée par le dernier coronavirus qui a été découvert. Ce nouveau virus et cette maladie étaient inconnus avant l'apparition de la flambée à Wuhan (Chine) en décembre 2019. La COVID-19 est maintenant pandémie et touche de nombreux pays dans le monde qui nous a empêché à travailler et à rendu la situation compliquée et pleine d'obstacles par exemple la fermeture des laboratoires universitaire donc pas de pratique pour notre expérience ainsi on n'a pas pu réaliser le document.

Les plantes médicinales restent toujours la source fiable des principes actifs connus par leurs propriétés thérapeutiques. Dans la présente étude, nous sommes intéressés à l'évaluation de l'activité antimicrobienne de *Pistacia lentiscus*, vis-à-vis de souches bactériennes et fongiques.

Un grand nombre de plantes aromatiques contiennent des composés chimiques ayant des propriétés biologiques différentes. Plusieurs travaux de recherche ont été focalisés sur les huiles essentielles extraites de ces plantes aromatiques.

L'extraction des huiles essentielles par hydrodistillation de type Clevenger a été réalisée pour la plante *Pistacia lentiscus*, Cependant, les travaux de recherche sur les propriétés antibactériennes et antifongiques de la plante étudiée sont interrompus, il serait souhaitable de compléter cette étude en s'intéressant à :

- Tester l'effet d'huile essentiel de *Pistacia lentiscus* et l'extrait aqueux sur des microorganismes pathogènes pour l'homme.
- Combiner les huiles essentielles et les antibiotiques afin d'avoir un produit antibactérien et antifongique efficace et moins dangereux.



Références
Bibliographiques

Références Bibliographiques

-A-

- **Afnor. (2000).** Association française de normalisation. Normes française : huile essentielle. Ed. Afnor, Paris.
- **Alviano DS. et Alviano CS., (2009).** Plant extracts search for alternatives to treat microbial diseases. *Curr Pharm Biotech.* 10: 106.
- **Amhamdi H., Aouinti F., Wathelet JP. EtElbachiri A., (2009).** Chemical Composition of the Essential Oil of Pistacia lentiscus L. From Eastern Morocco, *Rec. Nat. Prod* : Vol.3, No : 2, 90- 95.
- **André Goffeau. (2005).** « Genomics: Multiple moulds », *Nature*, vol. 438, no 7071 p. 1092-1093 (ISSN 0028-0836, DOI 10.1038/4381092b, lire en ligne [archive], consulté le 23 décembre (2012).
- **Arab K., Bouchenak O., Yahiaoui K., (2014).** Etude phytochimique et évaluation de l'activité antimicrobienne et antioxydante de l'huile essentielle et des composés phénoliques du pistachier lentisque (*Pistacia lentiscus L.*). *J. Fundment. Appl. Sci.*6, (1):79-93.
- **Arif T. et Tahir H., (2018).** Etude de l'activité antibactérienne des extraits des feuilles de lentisque pistachier (*Pistacia lentiscus*).Mémoire de master : Physiologie cellulaire et physiopathologie. UNIVERSITE AKLI MOHAND OULHADJ. BOUIRA.
- **Arras G. and Usai M. (2001).** Fungitoxic Activity of 12 Essential Oils Against Four Post Harvest Citrus pathogens: Chemical Analysis of Thymus capitatus Oil and its Effect in Subatmospheric Pressure Conditions. *J Food Prot.* 64: 1025-1029.
- **Atmani D., Chaher N., Atmani D., Berboucha M.,Debbache N. and Boudaoud H. (2009).** Flavonoids in Human Health: From Structure to Biological Activity. *Current Nutrition& Food Science*, 5: 225-237.

-B-

- **Bammou M., Daoudi A., Slimani I., Najem M., Bouiamrine E., Ibijbijen, J. et Nassiri L. (2014)** Valorisation du lentisque <<*Pistacia lentiscus L.*>>: Etude ethnobotanique, Screening phytochimique et pouvoir antibactérien. *Journal of Applied Biosciences* 86:7966- 797

Références Bibliographiques

- **Belhadj S., (2000).** Les pistacheraies algériennes: Etat actuel et dégradation, Centre Universitaire de Djelfa, Algérie. 108 p.
- **Belkou H., Beyoud F., et Taleb bahmed Z. (2005).** Approche de la composition biochimique de la menthe verte (*Mentha spicata* L) dans la région d'Ouargla, In mémoire DES, univ. Ouargla.P2-61. Cité par Bessedik M. et khenfer, 2014.
- **BELMESSIKH A., (2011).** Optimisation de la production de la protéase neutre par *Aspergillus oryzae* sur milieu à base de déchets de tomates. Comparaison entre milieu solide et milieu liquide. mémoire de magister : Microbiologie Appliquée. Constantine: Université Mentouri, 129P.
- **Benayad N., (2008).** Les huiles essentielles extraites des plantes médicinales marocaines : moyen efficace de lutte contre les ravageurs des denrées alimentaires stockées, laboratoire des substances naturelles et thermolyse éclair, département de chimie, faculté des sciences de rabat. Cité par Bessedik M et khenfer B, 2014.
- **BENMANSOUR M. (2012),** Les Candidoses vulvo-vaginales à *Candida albicans*: Facteurs de risques, diagnostic mycologique et prévalence spécifique, pour l'obtention du diplôme de docteur en pharmacie, UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID FAULTE DE MEDECINE, Tlemcen.
- **Bennett J V., Brodie J.L., Benner E.J. Et Kirby W.M.M., (1966).** Simplified accurate method for antibiotic assay of clinical specimens. Application of Microbiology, vol.14, p.p.170-177.
- **Benrokia H. Et Aouar K. (2015).** Etude de l'activité Antibactérienne des extraits de *Pistacia lentiscus*, analyses biologiques et biochimiques, Université Djilali Bounaama, Khemis Miliana.
- **Bensegueni A., (2007).** Les onguents traditionnels dans le traitement des plaies et des brûlures. Thèse pour l'obtention de diplôme de doctorat d'Etat en sciences vétérinaires, option chirurgie pharmacologie.Université de Constantine, 97p.
- **Bertrand X., Slekovec C., Cholley P. et Talon D. (2011).** Épidémiologie des infections à *Pseudomonas aeruginosa*. Rev Francoph Lab. (435) :35-40.
- **Boudouda R., (2015)** « Caractérisations biochimique, microbiologique et mutagenèse de *Pseudomonas aeruginosa* ». Mémoire de master : Génétique Moléculaire. Université des Frères Mentouri Constantine.

Références Bibliographiques

- **Boulebda N., Belkhiri A., Belfadel F.Z., Bensegueni A., Bahri, L. (2009)** Dermal wound healing effect of Pistacia lentiscus fruits's fattyoil. Pharmacognosy Research, 1(2):66-71
- **Bozorgi M., Memariani Z., Mobli M., SalehiSurmaghi M. H., Shams-Ardekani, MR., Rahimi R., (2013).**Five Pistacia species (P. vera, P. atlantica, P. terebinthus, P.khinjuk, and P. lentiscus): areview of their traditional uses, phytochemistry, and pharmacology. The Scientific World Journal, P 33.
- **Bruneton J., (1987).**Elément de phytochimie et pharmacognosie. Paris : Lavoisier.Techniques et documents, p 584.
- **Bruneton J., (1993).** Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. 2 éme édition. Paris, France: Editions médicales internationales, éditions Technique et documents Lavoisier, 278279p
- **Bruneton J., (1999).** Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. 3ème édition médicales internationales, éditions Techniques et documents Lavoisier, p : 585, p : 1120.
- **Burt S. A. et Reinders R. D, (2003).**Antibacterial activity of selected plant essential oils against Escherichia coli O157:H7. Lett Appl Microbiol.; 36(3):162-7.
- **Burt S. (2004) :** Essential oils : their antibacterial properties and potential applications in foods-a review .International journal of food Microbiology .94 :223-253

-C-

- **Calasmiglia S., BusquetM., CardozoP.W., Castillijos L. et Ferret A. (2007).** Invited review : Essential oils as modifries of rumen microbial fermentation .Journal of Dairy Science. 90 :2580-2595
- **Carol A., Kauffman, Peter G., Pappas Jack, D. Sobel, William E., Dismukes, (2011).**Essentials of Clinical Mycology. 2ème édition, Springer.
- **Carson C.F. & Riley T.V. (1995).** « Antimicrobialactivity of the major components of The essential oil of Melaleuca alternifolia » J. Appl Bacterial, 78(3): 264-269.
- **Carson C.F. Mee B.J et Riley T.V. (2002) :**Mechanism of action of Melaleuca alternifolia (tea tree) oil on Staphylococcus aureus determined by time kill, lysis ; leakage and salt tolerance assays and electronmicroscopy .Antimicrobial Agent Chmotherapy.46 : 1914-1920

Références Bibliographiques

- **Chaker H., (2012).** « Régulation de l'adaptation de la bactérie *Pseudomonas aeruginosa* à son hôte : implication des métabolites du tryptophane ». Thèse de doctorat : Grenoble : Université de Grenoble : Science agricole.
 - **Chao S.C., Young D.G. et Oberg G.J.,(2000).**Screening for inhibitory activity of essential oil on selected Bacteria, Fungi and viruses. *Journal of Essential oil Research.* 12, p: 639 649.
 - **Charlotte B., (2017).** *Escherichia coli* potentiellement pathogènes dans l'environnement littoral : cas des. Thèse doctorat .université de Bretagne occidentale.180.
 - **Conner D. E., (1993).** Naturally occurring compound, 441-468. In Davidson P. M. and Branen A. L. *Antimicrobials in foods*, 2nd ed. Marcel Dekker, Inc., New York, N.Y
 - **Cosentino S., Tuberoso C. I. G. et al. (1999).** In-vitro antimicrobial activity and chemicalcomposition of Sardinian *Thymus* essential oils. *Lett Appl Microbiol.*; 29(2): 130-5.
 - **Cowan, M. (1999).** Plant products as antimicrobial agents. *Clinical Microbiology Reviews.* Vol. 12, No. 4, p.564-582.
 - **Cox S. D., Mann C. M. et al. (2000).** The mode of antimicrobial action of the essential oil of *Melaleuca alternifolia* (tea tree oil). *J. Appl Microbiol*; 88 (1): 170-5.
 - **Cox S. D., Mann C. M., Markham J. L., Gustafson J. E., Warmington J. R. and Wyllie S. (2001).**Determining the Antimicrobial Actions of Tea Tree Oil. *Molecules.* 6: 87-91
 - **Cristian C., (2008).** *Microbiologie hygiène Bases microbiologiques de la diététique.* Lavoisier. Paris. P 79.
 - **Cristina Tabuc. (2007).** Flore fongique de différents substrats et conditions optimales de production des mycotoxines. Thèse de doctorat : pathologie, mycologie, génétique et nutrition. Toulouse : université de Bucarest .190p.
 - **Crossley KB., (2010).** *Staphylococci in human disease.* 2nd ed. Chichester, West Sussex ; Hoboken, NJ:Wiley-Blackwell;
- D-**
- **Danielle, C., (2015).** Fiche technique bacteriologie153 ; *Escherichia coli* (No. n° W313002633). Toulouse.

Références Bibliographiques

- **David M., Lemeland J.F., Boyer S., (2008).** Emergence de bêta-lactamases à spectres étendu chez *Pseudomonas aeruginosa* : à propos de 24 cas au CHU de Rouen. *Pathologie Biologie*. Volume.; 56 :429-434
- **Davidson P.M., (1997).**Methods for testing the efficacy of food antimicrobial, *Food Technology*, p:148-155
- **De Billerbeck K.V.G., Roques C., Vanière P. et Marquier P., (2002).** Activité antibactérienne et antifongique de produits à base d'huiles essentielles. *Hygiènes*, 10(3), 248-251.
- **Delarras C., (2014).** Pratique en microbiologie de laboratoire. Lavoisier, France.
- **Delazar A., Reid R.G., Sarker S.D. (2004).** GC-MS analysis of the essential oil from the oleoresin of *Pistacia atlantica* var. *Mutica*. *Chemistry of Natural Compounds*, Vol.40, No. 1.
- **Desjobert J. M., Bianchini A., Tommy P., Costa J. et Bernardini A. F., (1997).** Etude d'huiles essentielles par couplage chromatographie en phase gazeuse / spectrométrie de masse. Application à la valorisation des plantes de la flore Corse. *Analysis*; 25 (6) : 1316.
- **Didry N., Dubreuil L. et al., (1993).** Activité antibactérienne du thymol, du carvacrol et de l'aldéhyde cinnamique seuls ou associés. *Pharmacize*; 48: 301-4.
- **Djenane D., Martinez L., Sanchez A., Montanes L., Blanco D., Yanguela J., Beltran J.A., Roncalés P., (2006).** Effect of lactic acid bacteria on beef steak microbial flora stored under modified atmosphere on *Listeria monocytogenes* in broth cultures. *Food Sci.Technol. Int.*, (in press).
- **Donelian A., Carlson L .H. C., Lopes R.A, F.Machado. (2009).** « comparaison of extraction of patchouli (*Pogostemon cablin*) essential oil with supercritical co2 and by steam distillation», *the journal of supercritical fluids*, 48,15-20.
- **Dormans H. J. et Deans S J., (2000).**Antimicrobial agent from plants: antibacterial-activity of plants volatil oils. *J. of appl. Microbial.* vol.88, pp. 308-316
- **Duru M.E., Cakir A., Kordali S., Zengin H., Harmandar M., Izumi S. et Hirata T. (2003)** Chemical composition and antifungal -properties of essential oils of three *Pistacia* species. *Fitoterapia*.74, (1-2):170-176.

Références Bibliographiques

-F-

- **Fauchère J. L. et Avril J.L., (2002).** Bactériologie générale et médicale. Ed. Ellipses, Paris. 365 P.
- **Fine DH., Furgang D. et Barnet ML., (2001).** Comparative antimicrobial-activities of antiseptic mouthrinses against isogenic planktonic and biofilm forms of *Actinobacillus Actinomycete mcomitans*. J Clin Periodontol; 28: 697-700.

-G-

- **Gabriel I., Alleman F., Dufourcq V., Perrin F. et Gabarrou J-F., (2013).** INRA Productions Animales, 26 (1), 13-24
- **Gerhard R., (1993).** Métabolisme des végétaux. Physiologie et biochimie. Edition française. Presses polytechnique et universitaires romandes.
- **Gigou-cornet M., (2006).** Rôle des gènes RIM et VPS dans la signalisation du pH, la virulence et la résistance aux antifongiques chez la levure *Candida albicans*. Thèse doctorat, PARIS : p11.
- **Giordani R. et Kaloustian J., (2006).** Action Anticandidosique des Huiles Essentielles: leur Utilisation Concomitante avec des Médicaments Antifongiques. J. Phytothérapie. 4 (3): 121-124.
- **Graille M., Stura E. A., Corper A. L., Sutton B. J., Taussig M. J., Charbonnier J. B. et Silverman G.J., (2000).** Crystal structure of a *Staphylococcus aureus* protein a domain complexed with the Fab fragment of a human Ig Mantibody: structural basis for recognition Of B-celleceptors and super antigen activity. Proceedings of the National Academy of Sciences, 97(10), 5399-5404.
- **Guillet C. et al. (2010).** Human listeriosis caused by *Listeria ivanovii*. Emerging Infectious Diseases 16, 136-138.
- **Gustafson R.H. et Bowen R.E., (1997).** Antibiotic use in animal agriculture .journal of applied microbiology .83 :531-541

-H-

- **Hacini N. et Djelloul R., (2017).** Study of the Antibacterial and Antifungal-Activities of Oils of *Pistacia lentiscus* L. International Journal of Applied Environmental Sciences, 12, (1), pp. 133143.

Références Bibliographiques

- **Haloui T., Farah A., Lebrazi S., Fadil M., Belrhiti Alaoui, (2018).** Application of response surface methodology for the optimization of hydro-distillation extraction of Pistacia lentiscus L. essential oil Journal of Applied Pharmaceutical Science, 8 (01), pp. 050054
- **Hamon M.A., Ribet D., Stavru F., Cossart P., (2012).** Listeriolysin O: the Swiss army knife of Listeria. Trends in Microbiology 20, 360-368.
- **Hanafey F. et Sabry A., (2013).** In vitro Antifunga Activity of Three Geophytic plant Extracts against Three Post-harvest Pathogenic Fungi, 16, 23, p.p. 1698-1705.
- **Haouzi R., (2013).** Etude biologique des effets des microondes sur Escherichia coli. Mémoire. Université des sciences et de la technologie d'Oron Mohamed Boudiaf. 60P.
- **Henri V., (1993).** Mes procédés d'extraction des huiles essentielles. Partie 1, d'après des articles de Henri Viaud, distillateur thérapeutiques naturelles, GNOMA
- **Hiramatsu K., (2001).** Vancomycin-resistant Staphylococcus aureus : a new model of antibiotic-resistance. The Lancet Infectious Diseases, 1 : 147-155

-J-

- **Janakat S and Al-Merie H., (2002).** Evaluation of hepato protective effect of Pistacia lentiscus, Phillyrealatifolia and Nicotiana glauca. J. Ethnopharmacol, 83, 135-138
- **Jean Marie. (2007).** Arbres et Arbustes de Méditerranée. Un éditeur de la compagnie des éditions de l'ers, 135
- **Joy Bowes E., (2003).** The chemistry of Aromatherapeutic Oils, 3rd Edition, p. 56.

-K-

- **Kalemba D. and Kunicka A., (2003).** Antibacterial and antifungal properties of essential oils. Current Med Chem; 10(10): 813-29
- **Kobayashi T., Abe K., Asai K., Gomi K., Juvvadi P.R., Kitamoto K., Takeuchi M., Machida M., (2007).** Genomics of Aspergillus oryzae. Biosci. Biotechnol. Biochem., 71(3); 646–670.
- **Kong D.Z, Liu LQ., Xing CR., Kuang H. et Xu CL. , (2015).** Sensitive and highly specific detection of Cronobacter sakazakii based on monoclonal sandwich ELISA. Food Agric Immunol 26:566.

Références Bibliographiques

- **Kordali S, Cakir A, Zengin H and Duru M., (2003).** Antifungal activities of the leaves of three Pistacia species grown in turkey. *Fitoterapia*, 74, 164-167.
- **Koutsoudaki C., Krsek M., Rodger A., (2005).** Chemical composition and antibacterial activity of the essential oil and the gum of Pistacia lentiscus var. Chia. *J. Agric Food Chem.*53, (20) :7681-7685.

-L-

- **Labeled I., (2015).** Composition chimique et évaluation des activités biologiques des huiles essentielles de *Pistacia atlantica* Desf. et de *Ferula vesceritensis* Coss. & Dur. ET SYNTHESE CATALYTIQUE DE NOUVEAUX DÉRIVÉS PIPÉRIDIQUES. Thèse de doctorat : Chimie pharmaceutique. Université frères Mentouri. Constantine. P 15.
- **LABIOD Fouzia et CHAIBRAS Sara, (2015).** Isolement, identification et activité antibactérienne des moisissures d'un sol forestier à Constantine. Mémoire de master : Biotechnologie des mycètes Université des Frères Mentouri Constantine, 118P.
- **Lahlou M., (2004).** Methods to study phytochemistry and bioactivity of essential oils. *Phytotherapy Research*, 18: 435-448.
- **Lambert R. J. W., Skandamis P. N., et al.,(2001).** A study of the minimum inhibitory concentration and mode of action of oregano essential oil, thymol and carvacrol. *J. App Microbiol*; 91(3): 453-62
- **Larpent J.P., (2004).** *Listeria*. Tec et Doc, 3ème éd., Lavoisier. Paris.
- **Liazid, A., (2012).** Etude de la résistance aux antibiotiques des bactéries à Gram négatif non fermentantes au niveau du C.H.U de Tlemcen. Thèse de doctorat. Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen.24-26
- **Lis-Balchin M., (2002).** Lavender: the genus Lavandula, Taylor and Francis, London, p.37, 40.

-M-

- **Maameri-Habibatni Z., (2014).** *Pistacia lentiscus* L.: Evaluation pharmaco toxicologique. Thèse de Doctorat en Sciences. Université Constantine 1, Algérie. 102p.

Références Bibliographiques

- **Machida M., Yamada O., Gomi K., (2008).** Genomics of *Aspergillus oryzae*: Learning from the history of koji mold and exploration of its future. DNA Res., 15; 173–183
- **Maruzzella J., (1962).** —The Germicidal Properties of Perfume Oils. Perfumery Chemicals, 77:67-72.
- **Mayer F. L., Wilson D. & Hube B., (2013).** *Candida albicans* pathogénicité mécanismes. Virulence, 4(2), 119-128.
- **Mehenni C., Atmani-Kilani D., Dumarcay S., Perrin D., Gérardin P. and Atmani D., (2016).** Hepato protective and antidiabetic effects of *Pistacia lentiscus* leaf and fruit extracts. Journal of food and drug analysis, 24: 653- 669
- **Minchella A., Molinari L., Alonso S., Bouziges N., Sotto A., et Lavigne J.P., (2010).** Evolution of antimicrobial resistance against *Pseudomonas aeruginosa* in a French university hospital between 2002 and 2006. Pathol Biol (Paris).; 58: 1-6.
- **Mira B., Blasco M. et Subirats S., (1996).** « Supercritical co2 extraction of essential oils from orange peel », the journal of super critical fluids, 9, 238-243.
- **Mokkadem A., (1999).** Cause de Dégradation des plantes médicinales et aromatiques d'Algérie. Vie et Nature (7), pp. 24–26.

-N-

- **Nauciel C. et Vildé J.L., (2007).** Bactériologie médicale. Elsevier Masson SAS. P 122-123.
- **Nilsson R.E., Ross T. et J.P., (2011).** Bowman Variability in Biofilm Production by *Listeria monocytogenes* Correlated to Strain Origin and Growth Conditions Int J. Food Microbial 150, no.1:14-24.

-P-

- **Padrini F. et Lucheroni M.T., (1996).** Le grand livre des huiles essentielles .Ed .de Vecchi.
- **Pammi M., Holland L., Butler G., Gacser A., & Bliss J. M., (2013).** *Candida parapsilosis* is a significant neonatal pathogen : a systematic review and meta-analysis. The Pediatric infectious disease journal, 32(5), e206.

Références Bibliographiques

- **Pibiri M.C., (2006).** Assainissement Microbiologique de l'Air et des Systèmes de Ventilation au Moyen d'Huiles Essentielles. Thèse de Doctorat, École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Suisse. 177 ,2852p.
- **Prodhomme A., (2008).** Sensibilité diminuée d'Escherichia coli aux céphalosporines de 3^{ème} génération : étude génétique et corrélation avec l'utilisation des β -lactamines en Thérapeutique. Thèse de doctorat. Université de Nantes faculté de pharmacie. 90 P.

-Q-

- **Quezel P. et Santa S., (1963).** Nouvelle flore d'Algérie et des régions désertiques méridionales. Ed. CNRS, Paris

-R-

- **Rasooli I. and Abyaneh M. R., (2004).** Inhibitory Effect of Thyme Oils on Growth and Afltoxin Production by *Aspergillus parasiticus*. Food Control. 15 (6): 479-483
- **Remila S., Atmani-Kilani D., Delemasure S., Connat J.L., Azib L., Richard T. and Atmani D., (2015).** Antioxidant, cytoprotective, anti-inflammatory and anticancer activitie of *Pistacia lentiscus* (Anacardiaceae) leaf and fruit extracts. European J. of Integrative Med., 7(3): 274-286.
- **Revenchon E., (2008).** « Supercritical fluid extraction and fabrication of essential oils and related products », the journal of supercritical fluids, 1997 ,10 ,1-37 Office fédéral de la santé publique. —Les Huiles Essentielles. Confédération Suisse
- **Riddle J.M., (2002).** History as a tool in identifying « new » old drugs. In B. S. Buslig and J.A. Manthey (Eds.). Flavonoids in CellFunction (pp. 89-94). Series: Advances in Experimental Medicine and Biology, volume 505. Boston, MA : Springer US
- **Robert D., (2013).** Staphylococcus aureus résistant à la méticilline (SARM): généralités, antibiotiques actifs, résistances acquises, et implication en pathologie communautaire illustrée par l'exemple des infections acquises au cours de la pratique sportive .Thèse de doctorat : pharmacie. Angers : université Angers, 126p.
- **Rokas A., (2009).** "L'effet de la domestication sur le protéome fongique". Tendances en génétique : TIG 25 (2) : 60–63. doi: 10.1016 / j.tig.2008.11.003. PMID 19081651. Modifier rôle in the motility of *Pseudomonas aeruginosa*. J. Bacteriol, 187 : 771-777

Références Bibliographiques

-S-

- **Saidani M., (2012-2013).** Epidémiologie des pyélonéphrites et prostatites communautaires : Les traitements probabilistes recommandés sont-ils toujours adaptés? Thèse de doctorat. Université Paris Diderot. France.
- **Santos F S R., Novales M G M., (2012).** Essential oils from aromatic herbs as antimicrobial agents. *Curr. Opin. Biotech.*; 23:136–41.
- **Scimeca D., (2007).** Les plantes du bonheur, Ed. Alpen, p.12-17.
- **Sdoudi K., El Hamoumi R., Chaïb N., El Mdaghri N., & Razki A., (2014).** Candidoses vaginales à Casablanca : implication des espèces non albicans et particularités étiologiques. *European Scientific Journal, ESJ*, 10(18)
- **Sefraoui I.E. K., (2015).** Etude de la résistance aux antibiotiques de *Pseudomonas aeruginosa* au niveau de différents hôpitaux de l'ouest algérien. Thèse de doctorat. Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen.32
- **Singleton P. (2005).** Traduit de l'anglais par Dusart. J. Bactériologie pour la médecine, la biologie et biotechnologie, 6 éditions Dunod, Paris P4-33.
- **Sivropoulou A., Papanikolaou E., Nikolaou C., Kokkini S., Lanaras T., (1996).** Arsenakis M. Antimicrobial and cytotoxic activities of oregano essential oils. *J. Agric. Food Chem.* .44: 12021205. Cité par Ksouri 2014.
- **SKandamis P., Koutsoumanis K., Fasseas K., Nychas G.J.E., (2001).** Inhibition of oregano essential oil and EDTA on *Escherichia coli* O157 :H7. *Italian journal of food science.* 13(1) 5-7.
- **Smail-Saadoun N., (2005).** Types stomatiques du genre *Pistacia* : *Pistacia atlantica* Desf. ssp. *atlantica* et *Pistacia lentiscus* L. *Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens*, (63), PP. 369-371
- **Staub P. & Morschhäuser J., (2007).** Chlamydospore formation in *Candida albicans* and *Candida dubliniensis* - an enigmatic developmental programme. *Mycoses*, 50(1), 1-12.
- **Svoboda K.P. et Hampson J.B ., (1999).** Bioactivity of essential oils of selected temperate aromatic plants: antibacterial, antioxidant, anti-inflammatory and other related pharmacological activities. Plant Biology Department, SAC Auchincruive, Ayr, Scotland, UK., KA6 5HW.

Références Bibliographiques

-T-

- **Tantaoui-Elaraki A., Lattaoui N. and Errifi A., (1993).** Composition and Antimicrobial Activity of the Essential Oils of *Thymus broussonetti*, *Thymus zygis* and *Thymus satureioides*. J Essent. Oil Res. 5: 45-53.
- **Teixeira Duarte M. C. T., Figueira G. M., Sartoratto A., Rehder V. L. G. and Delarmelina C., (2005).** Anti Candida Activity of Brazilian Medicinal Plants. J. Ethnopharmacol. 97 (2): 305311.
- **Touaitia R., (2016).** Staphylococcus aureus résistant à la méthicilline : Emergence et mécanismes de résistance. Thèse de doctorat, Université Badji Mokhtar, Annaba, 106p.
- **Trabelsi H., Cherif O.A., Sakouhi F., Villeneuve P., Renaud J., Barouh N., Boukhchina S., Mayer P., (2012).** Fatty acids, 4-desmethyl sterols, and triterpene alcohols from Tunisian lentisc (*Pistacia lentiscus*) fruits. Eur. J. Lipid. Sci. Technol, 114, PP .968–973

-U-

- **Ultee A., Bennik M.H.J., Moezelar R., (2002).** The phenolic hydroxyl group of carvacrol is essential for action against the food-borne pathogen *Bacillus cereus*. Applied and Environmental Microbiology .68 :1561-1568
- **Ullree A., Slump R.A, Steging G. et Smid E.J., (2002).** Antimicrobial-activity of carvacrol on rice, Journal of food protection.63, p. 620-624.

-V-

- **Valin N, TruffotPernot C., Grigorescu C. et Jarlier V., (2007).** Surveillance Bull Epidemiol Hebd, 11 :29-91.
- **Vanessa C., (2001).** Les candidoses vaginales récidivantes à *Candida albicans*. Thèse de doctorat : Pharmacie : université HENRI POINCARÉ.p20.
- **Villar A., Sanz M.J. et Paya M., (1987).** Hypotensive Effect of *Pistacia lentiscus* L. Pharmaceutical Biology. 25, (1) : 1-3.
- **Vinh DC. et al., (2009).** Invasive Aspergillosis due to *Neosartorya udagawae*. Clin Infect Dis;49:102—11.

Références Bibliographiques

- **Viollon C., Chaumont J.P., Leger D., (1993).** Plant. Méd. Phytothér., 26, 17. Cité par Bouaine abdechafie. étude de l'activité antifongique des huiles essentielle extraites des deux plantes aromatique et médicinales lentisque et myrte .université sidi med Abdellah. master en science et technologie, Fés.2016
- **Viollon C. and Chaumont J. P., (1994).** Antifungal Properties of Essential Oils and their Main Components Up on *Cryptococcus neoformans*. Mycopathologia. 128(3): 151-153
- **Vokou D., Kokkini S. et Bressiere J.M., (1988).** *Origanum onites* (Lamiaceae) in Greece Distribution, volatile oil yield, and composition, Economy botanic. 42, p. 407-41.

-W-

- **Webster J., Weber R.W.S., (2007).** Introduction to fungi. 3rd edition. Cambridge University Press. New York, pp. 286–302.
- **Wendakoon C. N. et Sakaguchi M., (1995).** Inhibition of amino acid decarboxylase activity of *Enterobacter aerogenes* by active components in spices, Journal of Food Prot. 58, P : 280-283.
- **Wichtl M. et Anton R., (2003).** Plantes thérapeutiques – Tradition, pratique officinale, science et thérapeutique, 2ème édition, Ed. TEC & DOC.

-X-

- **Xavier F. et ChematF., (2012).** La chimie des huiles essentielles, Tradition et innovation.

-Y-

- **Yves LE LOIR and GANTIER Michel, (2009).** *Staphylococcus aureus*. Lavoisier.

-Z-

- **Zaika L. (1988).** Spices and Herbs – Their antimicrobial activity and its determination. J. Food Safety; 9(2): 97-118.
- **Zlotorzynski A., (1955).** Microwaves assisted extraction of essential oils from vegetal material. Anal. Chem .25(1), p : 43-76

Références Bibliographiques

Adresses électroniques

- **ANES.** *Listeria monocytogenes*. Fiche de description de danger biologique transmissible par les aliments [.http://www.anes.fr/fr/system/files/Mico2011sa0171Fi.pdf](http://www.anes.fr/fr/system/files/Mico2011sa0171Fi.pdf) (2011)
- **Association Française des Enseignants de Parasitologie et Mycologie,** 2014.<http://campus.cerimes.fr/parasitologie/enseignement/candidoses/site/html/cours.pdf> consulté Le 5 novembre 2015.
- **Datry A., Sehrine S.,(2010)** Association de Biologie Praticienne : mycologie. Paris, <http://www.abioprat.com/resultats/mycologie/MYCO103.pdf>, consulté le 26 février 2015
- **Elsevier/Masson,octobre.,(2005).** Annales de Dermatologie et de Vénérologie. Vol 132, N° SUP10: 44-48. <http://www.em-premium.com/article/156040>, consulté le 26 février 2015.
- **HADJER M, KENZA A.** Pathogénicité chez Escherichia coli. fac.umc.edu.dz [Internet]. [cited 2018 Jan 26]; Available from: <http://fac.umc.edu.dz/snv/faculte/biblio/mmf/2015/190-2015.pdf>

Résumé

Pistacia lentiscus est une plante médicinale appartenant à la famille des *Anacardiaceae*, connue sous le nom de « Darw », elle est très répandue dans les pays méditerranéens. Notre recherche s'intéresse à l'étude de l'effet antimicrobien de cette plante sur des souches pathogènes bactériennes et fongiques.

Nous avons essayé d'évaluer in vitro l'activité antibactérienne et antifongique de l'huile essentielle et l'extrait aqueux de *Pistacia lentiscus*

L'extraction des huiles essentielles a été effectuée par hydrodistillation avec un appareil de type Clevenger et l'extrait aqueux brut préparé à partir des feuilles par macération avec l'eau distillée.

Au bout de cette étude, nous retiendrons que l'extrait biologique et les huiles de notre plante exercent un effet antimicrobien important sur les souches pathogènes étudiées et pourrait par conséquent être utilisé dans le traitement des maladies infectieuses.

Les mots clés : *Pistacia lentiscus*, l'activité antimicrobienne, l'huile essentielle, Clevenger, extrait aqueux, macération.

ملخص

Pistacia lentiscus هو نبات طبي

ينتمي الى عائلة Anacardiaceae معروف باسم "الضرو" , منتشر جدا في دول البحر الابيض المتوسط.

يهتم البحث بدراسة التأثير المضاد للميكروبات لهذا النبات على السلالات مسببة الامراض البكتيرية و الفطرية.

Pistacia lentiscus حاولنا تقييم نشاط الزيت المضاد للبكتيريا و الفطريات في المختبر مستخلص أساسي و مائي من

والمستخلص المائي الخام المحضر من clevenger تم استخراج الزيوت العطرية عن طريق التقطير المائي مع نوع الاوراق بواسطة النقع بالماء المقطر .

في نهاية هذه الدراسة , سوف نحتفظ بأن المستخلص العضوي وزيوت نباتنا لها تأثير كبير مضاد للميكروبات على السلالات الممرضة التي تمت دراستها ولذلك يمكن استخدامها في علاج الامراض المعدية .

الكلمات المفتاحية

Pistacia lentiscus مستخلص مائي , تنقيع , Clevenger , نشاط مضاد للميكروبات , زيت عطري.

Abstract

Pistacia lentiscus a medicinal plant belonging to the family Anacardiaceae, this species known as "Darw", is wide spread in the Mediterranean countries. our research is interested in studying the antimicrobial effect of this plant on strains bacterial and fungal pathogens.

We tried to evaluate in vitro the antibacterial and antifungal activity of the oil essential and aqueous extract of *Pistacia lentiscus*.

The extraction of essential oils was carried out by hydrodistillation with a Clevenger type and raw aqueous extract prepared from the leaves by maceration with water distilled.

At the end of this study, we will remember that the biological extracts of our plant have a strong antibacterial effect on the strains studied and could therefore be used in the treatment of infectious diseases.

Key words : *Pistacia lentiscus*, antibacterial activity, essential oil, Clevenger, aqueous extract, maceration.