

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة 8 ماي 1945 قالمة
Université 8 Mai 1945 Guelma
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Sciences de la terre et de l'Univers



Mémoire En Vue de l'Obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences Biologiques
Spécialité/Option : Infectiologie
Département : Biologie

Intitulé

Etude de l'activité antibactérienne des huiles essentielles des trois plantes médicinales (*Salvia sclarea*, *Syzygium aromaticum* et *Allium cepa*)

Présenté par

TALHI Ahlem
TEBOULA Zeyneb
BOUSSAHA Meriem

Devant le membre du jury

Dr. Wissam Abdaoui	Présidente	Université de Guelma
Dr. Sandra Amri	Encadreur	Université de Guelma
Dr. Lamia Benhalima	Examinatrice	Université de Guelma

Juin 2018

Remerciements

Avant toute chose, nous remercions Allah, le tout puissant, de nous avoir donné la force et la patience.

Nous tenions à vous exprimer nos plus sincères remerciements à Mm **Mme Abdaoui Wissem** pour avoir accepté de présider jury. Nous vous sommes très reconnaissants. Votre compétence ainsi que vos qualités humaines et votre savoir-faire représentent pour nous tant de qualités à admirer. Votre présence nous honore.

Nous s'exprimons nos sincères remerciements à **Mme Benhalima Lamia** à l'université de Guelma d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Nos remerciements et nos profondes considérations vont d'une façon toute particulière à notre encadreur **Mme Amri Sandra** Maître assista l'université de Guelma de nous avoir accordé l'honneur de diriger ce travail en donnant des critiques et des commentaires sur ce mémoire avec lesquelles nous éclairer .

Veillez agréer, l'expression de notre profond respect. .

Nous tenons également à remercier vivement au responsable du parcours **Mme Braik Asma** qui a apportés leur soutien, leur conseil et leur contribution dans l'édification structural de cette mémoire.

Nous remercions l'ensemble de l'équipe des laboratoires pédagogiques pour leur aide et disponibilité qui nous facilite l'intégration dans le milieu de la pratique, Nous exprimons sincères gratitudes.

Sans oublier d'envoyer un grand remerciement au Docteur à l'université de Badji Mokhtar –Annaba de nous avoir aidé à réaliser l'extraction des huiles qui est La base de notre étude .

Dédicaces

Je dédie ce travail à

Ma mère, Le plus beau cadeau que le Bon Dieu m'a offert, qu'Allah la garde pour nous. elle a été mon ombre durant toutes les années des études, et qui a veillé tout au long de ma vie à m'encourager, à me donner l'aide et à me protéger.

Mon père , école de mon enfance et berceau de ma culture. Qui est toujours un exemple pour moi, et qui m'a indiqué la bonne voie en me rappelant que la volonté fait toujours les bonnes. que dieu les gardes et les protège.

A mes chères grandes parents A mes sœur et ma unique frère qui m'ont aidés beaucoup durant toutes L'années universitaires.

A mon époux, j'exprime toute ma gratitude

A tous ceux et toutes celles qui m'ont accompagné et soutenu de loin et de près durant cette année de formation. .

À tous ceux qui aiment la science

Zeyneb

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à ceux qui me sont chers,

A ma chère mère

Aucune dédicace ne serait être assez éloquente pour exprimer ce que tu mérites pour tous les sacrifices que tu n'as cessé de me donner depuis ma naissance, durant mon enfance et même à l'âge adulte. Tu as toujours été le père et la mère, rien au monde ne vaut les efforts fournis jours et nuit pour mon éducation et mon bien être, toute cette abnégation dont tu as fait preuve afin que je devienne ce que je suis, je t'en serai éternellement reconnaissante. Que Dieu, tout puissant, te préserve et t'accorde la bonne santé, longue vie et bonheur.

A mon cher père

Aucun hommage ne pourrait être à la hauteur de l'amour dont il ne cesse de me combler. Que dieu leur procure bonne santé et longue vie.

*A mon cher unique frère, et mes chères adorables sœurs,
sans oublié mes grand-mères que j'aime.*

A toute ma grande famille.

A tous mes amis et tous ceux que j'aime.

A mes deux camarades de travail.

A tous mes camarades de la promotion master infectiologie 2018.

A toute la promotion licence immunologie 2016 pour tous les beaux moments.

Ahlem

Dédicaces

Aux êtres les plus chers à mon cœur, mon père Salah et ma mère Naziha, qui ont consacré leur noble existence à bâtir la mienne.

De ma vie je ne saurai assez leur exprimer mon affection, ma reconnaissance et mon amour.

A mes adorables frères Naima et Abdrahmen et imane qui ont été toujours là à mes côtés, qui m'ont aidé en toute étape de ma vie.

A ma chère sœur Ikram, son époux Fathi et la petite fille de ma sœur khaddija, qui font une partie de mon bonheur.

A mon mari Hamza , qui a su de loin m'encourager et me soutenir.

A ma deuxième maman et papa ,salah et saliha, qui m'a appris beaucoup de chose et qui m'a toujours encouragé.

A ma camarrad Ahlem et zeyneb ,et que je partage ce moment si précieux.

A toute ma famille, Ma tante et oncles et cousins et cousines, petit et grand sans exception.

A mon grand père et grand méremohamed et masouda et louiza qui m'a toujours tenu la main.

A tous mes amis, et toute personne que je connais, a toute la promotion

Master II Infectiologie 2018.

Meriem

TABLE DES MATIERES

Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des abréviations	
Résumé	
Introduction.....	01

CHAPITRE I. SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

1. BOTANIQUE DE <i>SALVIA SCLAREA</i>	
1.1. Caractéristiques	04
1.2. Répartition géographiques	05
1.3. Classification	05
1.4. Composition chimique	05
1.5. Intérêt en phytothérapie.....	05
2. BOTANIQUE DE <i>SYSYGIUM AROMATICUM</i>	
2.1. Caractéristiques	06
2.2. Répartition géographiques.....	07
2.3. Classification.....	07
2.4. Composition chimique.....	08
2.5. Intérêt en phytothérapie	08
3. BOTANIQUE D'<i>ALLIUM CEPA</i>	
3.1 Caractéristiques.....	08
3.2 Répartition géographique.....	09
3.3 Classification.....	09
3.4 Intérêt en phytothérapie.....	10
4. LES HUILES ESSENTIELLES	

4.1 Historique	11
4.2 Définition d'huiles essentielles..... ;.....	11
4.3 Biosynthèse des huiles essentielle	12
4.4 Composition chimique.....	12
4.5 Facteurs déterminants le degré d'activité des huiles essentielles.....	13
4.6 Activité des huiles essentielles.....	13

5. ANTIBIOTIQUES

5.1 Définition d'un antibiotique	14
5. Classification des antibiotiques.....	14
5.4 Mode d'action des antibiotiques.....	15
5.5 Résistance bactérienne aux antibiotiques.....	16
5.5.1 Les principaux mécanismes de résistance bactérienne aux antibiotiques	16
5.5.2 Problèmes causés par les bactéries résistantes.....	17

6. ESPECES BACTERIENNES

6.1 <i>Escherichia coli</i>	17
6.1.1 Classification.....	18
6.1.2 Habitat.....	18
6.1.3 Caractéristiques.....	18
6.1.4 Pouvoir pathogène.....	19
6.1.5 Résistance aux antibiotiqu.....	19
6.2 <i>Pseudomonas aerogenosa</i>,,.....	19
6.2.1 Classification.....	20
6.2.2 Habitat.....	20
6.2.3 Caractéristiques.....	20
6.2.4 Pouvoir pathogène.....	20
6.2.5 Résistance aux antibiotiques.....	20
6.3 <i>Staphylococcus aureus</i>	22
6.3.1 Classification.....	22

6.3.2 Habitat.....	22
6.3.3 Caractéristiques.....	22
6.3.4 Pouvoir pathogène.....	23
6.3.5 Résistance aux antibiotiques.....	23

CHAPITRE II. MATERIELS ET METHODES

1. Préparation des extraits.....	26
2. Souches bactériennes.....	26
3 .Milieux de culture utilisée.....	26
4. Etude de l'activité antibactérienne.....	27
4.1. Méthode de diffusion en puits.....	27
4.2. Méthode des micro-atmosphères.....	28
4.3 Antibiogramme	28

CHAPITRE III. RESULTATS ET DISCUSSION

1. Etude de la sensibilité des souches de référence aux antibiotiques.....	30
2. Etude de l'activité antibactérienne des huiles essentielles.....	31
2.6. Evaluation de l'effet de <i>Salvia sclarea</i>	32
2.7. Evaluation de l'effet d' <i>Allium cep</i>	33
2.8. Evaluation de l'effet de <i>Syzygium aromaticum</i>	34
3. Discussion.....	35
 <i>Conclusion et perspective</i>	 38
 <i>Références bibliographiques</i>	

Liste des abréviations

AFNOR : Association Française de Normalisation

ATCC: American Type Culture Collection

BN : Bouillon Nutritif.

C° : Degré Celsius.

GN : Gélose Nutritif

MH: Muller Hinton.

ml : millilitre.

mm: Millimètre.

OMS :Organisation mondiale de la santé.

pH : potentielhydrogène.

Sp.: Sous espèce

UFC : unité formant colonie

µl : Microlitre.

%: Pour cent

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
01	Classification biochimique des antibiotiques.....	14
02	Principaux caractères d'identification de l'espèce <i>Escherichia coli</i>	19
03	Principaux caractères d'identification de <i>Pseudomonasaeruginosa</i>	21
04	Principaux caractères d'identification de l'espèce <i>Staphylococcus aureus</i>	23
05	Composition des milieux de culture	26
06	Résistance et sensibilité des antibiotiques	28
07	Diamètres des zones d'inhibition des souches vis à vis de certains antibiotiques (moyenne ± écart type).....	30
08	Résistance des souches vis à vis des antibiotiques	31
09	Echelle de classification de l'effet antibactérien	32
10	Zones d'inhibitions de <i>salvia sclarea</i> vis-à-vis des souches de références	32
11	Zones d'inhibitions d' <i>Allium cepa</i> vis-à-vis des souches de références.....	33
12	Zones d'inhibitions de <i>Sysygium aromaticum</i> vis-à-vis des souches de références.....	34

Liste des figures

N°	Titre	Page
01	<i>Salvia sclarea</i>	04
02	Giroflier de Madagascar.....	06
03	Feuilles , boutons floresen et fleurs de giroflier	07
04	<i>Alluim cepa</i>	09
05	Différence de structure bactérienne entre Gram positive et Gram négative	14
06	Mode d'action des antibiotiques sur la cellule bactérienne	16
07	Action antibactérienne des antibiotiques sur les 3 souches de référence	31
08	Effet antibactérien de <i>Salvia sclarea</i> sur les souches de références	33
09	Effet antibactérien de l'action antibactérienne d' <i>Allium cepa</i>	34
10	Effet antibactérien de l'action antibactérienne de <i>syzygium aromaticum</i>	35

ملخص

تمت دراسة نشاط المضاد للجراثيم البكتيرية لثلاث زيوت اساسية البصل *Allium cepa* القرنفل *Syzigium aromaticum* , الميرمية او نبات الحكيم *Salvia sclarea*. وقد اعتمدت هذه الدراسة على اختبار نشاط البكتيريا بطريقة الانتشار في الوسط الصلب (gélose) وطريقة الجو الدقيقة (micro-atmosphère) ضد ثلاث سلالات مرجعية *Echirichia -coli*, *Staphylococcus aureus*, و *Pseudomenas aerogenosa* والتي تعرف بمقاومتها للمضادات الحيوية المستعملة حاليا. النتائج المتحصل عليها اظهرت ان زيت نبات القرنفل هو الأكثر فاعلية على السلالات الثلاث بقطر تثبيط قدر 14,15 مم على *Pseudomenas aerogenosa*, *Staphylococcus aureus*, و *Echirichia-coli* وفق هذا الترتيب. مستخلص زيت نبات البصل اظهر هو كذلك فعالية معتبرة علنوعين من البكتيريا و *Staphylococcus aureus*, *Pseudomenas aerogenosa* بأقطار تثبيط 7.13, 15 مم على التوالي. زيت نبات الميرمية تميز بنشاط قوي فقط على بكتيريا *Staphylococcus aureus* بقطر تثبيط قدر ب 16 مم.

الكلمات المفتاحية : زيوت طيارة , نباتات طبية , نشاط مضاد للبكتيريا , القصعين او الميرمية (*Salvia*) (*sclarea*) , القرنفل (*Syzigium aromaticum*) , البصل (*Allium cepa*) .

Résumé

L'activité antibactérienne des huiles essentielles de *Salvia sclarea*, *Allium cepa* et *Syzygium aromaticum*, de trois plantes médicinales utilisées traditionnellement pour traiter les maladies infectieuses, a été étudiée *in vitro*. Les espèces *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* et *Staphylococcus aureus* ont été utilisés pour cette étude à l'aide de la méthode de diffusion en milieu gélosé, et la méthode micro-atmosphères.

Les résultats obtenus ont indiqué que l'huile essentielle de *Syzygium aromaticum* est la plus active sur les trois souches bactérienne, elle induit des diamètres d'inhibition de 15, 14 et 13 mm sur *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* et *Staphylococcus aureus* respectivement. L'huile essentielle d'*Allium cepa* a montré des effets considérables aussi bien sur *Pseudomonas aeruginosa* et *Staphylococcus aureus* avec des diamètres de l'ordre de 15 et 13,7 mm respectivement. Pour l'huile essentielle de *Salvia sclarea*, elle a indiqué une forte activité seulement sur *Staphylococcus aureus* avec un diamètre de l'ordre de 16 mm.

La souche *Staphylococcus aureus* apparaît être la plus sensible à toutes les huiles essentielles.

Mots clés : Huiles essentielles, Plantes médicinales, *Salvia sclarea*, *Allium cepa*, *Syzygium aromaticum*, activité antibactérienne.

Abstract

The antibacterial activity of the essential oils of *Salvia sclarea*, *Allium cepa* and *Syzygium aromaticum*, three medicinal plants traditionally used to treat infectious diseases, was studied in vitro. *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* and *Staphylococcus aureus* were used for this study using the agar diffusion method and the micro-atmospheric method.

The results obtained indicated that *Syzygium aromaticum* essential oil is the most active on the three bacterial strains, inducing inhibition diameters of 15, 14 and 13 mm on *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* and *Staphylococcus aureus* respectively. *Allium cepa* essential oil showed considerable effects on both *Pseudomonas aeruginosa* and *Staphylococcus aureus* with diameters of the order of 15 and 13.7 mm on respectively. For *Salvia sclarea* essential oil, it showed strong activity only on *Staphylococcus aureus* with a diameter of about 16 mm.

The *Staphylococcus aureus* strain appears to be the most sensitive to all essential oils.

Key words: essential oils, medicinal plants, *Salvia sclarea*, *Allium cepa*, *Syzygium aromaticum*, antibacterial activity.

Introduction

Les maladies infectieuses ont été responsables d'un tiers des décès dans le monde (**Konate, 2005**), elles sont de plus en plus fréquentes (**Labayle, 2001**). En Algérie comme d'autres pays en voie de développement, les maladies infectieuses et parasitaires constituent un problème de santé publique à cause de leur fréquence et leur gravité (**Benmerabet et Abed, 1982**).

L'arrivée d'antibiothérapie, dans les années 1940 à complètement révolutionné le domaine médical entraîne une réduction significative de la mortalité associée aux maladies infectieuses. Malheureusement, la résistance bactérienne aux antibiotiques traditionnels a rapidement constitué un problème de santé important à l'échelle mondiale. Selon la **Commission européenne (2005)**, on estime que d'une à dix millions de tonnes d'antibiotiques sont déchargées dans la biosphère au cours des 60 dernières années (**Herman et al ., 2011**). Le développement de la résistance bactérienne aux antibiotiques a conduit les chercheurs à puiser dans le monde végétal et particulièrement au niveau des plantes médicinales et culinaires en recherche de nouvelles molécules naturelles efficaces (**Senez, 1968**).

En effet, **l'OMS, (2002)** 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 (**Biyiti, 2004**). C'est dans les plus anciennes civilisations connues qu'est né, puis s'est répandu et transmis l'usage de recourir aux vertus curatives de certains végétaux. La phytothérapie, devenue au fil des temps une science médicale de pointe qui correspond à l'utilisation des huiles essentielles pures extraites des plantes (**Biyiti, 2004**).

En Algérie, les plantes occupent une place importante dans la médecine traditionnelle, qui elle-même est largement employée dans divers domaines de la santé (**Benmerabet et Abed, 1982**). Beaucoup de remèdes phytothérapeutiques sont nés des observations, de l'inspiration et de l'expérience des guérisseurs (**Bremness, 2011**).

L'utilisation des plantes était transférée à travers les générations jusqu'à nos jours, dans cette optique, nous avons choisi trois plantes médicinales (*Sizygiumar omaticum*, *Alluim cepa* et *Salvia sclarea*), dont On a fait l'extraction de ses huiles essentielles. L'objectif principal de ce travail est de :

- ✓ Déterminer l'effet antibactérien des huiles essentielles vis-à-vis de 3 souches bactériennes de référence à savoir *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* et *Staphylococcus aureus*.

Au niveau de ce travail, nous allons tout d'abord présenter une compilation des connaissances bibliographiques, ensuite nous allons procéder à une explication détaillée des méthodes réalisées; puis une discussion qui regroupera l'ensemble des résultats obtenus. Enfin ce manuscrit sera clôturé par une conclusion et des perspectives pour l'ensemble du travail.

Synthèse
Bibliographique

1. Botanique de *Salvia sclarea*

1.1. Caractéristiques

« Sauge » antérieurement « salje », dérive du latin *Salvia* qui désignait ces plantes en latin. Il provient de *salvo*, guérir, en raison des propriétés médicinales de la plante (Couplan, 2012). Les propriétés réputées bienfaisantes de ces plantes furent de longue date notées exploitées (Laszlo, 2000). Elles sont distribuées partout à travers le monde à l'exception des régions très froides et de la forêt tropicale (Salvatori, 2005).

Salvia sclarea est un Vivace portant des vésicules velues, les feuilles de 15 à 25 cm de long (Fig.1), sont ovales, oblongues, échancrées, irrégulièrement dentées, gaufrées. Elles sont vert moyen, avec la base cordiforme ou perfoliée. Au printemps et en été apparaissent des panicules ou des grappes terminales, formées d'une abondance de fleurs de 2 à 3 cm de long, crème et lilas à rose ou bleu, avec de grosses bractées lilas, dont les tiges, roses, portent des épis de fleurs blanc rosé (Brickell et al., 2004). La sauge *sclarée* produit des feuilles grisâtres aromatiques la première année et des fleurs bleu pourpré et blanc le deuxième été. Celles-ci attirent les abeilles. Les feuilles sont utilisées en cuisine et en phytothérapie (Denne, 2010).



Figure 1: *Salvia sclarea* L ((Salvatori, 2005).

1.2. Répartition géographique

La Sauge *sclarée* spontanée est largement distribuée en Europe méridionale, à l'Asie centrale (Salvatori, 2005), aussi elle est originaire d'Europe du Sud, elle est aujourd'hui cultivée en France et en Russie pour son huile essentielle. Elle pousse sur des sols secs très ensoleillée, on la récolte en été (Iserin, 2007).

1.3. Classification

La classification de *Salviasclarea* a été réalisée selon Iserin (2007), et elle est comme suit :

Embranchement: *Tracheophyta*

Classe: *Magnoliopsida*

Ordre: *Lamiales*

Famille: *Lamiaceae*

Genre: *Salvia*

Espèce: *Salviasclarea* L.

1.4. Composition chimique

Selon Franchomme et al., (2012), les principes actifs du *salvia sclarea* sont plus de 250 constituants, les plus importants sont: Monoterpènes, curcumène, transcalanlénène, alcools Monoterpénols, sesquiterpénols, diterpénols, esters, éthers, cétones aldéhydes, coumarines.

1.5. Intérêt en phytothérapie :

Les sauges furent tenues de tout temps comme bénéfiques, l'aromathérapie en a donc fait piliers : la sauge sclarée est réputée, par son huile essentielle comme un efficace relaxant : elle aiderait à se détendre, à soulager fatigue et douleurs musculaires (Laszlo, 2000). On utilisait plus particulièrement ses graines pour traiter les affections des yeux, on l'emploie en cas de troubles de l'appareil digestif, notamment l'indigestion ou les flatulences. On la considère comme un tonique, mais aussi comme un antalgique léger en cas de règles douloureuses. Elle a une action stimulante sur l'ovulation; on la recommande donc en cas d'insuffisance hormonale. La sauge sclarée est également efficace en cas de ménopause (Iserin, 2007). Certains ingrédients d'huile essentielle ont une indéniable vertu bactéricide (Laszlo, 2000).

2. Botanique de *Syzygium aromaticum*

2.1. Caractéristiques

Le nom botanique *Syzygium* provient du grec syn: avec, et zygon : joug, car les pétales sont soudés ensemble, est une altération latine tardive de *Caryophyllum*, transcription des grec *Karyophyllon*, désignant clou de girofle, Le terme de clou est dû à la forme caractéristique du bouton floral séché (**Salvatori, 2005**). C'est un petit arbre touffu, au port quasi conique, colonnaire (**Boullard, 1997**), fortement aromatiques (15 m de hauteur). Ce genre comporte 400 à 500 espèces d'arbres et d'arbustes aromatiques, persistants, vivants dans les sous-bois et les forêts humides de toutes les régions tropicales. Elle commence à produire des clous de girofle à l'âge de 20 ans et reste productif pendant une cinquantaine d'années (**Iserin, 2007**). C'est un arbre à feuilles persistantes (**Iserin, 2007**), dense, semper virens à feuilles vertes foncées et boutons floraux crème, virant au rouge lorsque les étamines tombent. Baies pourpres (**Bremness et al., 2011**).



Figure2: Girofler de Madagascar (**Barbelet, 2015**).

Les feuilles, de 8 à 12 cm de long, sont ovales, lancéolées et exhalent une odeur de girofle, elles sont rosées dans leur jeunesse, puis lustrées, vert foncé (**Boullard, 1997**). En septembre s'épanouissent des panicules terminales, composées de trois à trente fleurs de 1 à 2 cm de longueur avec de petits pétales rosés tombant à l'éclosion et une petite brosse d'étamine jaunes (**Boullard, 1997**).



Figure 3: Feuilles , boutons floresen et fleurs de giroflier (**Barbelet, 2015**).

La récolte des boutons floraux et bisannuelle, au moment où ils deviennent rouges, ils sont séchés au soleil et prennent alors la coloration noirâtre du clou de girofle (**Catier et al., 2007**), ils sont cueillis avant leur ouverture et séchés, ils sont alors utilisés en infusion ou en poudre, ou en extraits de l'huile essentielle. Les feuilles et tiges servent parfois à l'extraction de l'huile essentielle, mais la meilleure huile essentielle provient des bourgeons. Deux fois par ans, les bourgeons non éclos sont cueillis en cours de maturation et séchés au soleil (**Iserin, 2007**), ils sont connus en tant qu'un épice (**Shauenberg et Paris, 2013**).

2.2. Répartition géographiques

Originaire des Moluques, ce bel arbre est largement cultivés dans les régions tropical, feuilles persistantes opposées, Fleurs en petites cymes (**Shauenberg et Paris, 2005**), ils furent l'une des premières épices à faire l'objet d'un commerce florissant dès l'Antiquité (**Iserin, 2007**). Ils sont cultivés en Tanzanie, à Madagascar ainsi que dans l'ouest de l'Inde et au Brésil. De nos jours, giroflier est cultivée en Tanzanie, aux Seychelles, à l'île Maurice à Madagascar et Antilles (**Brickell et al, 2004**).

2.3. Classification

La classification a été réalisée selon **Barbelet (2015)** et elle est comme suit :

Embranchement : *Spermatophytes*

Sous embranchement : *Angiospermes*

Classe : *Dicotyledonae*

Sous classe : *Rosidae*

Ordre: *Myrtales*

Famille : *Myrtaceae*

Genre : *Syzygium*

Espèce: *Syzygium aromaticum*

2.4. Composition chimique

Les boutons floraux, les pédoncules fructifères, les fruits sont spécialement riches en essence de girofle ,en eugénol et en bêta-caryophyllène. Ils sont utilisés comme épice, en parfumerie et comme antibactérienne (**Brickell et al, 2004**). Les puissantes propriétés antibactériennes de l'huile essentielle ont été mises en évidence en Argentine en 1994 (**Iserin, 2007**). Les principes actifs des huiles essentielle contenant de l'eugénol, un sesquiterpène caryophyllène et un dérivé cétonique rafraichissant. Des glucides, des sels minéraux et des chromons (**Shauenberg et Paris, 2013**).

2.5.Intérêt en phytothérapie

Les clous de girofle sont efficaces en cas d'acné, d'ulcère cutanés, de plaies et d'orgelets, préviennent la nausée. Aussi sont utilisés pour atténuer les maux de dents et les indigestions (**Bremness et al., 2011**). En Asie tropical, ils furent souvent recommandés en cas de paludisme, de choléra, de tuberculose, de la gale et de certaines affections virales (**Iserin, 2007**).

3. Botanique d'*Allium cepa*

3.1. Caractéristiques

L'oignon tire son nom vernaculaire du latin unio qui signifie uni car l'oignon est l'une des rare alliées dont le bulbe ne se divise pas, son nom latin *Allium cepa* signifie brûlant en référence aux propriétés de la plante. *Cepa* correspond au nom de la plante chez les romains (**Arlette, 1986**). L'oignon est une plante vivace glabre à bulbe solitaire parfois très gras à une seule tige grosse et creuse terminer par une ombelle des fleurs très nombreuses les feuilles sont cylindriques très creuse presque toutes situées à la base de la tige se desséchant très rapidement à la floraison. Les fleurs blanches pour verdâtres sont portées par des pédicelles fins de 4 à 5 fois leur longueur le périanthe et à division étalées les étamines sont saillantes les 3 intérieures munies à leur base de

chaque côté d'une dent triangulaire capsule trigone à 3 langes contenant chacune 1-2 rarement 3- 6 graines (Ducerf, 2011).



Figure 4: *Allium cepa* (Forest et Starr, 2007).

3.2. Répartition géographique

Origine et répartition géographique *Allium cepa* (qui comprend les oignons, multipliés par graines, et la plupart des types d'échalotes), n'est connu que comme espèce cultivée. Il est probablement originaire d'Asie centrale (entre le Turkménistan et l'Afghanistan), ou l'on trouve encore certaines espèces apparentées à l'état sauvage (Grubben et al, 2004).

3.3. Classification

Selon Hamdini (2009), la classification de l'oignon a été réalisée comme suit:

Règne: *Plantae*

Sous-règne: *Tracheobionta*

Division: *Magnoliophyta*

Classe: *Liliopsida*

Sous-classe: *Liliidae*

Ordre : *Liliales*

Famille: *Liliaceae*

Genre: *Allium*

Espèce: *Allium cepa*

3.4. Composition chimique

Selon Zahalka (2009), la composition chimique d'*Allium cepa* est comme suit :

- Polysaccharides hétérogènes, des flavonoïdes des saponosides
- Stérols (cholestérol, stigmastérol, β -sitostérol,...), vitamines (A, C, B1 et B2),

- Pectine, anthocyanines et plusieurs composés soufrés "labiles", le sulfoxyde de propényl cystéine.
- Huile essentielle ou essence d'oignon, c'est un liquide jaunâtre avec une odeur caractéristique de l'oignon. Les constituants les plus importants sont : d-n-propyl disulfure et méthyl n propyl disulfure, propanal, 1-propanethiol, SO₂, H₂S.

3.5.Intérêt en phytothérapie

L'activité antimicrobienne de l'oignon et ses extraits est connue depuis longtemps, le premier qui a noté cette activité des extraits d'oignon était Louis Pasteur en 1858. La médecine populaire l'a longtemps utilisé en cas de furoncle, d'anthrax, de panaris, comme antispasmodique, carminatif, diurétique, expectorant, anthelminthique. Les écrits antiques médicaux montrent la propriété diurétique de l'oignon qui est prouvée maintenant par la présence d'une forte proportion de fructosane (jusqu'à 40 %), mais diurétique vrai ou stimulant l'élimination de l'eau. C'est un hypoglycémiant l'un des constituants actifs est la diphénylamine et anti-hypercholes térolémiantil possède aussi une activité antiagrégant plaquettaire et fibrinolytique liée à certains composés soufrés, la plupart sont des inhibiteurs de la cyclo-oxygénase et de la lipooxygénase. Après son absorption il est capable de provoquer un allongement du temps de saignement. Les extraits ont également une activité anti-asthmatique (cobaye) et antiallergique cutanée et pulmonaire. Ses effets dans la prévention de certains cancers ont été étudiés la consommation régulière de l'oignon réduit considérablement le risque du cancer de l'estomac Cuit, il conserve merveilleusement ses vitamines et convient à tous, stimule l'appareil digestif, nettoie l'intestin, lutte contre embarras de matières mal digérés. Il prévient aussi bien la nervosité excessive, les insomnies, l'artériosclérose, l'hypertension et certains cancers. Une cure d'oignon, pour les calculs des reins ou de la vessie, œdèmes, rétention d'urine, albuminurie goutte ou rhumatisme. Il est très apte à provoquer l'élimination des toxines par sudation particulièrement en cas de maladies infectieuses (**Benzeggouta, 2005**).

4. Huiles essentielles

4.1. Historique

Les premières preuves de fabrication et d'utilisation des huiles essentielles datent de l'an 3000 avant J.C. (**Baser et Buchbauer, 2010**). Les huiles essentielles semblent donc avoir accompagné la civilisation humaine depuis ses premières genèses.

Les égyptiens puis les grecs et les romains ont employé diverses matières premières végétales ainsi que les produits qui en découlent, notamment les huiles essentielles. Ces utilisations concernaient différents domaines : parfumerie, médecine, rites religieux, coutumes païennes, alimentation,... etc. L'étape byzantine de la civilisation a permis l'instauration des bases de la distillation et, avec l'ère arabe de la civilisation, l'huile essentielle devient un des principaux produits de commercialisation internationale. Ainsi, vers l'an mille, Avicenne, médecin et scientifique, Persan, a défini précisément le procédé d'entraînement à la vapeur. L'Iran et la Syrie deviennent les principaux centres de production de divers types d'extraits aromatiques. Par la suite, les huiles essentielles ont bénéficié des avancées scientifiques, au niveau des Techniques d'obtention et de l'analyse de leur composition chimique. Parallèlement, leur utilisation a aussi tiré profit de l'avènement de l'aromathérapie. Gattefosse a créé en 1928, le terme de l'aromathérapie et il a mené de nombreux travaux concernant les huiles essentielles, notamment leurs propriétés; ces résultats seront à l'origine de nombreuses autres recherches (**Besombes, 2008**).

4.2. Définition d'huiles essentielles

Le terme huile essentielle a été inventé au 16^{ème} siècle par le médecin Suisse Von Hohenheim pour désigner le composé actif d'un remède naturel (**Burt, 2004**). De très nombreux auteurs ont tenté de donner une définition des huiles essentielles. D'après William (1874-1936), aucune des définitions des huiles essentielles n'a le mérite de la clarté, ni celui de la précision. Cet auteur définit les huiles essentielles comme des mélanges de divers produits issus d'une espèce végétale, ces mélanges passent avec une certaine proportion d'eau lors d'une distillation effectuée dans un courant de vapeur d'eau (**Garnéro, 1996**).

Cette définition a été reprise à peu de choses près par **AFNOR (2000)** et **Lafforgue (2013)**, l'huile essentielle est le produit obtenu à partir d'une matière première d'origine végétale, soit par entraînement à la vapeur, soit par des procédés mécaniques à partir de l'épicarpe frais de certains agrumes, soit par distillation. L'huile essentielle est ensuite séparée de la phase aqueuse par des procédés physiques (**Laffargue, 2013; AFNOR, 2000**). Pour **Carette (2000)**, il est important de distinguer huile essentielle et essence ; cette dernière est une sécrétion naturelle élaborée par l'organisme végétal, contenue dans divers types d'organes producteurs, variables selon la partie de la plante considérée. En revanche, une huile essentielle est un extrait naturel

de matières premières d'origine végétale, obtenu par distillation par la vapeur d'eau, c'est-à-dire que l'huile essentielle est l'essence distillée.

4.3. Biosynthèse des huiles essentielle

Les huiles essentielles sont produites dans le cytoplasme des cellules sécrétrices et s'accumulent en général dans des cellul(es) glandulaires spécialisées, situées en surface de la cellule et recouvertes d'une cuticule. Ensuite, elles sont stockées dans des cellules dites cellules à huiles essentielles, dans des poils sécréteurs, dans des poches sécrétrices ou dans des canaux sécréteurs (**Bruneton, 1999; Hazzit, 2002; Boz et al., 2009**). Elles peuvent être stockées dans tous les organes végétaux : les fleurs, les feuilles, les racines, les rhizomes, les fruits, le bois et/ou les graines (**Bruneton, 1999; Anton et Lobstein, 2005**).

4.3. Composition chimique

Les huiles essentielles sont des métabolites secondaires des plantes (**Cowan .,1999**) , ce sont des mélanges complexes et éminemment variables de constituants qui appartiennent, de façon quasi exclusive, à deux groupes caractérisés par des origines biogénétiques distinctes. Le groupe de *Terpènoïdes* (**Bruneton, J.,1999**) spécialement monoterpènes: (C 10) cinéol, menthol alcools, esters, acétates, ... qui constituent parfois plus de 90 % de l'huile essentielle Les sesquiterpènes: (C 15) caryophyllène, humulène, bien que des diterpènes (C 20) peuvent aussi être présents (**Dorman and Deans ., 2000 ., Loza-Tavera., 1999**).Le groupe des composés aromatiques, des dérivés du phénylpropane, beaucoup moins fréquent, comme le safrol, l'apiol, l'anisaldéhyde, l'eugénol, la vanilline et le cinnamaldéhyde. Elles peuvent également renfermer divers produits issus de processus dégradatifs mettant en jeu des constituants non volatils (**Bruneton,J .,1999**) Il peut exister, aussi, une variété d'hydrocarbones aliphatiques à faible poids moléculaire, des acides, alcools, aldéhydes, esters ou lactones acycliques et exceptionnellement des composants contenant de l'azote, du soufre ou des coumarines (**Dorman and Deans 2000 ., Johnson .,2003**).

4.5 Facteurs déterminants le degré d'activité des huiles essentielles

Plusieurs facteurs influencent la détermination de l'activité antimicrobienne des huiles essentielles ou de leurs composants actifs, tels que la méthode d'évaluation antimicrobienne, le type et la structure moléculaire des composants actifs, la dose ajoutée, le type de microorganisme ciblés et leur éventuelle adaptation aux huiles essentielles (Tour, 2014).

4.6 Activité des huiles essentielles

L'activité d'une huile essentielle est souvent réduite à l'activité de ses composés majoritaires, ou ceux susceptibles d'être actifs. Évalués séparément sous la forme de composés synthétiques, ils confirment ou infirment l'activité de l'huile essentielle de composition semblable. Il est cependant probable que les composés minoritaires agissent de manière synergique. De cette manière, la valeur d'une huile essentielle tient à son « totum », c'est à dire dans l'intégralité de ses composants et non seulement à ses composés majoritaires (Lahlou, 2004). Il est connu que ce sont les terpénoïdes et les phénylpropanoïdes qui confèrent aux huiles essentielles leurs propriétés antibactériennes. L'activité de ces molécules dépend, à la fois, du caractère lipophile de leur squelette hydrocarbonée et du caractère hydrophile de leurs groupements fonctionnels. Les molécules oxygénées sont généralement plus actives que les hydrocarbonées (Kalemba et Kunicka, 2003). Le spectre d'activité des huiles essentielles est très étendu, car elles agissent vis-à-vis d'un large éventail de bactéries, y compris celles qui développent résistances antibiotiques. Les huiles essentielles agissent aussi bien sur les bactéries à Gram positif que sur les bactéries à Gram négatif. Toutefois, les bactéries à Gram négatif paraissent moins sensibles à leur action et ceci est directement lié à la structure de leur paroi cellulaire sauf quelques exceptions, comme par exemples *Aeromonashydrophila* et *Campylobacterjejuni* qui ont été décrits comme particulièrement sensible à l'action des huiles essentielles, néanmoins *Pseudomonas aeruginosa*, bactérie à Gram positif, reste la moins active vis-à-vis des essences végétales. Les huiles essentielles ont un champ d'activité très large, elles inhibent la croissance des bactéries, et des levures et également des moisissures, de plus elles sont très efficaces sur les microorganismes résistants aux antibiotiques (Burt, 2004). Ils possèdent de nombreuses propriétés parmi eux :

- **Antibactériennes** : les plantes n'ont pas un système immunitaire proprement dit qui peut identifier une infection spécifique, leurs propriétés antimicrobiennes sont

généralement efficaces contre une large gamme de microorganismes, ces propriétés sont utiles pour les infections chez les humains (Chami, 2005; Caillet, 2009). Les molécules aromatiques possédant l'activité antibactérienne la plus importante sont les phénols contenus par exemple dans l'huile essentielle de clou de girofle (Bremness et al., 2011; Willem, 2004).

• **Antivirales** : Les virus sont assez sensibles aux huiles essentielles à phénol et à monoterpénol. Plus d'une dizaine d'huiles essentielles possèdent des propriétés antivirales (Bremness et al., 2011; Willem, 2004).

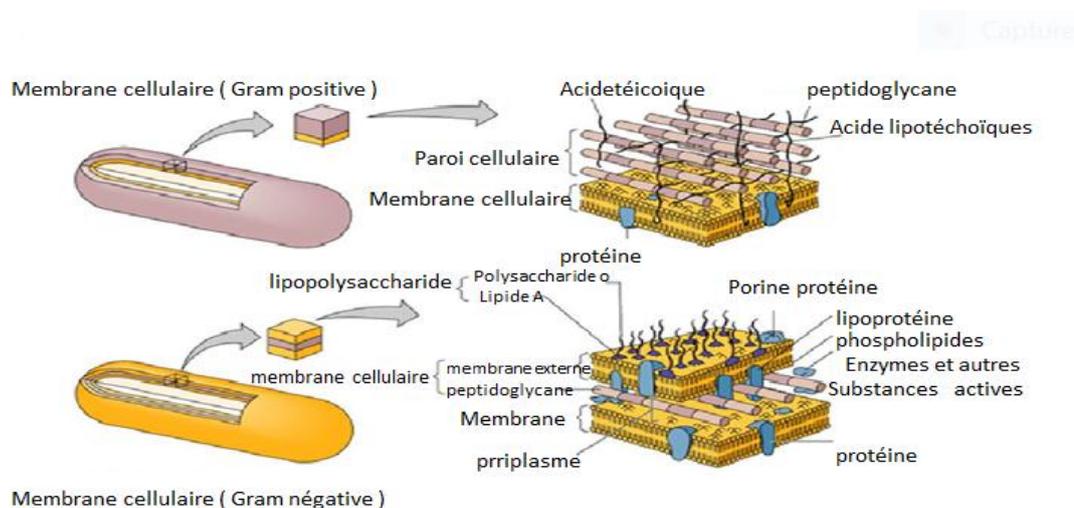


Figure 5: différence de structure bactérienne entre Gram positive et Gram négative (slideplayer.com).

5. Antibiotiques

5.1. Définition d'un antibiotique

On appelle « Antibiotique » toute substance naturelle d'origine biologique (élaborée par un organisme vivant), substance chimique (produite par synthèse) ou substance semi synthétique (obtenue par modification chimique d'une molécule naturelle) qui peuvent inhiber ou détruire spécifiquement les bactéries sans être toxiques pour l'hôte (Pilly, 1975).

5.2. Classification des antibiotiques

La classification des antibiotiques n'est pas aisée, ils peuvent être regroupés selon leur nature, origine, mode d'action, spectre d'activité. À l'heure actuelle les antibiotiques sont regroupés selon leur nature biochimique (Tableau 1).

Tableau 1 : Classification biochimique des antibiotiques (Joffin et Leyral, 2006).

Classe d'antibiotiques	Exemples
Aminosides	Streptomycine, Kanamycine, Gentamicine
β -lactamines–Penicillines	Penicilline G, Ampicilline
β -lactamines-Cephems et Oxacephems	Cefalotine, Céfotaxime
β -lactamines-Monobactams	Aztréonam
Fosfomycine	Fosfomycine
Lincosamides	Clindamycine, Lincomycine
Macrolides	Erythromycine, Spiramycine
Nitrofuranes	Nitrofurantoïne
Nitro-5- Imidazolés	Métronidazole
Phénicoles	Chloramphénicol, Ethiamphénicol
Polypeptides	Bacitracine, Colistine polymyxine
Quinolones	Acide naldixique
Sulfamides et sulfones	Sulfaméthoxazoletriméthoprime
Streptogramines	Pristinamycine, Virginiamycine
Tetracyclines	Tetracyclineminocycline
Vancomycines	Vancomycine

5.3. Mode d'action des antibiotiques

Les antibiotiques mettent en jeu des mécanismes d'action (Fig.2) d'une grande diversité en relation avec la variété de leur structure chimique et la pluralité des germes contre lesquels ils peuvent être appliqués (Joffin et Leyral, 2006; Ferron, 1984) :

- **Action sur la paroi bactérienne** : L'antibiotique peut bloquer la synthèse de la paroi et la cellule bactérienne peut exploser sous l'effet de la pression osmotique interne.
- **Action sur la membrane cellulaire** : L'antibiotique peut agir sur les lipides membranaires, il désorganise la biocouche phospholipidique membranaire, ce qui entraîne les éléments hydrosolubles à l'extérieur de la cellule.

- **Action sur l'ADN** : L'antibiotique peut se fixer sur les brins de l'hélice de l'ADN et empêcher la réplication en bloquant la progression de l'ADN polymérase.
- **Action sur les ribosomes bactériens** : De nombreux antibiotiques utilisés en thérapeutique ont pour cible les ribosomes bactériens. L'antibiotique se fixe soit sur la petite ou la grosse sous-unité, ce qu'inhiberait la synthèse des protéines.
- **Transcription** : L'ARN polymérase assure la transcription de l'ARNm nécessaire à la synthèse des protéines. Certains antibiotiques peuvent bloquer la transcription de l'ADN en se fixant sur l'ARN polymérase bactérienne.
- **Anti métabolite** : Certains antibiotiques peuvent agir comme des agents anti-métabolites, ils bloquent le fonctionnement des voies métaboliques en inhibant par compétition l'utilisation de métabolites par des enzymes clés.

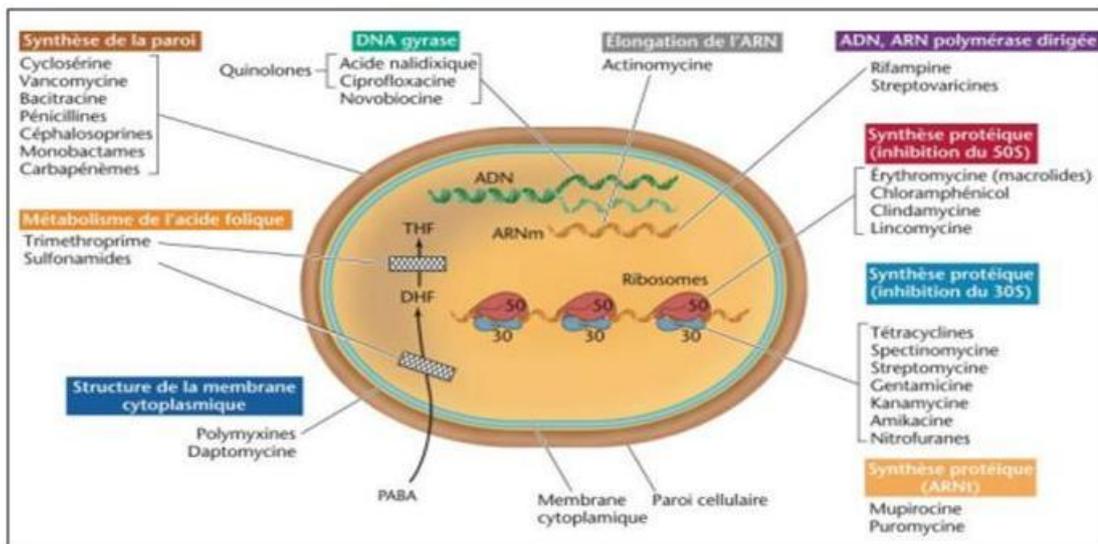


Figure 6: Mode d'action des antibiotiques sur la cellule bactérienne (Singh et Barrett, 2006).

5.4. Résistance bactérienne aux antibiotiques

5.4.1. Les principaux mécanismes de résistance bactérienne aux antibiotiques

La résistance bactérienne aux antibiotiques est apparue rapidement après leurs introductions dans le traitement des maladies infectieuses, les principaux mécanismes élucidés à ce jour sont (**Senez, 1968**) :

- **Perméabilité limitée à l'antibiotique** : les bacilles à Gram négatif sont naturellement résistants, le plus souvent aux antibiotiques hydrophobes et/ou de masses moléculaires élevées, car ces antibiotiques ne peuvent traverser la membrane externe de la paroi.
- **Production d'enzymes inactivant l'antibiotique** : certaines bactéries produisent des β -lactamases, enzymes présentes dans l'espace péri-plasmatique de la bactérie. Elles permettent la destruction de l'antibiotique avant qu'ils puissent atteindre leurs cibles.
- **Résistance par transfert de gènes** : Elle est due à l'acquisition d'un plasmide ou d'un transposon codant pour des protéines conférant une résistance accrue à des familles d'antibiotiques, elle peut être transmissible entre bactéries d'espèces différentes.
- **Résistance par mutation chromosomique** : Elle est due à des mutations qui se produisent au hasard sur le chromosome bactérien, la mutation chromosomique ne s'exerce que vis-à-vis d'un seul antibiotique et n'est en principe pas transférable d'une espèce bactérienne à l'autre.
- **Modification de la cible ou absence de récepteur** : modification des PLP (protéines liant les pénicillines) sont des enzymes qui catalysent l'étape finale de la biosynthèse du peptidoglycane et qui est la cible des β -lactamines. La fixation des β -lactamines aux PLP empêcherait la synthèse du peptidoglycane.

5.4.2. Problèmes causés par les bactéries résistantes

L'utilisation massive des antibiotiques a provoqué la généralisation de la résistance bactérienne, ce qui peut se répercuter sur l'être humain comme suite (**Joffin et Leyral, 2006**) :

- Propagation des infections nosocomiales.
- Augmentation des interventions chirurgicales.
- Utilisation d'antibiotiques plus coûteux.

- Échec du traitement et risque de complications.
- Prolongation de la durée de séjour en établissement hospitalier.
- Augmentation du taux de mortalité

\$ 6. Espèces bactériennes

6.1. *Escherichia coli*

En 1885, l'allemand Theodor Escherich décrit pour la première fois la bactérie *Escherichia coli*, bactérie isolée à partir de selles de nourrissons, qu'il nomma tout d'abord *Bacterium coli* commune. Ce n'est que 70 ans plus tard que le nom de *Escherichia coli* (*E. coli*) est réellement retenu en hommage aux travaux de T. Escherich (Cowan et al., 1954).

6.1.1. Classification

La classification de l'espèce *Escherichia coli* a été réalisée selon Delarras et al., (2010):

Domaine: *Eubacteria*

Phylum XII: *Proteobacteria*

Classe: *Gammproteobacteria*

Ordre: *Enterobacteriales*

Famille: *Enterobacteriaceae*

Genre: *Escherichia*

Espèce: *Escherichia coli*

6.1.2. Habitat

Escherichia coli appartient à la microflore commensale de l'homme et de nombreux animaux. C'est une bactérie colonisatrice du tube digestif des animaux à sang chaud mais également des reptiles. *E. coli* est rejeté dans l'environnement via les fèces, il se retrouve dans les eaux environnementales par le biais des effluents, tels que les eaux usées, les lisiers ou les fumiers des animaux d'élevage ou par les déjections des animaux d'élevage ou des animaux sauvages (Baliere, 2017).

6.1.3. Caractéristiques

Escherichia coli est un bacille à coloration de Gram négative, aérobie-anaérobie facultatif, mesurant de 2 à 4 μm de long et d'un diamètre d'environ 0,6 μm , possédant une nitrate réductase et une catalase, dépourvue d'oxydase et non halophile. C'est une bactérie immobile ou mobile avec une structure flagellaire péritriche et non-sporulée. Sa température optimale de croissance est de 37°C. Bactérie non exigeante. *E. coli* est capable de fermenter le lactose (Baliere, 2017).

Tableau 2 : principaux caractères d'identification de l'espèce *Escherichia coli* (Delarras et al., 2010).

Morphologie	Bacille fin allongé aux extrémités arrondies de 2 - 4 μm de longueur et 0,4 - 0,6 μm de largeur
Coloration de Gram	Bactérie à Gram -
Mobilité	Mobile à une ciliature péritriche
Type respiratoire	Aérobie anaérobie facultatif
Indole	+ (à 44°C)
Oxydase	-
Catalase	+
Température de croissance	Comprise entre 37-44°C

6.1.4. Pouvoir pathogène

Les souches d'*Escherichia coli* pathogènes sont capables de se multiplier et de persister dans le tractus digestif de l'hôte en contournant les défenses immunitaires et d'induire des dommages cellulaires. L'étude des différents modes d'interactions entre l'hôte et la bactérie lors des infections permet de classer les souches d'*Escherichia coli* pathogènes en deux principaux pathotypes regroupant les pathogènes extra intestinaux, responsables d'infections urinaires, de méningites chez les nouveaux-nés ou de septicémies et les pathogènes intestinaux responsables de maladies entériques (Baliere, 2017).

6.1.5. Résistance aux antibiotiques

Le comportement d'*Escherichia coli* vis-à-vis des antibiotiques apparaît remarquablement stable depuis 1969 ; on peut toutefois noter un très lent, mais réel

accroissement de la résistance aux aminopenicillines ainsi qu'aux associations trimethoprime-sulfamides. En 1986, les fréquences de résistance ne dépassent 30 % des souches que pour aminopenicillines, streptomycine, tetracyclines et sulfamides ; elles sont, patros comprises entre 10 et 30% (carboxypenicillines, ureidopenicillines, cefalotine et kanamycine) et très inférieures à 10 % dans de nombreux cas (cephalosporines de 3^{ème} génération, autres aminosides et quinolones notamment) (Soussy, 1988). Selon Martin et al (2007) ont obtenu un pourcentage élevé de résistance pour les souches Escherichia coli de cervidés vis-à-vis de la streptomycine (42 %) et de l'acide nalidixique (42 %).

6.2. *Pseudomonas aeruginosa*

La bactérie pathogène opportuniste actuellement connue sous le nom de *P. aeruginosa* a reçu plusieurs noms à travers son histoire sur la base de ses cultures de coloration bleu-vert caractéristique produisant le plus souvent des pigments de pyocyanine et de pyoverdine, ainsi que son odeur aromatique caractéristique (seringat). Le chirurgien Charles-Emmanuel Sedillot en 1850 fut le premier à observer que la coloration de pansements chirurgicaux a été associée à un agent transmissible (Lister et al., 2009). C'est en 1869 que Fordos a souligné que la coloration était due à un pigment bleu cristallin appelé pyocyanine (Williams et Cameron, 1894). *P. aeruginosa* a été isolé pour la première fois treize ans plus tard en 1882 par Gessard qui a démontré que ce pigment a été le produit d'un organisme, *Bacillus pyocyaneus* (bacille pyocyanique) (Gessard, 1984).

6.2.1. Classification

La classification de l'espèce *Pseudomonas aeruginosa* a été réalisée selon (Delarras et al., 2010), et elle est comme suite :

Domaine : *Eubacteria*

Phylum XII : *Protobacteria*

Classe : *Gammaprotobacteria*

Ordre : *Pseudomonadales*

Famille : *Pseudomonadaceae*

Genre : *Pseudomonas*

Espèce : *Pseudomonas aeruginosa*

6.2.2. Habitat

Pseudomonas aeruginosa est une bactérie ubiquitaire retrouvée dans l'environnement (sols, eaux...) (Lister et al., 2009), sous forme planctonique, ou à l'état sessile dans un biofilm (Costerton et al., 1995).

6.2.3 Caractéristiques

Il s'agit d'un bacille à Gram négatif en forme de bâtonnet de 1 à 3 µm de long et 0,5 à 0,8 µm de large. *P.aeruginosa* est une bactérie dépourvue de spores et de capsules, mobile grâce à la présence d'un flagelle monotriche polaire (Hafiane et Ravaoarino, 2008). C'est une bactérie mésophile capable de se développer dans des températures allant de +4°C à +45°C avec une température optimale de croissance entre 30 et 37°C. *P.aeruginosa* est une bactérie aérobie possédant un métabolisme oxydatif, mais en absence d'oxygène elle peut utiliser les nitrates comme accepteur d'électrons (Van et al., 2009).

Tableau 3 : principaux caractères d'identification de *Pseudomonas aeruginosa* (Delarras et al., 2010).

Morphologie	Bacille fin droit de 0,5-0,8µm de largeur et 1,5-3µm de longueur
Coloration de Gram	Bactérie à Gram -
Mobilité	Mobiles, à ciliature polaire monotriche
Type respiratoire	Aérobies stricts
Oxydase	+
Catalase	+
Température de croissance	entre 30-43°C

6.2.4. Pouvoir pathogène

Pseudomonas aeruginosa est un agent pathogène opportuniste essentiellement responsable d'infections nosocomiales. Une enquête méditerranéenne de prévalence en 2010, le classe comme étant le troisième principal agent des infections nosocomiales, juste après *Escherichia coli* et *Staphylococcus aureus* (Amazian et al., 2010), il est un commensal du tube digestif, peu abondant chez l'homme en bonne santé(2 à 10 % de

porteurs), mais la proportion de porteurs asymptomatiques chez les patients hospitalisés (essentiellement des personnes immunodéprimées) peut atteindre 50% sur certains sites et 60 % sur les plaies de brûlures ou d'escarres (**Minchella et al., 2010**). Il provoque de nombreuses infections tels que : les infections cutanées, oculaires, pulmonaires, urinaires, digestives ainsi que des septicémies (**Lamnaouer, 2002**).

6.2.5. Résistance aux antibiotiques

Pseudomonas aeruginosa est naturellement résistant aux pénicillines des groupes V, G, M et A, aux céphalosporines de première et deuxième génération, à la plupart des céphalosporines de troisième génération, aux quinolones de première génération et à la kanamycine, et est caractérisé par son aptitude particulière à acquérir et cumuler de nombreux mécanismes de résistance pendant le traitement d'une infection. En outre, il a toujours été considéré comme un microorganisme difficile à traiter (**Mesaros et al., 2007**). Malheureusement, la perspective d'avoir de nouveaux agents antipseudomonal à l'utilisation clinique dans un avenir proche n'est pas prometteur (**Lister et al., 2009**).

6.3 Staphylococcus aureus

Staphylococcus aureus est connue sous le nom de Staphylocoque doré, c'est la souche la plus fréquemment rencontrée en pathologie humaine et vétérinaire (**Ferron, 1984**). Les staphylocoques ont été observés par Robert Koch (1878) puis reconnus par Louis Pasteur (1880) (**Robert, 2013**).

6.3.1. Classification

La classification de l'espèce *Staphylococcus aureus* a été réalisée selon **Delarras et al., (2010)**, et elle est comme suite :

Domaine : *Eubacteria*

Phylum XIII : Firmicutes

Classe : *Bacilli*

Ordre : *Bacillales*

Famille : *Staphylococcaceae*

Genre : *Staphylococcus*

Espèces : *Staphylococcus aureus*

6.3.2 Habitat

Les staphylocoques sont des bactéries commensales de la peau et des muqueuses de l'Homme et de l'animal. L'habitat préférentiel de *S.aureus* chez l'Homme est la muqueuse nasale avec 10 à 40% d'individus porteurs de façon permanente (El-Anzi, 2014). Cette bactérie peut être isolée de façon sporadique dans le sol, l'eau douce, le sable de la plage, l'eau de mer, la surface des plantes. Concrètement, elle est largement présente dans les poussières dispersées dans l'air et les surfaces (Robert, 2013).

6.3.3. Caractéristiques

Ce sont des cocci Gram positif, d'environ 0,5 à 1 µm de diamètre. Ils sont immobiles, non sporulés. La majorité des *S. aureus* sont capsulés mais ils peuvent perdre leur capsule après culture. C'est une bactérie anaérobie facultative et elle est également mésophile, ayant une température optimale de croissance à 37 °C. Cependant, ils sont physiologiquement distincts par leur capacité à croître en condition anaérobie et à fermenter le glucose. En effet, le genre *Staphylococcus* est capable de fermenter le glucose et de produire de l'acide lactique. Il possède une activité catalase positive comme tous les staphylocoques. (Robert, 2013).

Tableau 4 : principaux caractères d'identification de l'espèce *Staphylococcus aureus* (Delarras et al., 2010).

Morphologie	Cocci sphérique de 0,5 - 1 µm de diamètre regroupé en amas
Coloration de Gram	Bactérie à Gram +
Mobilité	Immobile
Type respiratoire	Aérobie facultatif
Oxydase	+
Catalase	+
Coagulase	+
Température de croissance	Comprise entre 10-45°C

6.3.4 Pouvoir pathogène

Staphylococcus aureus colonise la peau et les muqueuses en adhérant aux cellules et aux composants de la matrice extracellulaire. Il exerce ensuite son pouvoir pathogène qui est du, en plus de sa capacité de survie, à la synthèse de multiples

facteurs de virulence, il est responsable d'infections au niveau de la peau, des articulations, des os et des systèmes vasculaire et respiratoire. Il est également responsable d'infections superficielles cutanées, sous-cutanées et muqueuses telles que les furoncles, panaris impétigo, abcès, cellulites ou lymphangites. *S.aureus* est la principale cause d'ostéomyélite, de méningites, d'endocardites infectieuses et d'arthrites septiques, il est un pathogène majeur impliqué dans les infections respiratoires communautaires et nosocomiales. Il est décrit comme capable d'adhérer aux mucines respiratoires (El-Anzi, 2014).

6.3.5. Résistance aux antibiotiques

La résistance de *S.aureus* aux antimicrobiens est apparue rapidement dans l'histoire des antibiotiques. C'est ainsi que, dans l'année qui a suivi l'introduction de la pénicilline en 1949, ont été rapportés en milieu hospitalier, où la pression antimicrobienne est la plus importante, les premiers cas de *S.aureus* résistant. De la même façon, 2 ans après l'apparition de la méticilline en 1959, le premier agent anti staphylococcique, les premiers *S.aureus* résistant à cet antibiotique ont été observés (El-Anzi, 2014).

Matériel et méthodes

1. Préparation des extraits

Les matériels végétaux utilisés pour cette étude se diffèrent selon le type de la plante, la partie aérienne pour *Salvia sclarea*, et *Syzygium aromaticum* et la partie sous-terrainne pour *Allium cepa*. Les plantes sont récoltées de la région de Seraïdi (wilaya d'Annaba), le 01 Mars 2018. Afin de réaliser notre travail 3 huiles essentielles ont été utilisées, l'extraction a été réalisée au laboratoire EMMAL (Eco-biologie des milieux marins et littoraux - Université de Badji Mokhtar- Annaba). Le principe consiste à chauffer l'eau à basse pression afin que ses vapeurs traversent et imprègnent la matière végétale. Les vapeurs se chargent alors en molécules aromatiques et les entraînent ensuite dans le serpentin réfrigérant. Une fois dans celui-ci, les vapeurs se condensent et constituent l'eau florale et l'huile essentielle récoltées dans le florentin (Barbelet, 2015).

2. Souches bactériennes

Les germes utilisés sont des souches de référence ATCC (American Type Culture Collection), ils constituent d'excellents modèles pour la recherche de l'effet des substances naturelles ou de synthèses. Ces souches sont conservées sur une gélose inclinée à 4°C :

- *Escherichia coli* ATCC 25922 (Bactérie à Gram négative).
- *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 (Bactérie à Gram négative).
- *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 (Bactérie à Gram positive).

3. Milieux de culture utilisée

Suivant les méthodes employées et les souches étudiées, les milieux de culture utilisés sont les suivants : gélose nutritive (GN), gélose Chapman, gélose Muller Hinton (MH). La composition chimique de chaque milieu est mentionnée dans le tableau ci-dessous.

Tableau 5 : Composition des milieux de culture (Joffin et leyrat, 2006).

Milieux	Composition des milieux de culture
Gélose nutritive	Extrait de viande.....1g
	Extrait de levure.....2,5g
	Peptone.....5g

	Chlorure de sodium.....5g Agar Agar.....15g Eau distillée.....1000ml pH = 7
Gélose Chapman	Peptone10g Extrait de viande de bœuf1g Chlorure de sodium75g Mannitol :.....10g Rouge de phénol0,025g Agar Agar15g Eau distillée1000ml pH = 7,4
Gélose MH	Infusion de viande de bœuf (déshydratée)300 g Hydrolysate de caséine017,5 g Amidon01,50 g Eau distillée1000 ml Agar Agar17,00 g pH = 7,5
Bouillon nutritif	Extrait de viande1g Extrait de levure.....2.5 g Peptone5 g Chlorure de sodium.....5 g Eau distillée1000 ml pH = 7

4. Etude de l'activité antibactérienne

4.1. Méthode de diffusion en puits

L'activité antibactérienne a été évaluée par la méthode de diffusion telle que décrite par **Bauer et al., (1966)** et reprise par **Barry et Thornsberry, (1985)**. À partir de colonies jeunes de 18 à 24 heures, une suspension bactérienne est réalisée dans le bouillon nutritif stérile à 0.9% pour chaque souche bactérienne. La turbidité de cette suspension est ajustée par la mesure de la densité optique de 0.08 à 0.1 correspond

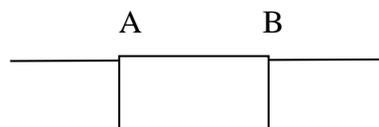
approximativement à une concentration de 10^8 UFC/ml) standardisée à la longueur d'onde $\lambda = 620$, puis diluée (1/100) afin d'obtenir un inoculum de 10^6 UFC/ml (pour l'espèce *Staphylococcus aureus* l'inoculum est dilué à 1/10 afin d'obtenir un inoculum de 10^7 UFC/ml). Cet inoculum est étalé à l'aide d'un écouvillon sur boîtes Pétri contenant de la gélose Mueller-Hinton. L'huile essentielle est déposée à 300, 400 et 500 μ l sur des puits réalisé avec des billes stériles avant solidification de la gélose. Les boîtes Pétri sont d'abord laissées pendant 2 h à 4°C pour une pré-diffusion avant d'être incubées dans une étuve à 37°C pendant 24 heures. L'évaluation de l'inhibition est réalisée par la mesure du diamètre de la zone d'inhibition autour de chaque puits. Nous avons utilisé un témoin à l'aide de disques d'antibiotiques. Le choix des antibiotiques a été réalisé selon la disponibilité du laboratoire. (Baser et Buchbauer, 2010).

4.2. Méthode des micro-atmosphères

Le but de cette méthode est d'essayer d'exploiter les propriétés antibactérienne de la phase volatile des huiles, cette méthode est techniquement semblable à celle de test de diffusion en puits sauf que l'huile ne sera pas en contact direct avec le milieu gélosé (Elena et al., 2011). Dans cette méthode, les disques en papier Wattman, préalablement imprégnés avec 500 μ l de l'huile sont déposés au centre du couvercle de la boîte de Pétri, renversée pendant la durée de l'expérience (couvercle en bas). Les boîtes sont ainsi stockées dans un réfrigérateur à 4 °C pendant 2 heures, en suite elles sont incubées 24 heures à 37 °C (Baser et Buchbauer, 2010).

4.3. **Antibiogramme** (Technique des disques par diffusion en gélose pour les bactéries à croissance rapide de 18 à 24h) .

Selon l'Antibiogramme PASTEUR , La classification d'antibiotiques utilisés s'effectue vis à vis les diamètres de zone d'inhibition (D) .



- $D > A$ La Souche est Sensible.
- $D > B$ La Souche est Résistante.
- D de $A-B$ La Souche est intermédiaire .

Tableau 6 : Résistance et sensibilité des antibiotiques.

	<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 27853	<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923
Penicilline G (10U)	8-29mm	8-29mm	8-29mm
Ampicilline (10µg)	11-17mm	D <11mm	D <11mm
Amoxilline (20µg)	14-21mm	14-21mm	14-21mm
Gentamicine (120µg)	D >17mm	D >17mm	D >17mm
Céphalothine (30µg)	D <12mm	D <12mm	D <12mm
Erythromycine (15µg)	D <17mm	D >22mm	D >22mm
Vancomycine (30µg)	D >12mm	D >12mm	D >12mm

Les résultats représentent dans **le Tableau 8** .

Résultas et discussion

1. Etude de la sensibilité des souches de référence aux antibiotiques

L'activité antibactérienne des antibiotiques étudiés a été évaluée sur une souche bactérienne à Gram positive (*Staphylococcus aureus*), et deux souches à Gram négative (*Escherichia coli* et *Pseudomonas aeruginosa*) à l'aide de la méthode de diffusion en milieu gélosé, Les résultats obtenus sont mentionnés dans (les tableaux 06,07).

Tableau 7 : Diamètres des zones d'inhibition des souches vis à vis de certains antibiotiques (moyenne ± écart type).

	<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 27853	<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923
Penicilline G (10U)	14,55 mm ±0 ,50	18,55 mm ±0,50	11,11mm ±0 ,50
Ampicilline (10µg)	11,55mm ±0,50	00.00±00,00	0,00±00,00
Amoxilline (20µg)	16,55 mm ±0 ,50	14,55 mm±0 ,50	14,88 mm ±0 ,50
Gentamicine (120µg)	36,77 mm ±0 ,50	39,77 mm ±0 ,50	40,22 mm ±0 ,50
Céphalothine (30µg)	11,22 mm ±0 ,50	4,77 mm ±0 ,50	00,00±00,00
Erythromycine (15µg)	16,88 mm ±0 ,50	38,11 mm ±0 ,50	31.55 mm ±0 ,50
Vancomycine (30µg)	20,22 mm ±0 ,50	24,80 mm ±0 ,50	19,55 mm ±0 ,50

Selon les résultats obtenus l'espèce *Escherichia Coli* est sensible à 2 type d'antibiotiques (gentamicine, voncomycine); l'espèce *Pseudomonas aerugineosa* est sensible à l'action de 3 antibiotiques (gentamicine, erythromycine, voncomycine). De même *Staphylococcus aureus* est sensible à 3 antibiotiques (gentamicine, erythromycine, voncomycine). Pour les trois souches de référence, la gentamicine est plus active en se basant sur le diamètre des zones d'inhibitions.

Tableau 8: Résistance des souches vis à vis des antibiotiques.

	<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 27853	<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923
Penicilline G (10U)	intermédiaire	intermédiaire	Intermédiaire
Ampicilline (10µg)	intermédiaire	Résistante	Résistante
Amoxilline (20µg)	intermédiaire	intermédiaire	Intermédiaire
Gentamicine (120µg)	Sensible	Sensible	Sensible
Céphalothine (30µg)	Résistante	Résistante	Résistante
Erythromycine (15µg)	Résistante	Sensible	Sensible
Vancomycine (30µg)	Sensible	Sensible	Sensible

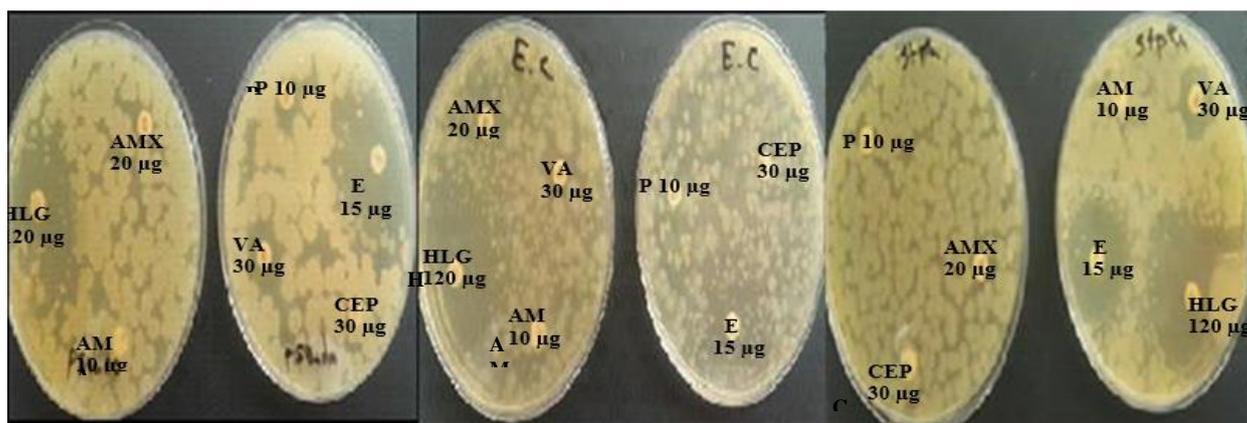


Figure 7 : Action antibactérienne des antibiotiques sur les 3 souches de référence.

2. Etude de l'activité antibactérienne des huiles essentielles

Nous avons étudié *in vitro* le pouvoir antibactérien des huiles essentielles de 3 espèces de plantes (*Salvia sclarea*, *Allium cepa* et *Syzygium aromaticum*) par la méthode de diffusion en milieu gélosé et la méthode microatmosphère. Pour cette méthode de diffusion, on considère une huile essentielle comme active lorsqu'elle induit une zone d'inhibition supérieure ou égale à 10 mm (Biyti et al., 2004).

Nous avons utilisé l'échelle de Mutai et al., (2009) afin de classer l'effet antibactérien des huiles essentielles (Tableau 08).

Tableau 9: Echelle de classification de l'effet antibactérien.

Diamètres (mm)	Effet
$D \geq 30$ mm	Très fortement inhibitrice
$21 \text{ mm} \leq D \leq 29$ mm	Fortement inhibitrice
$16 \text{ mm} \leq D \leq 20$ mm	Modérément inhibitrice
$11 \text{ mm} \leq D \leq 16$ mm	Légèrement inhibitrice
$D < 10$ mm	Non inhibitrice

2.1. Evaluation de l'effet de *Salvia sclarea*

Les résultats obtenus de l'effet de *Salvia sclarea* vis-à-vis les trois souches de références sont représenté dans le tableau 09 et la figure 07.

Tableau 10: Zones d'inhibitions de *salvia sclarea* vis-à-vis des souches de références.

	Méthode de diffusion en puits			Méthode micro-atmosphère
	300 µl	400 µl	500 µl	500 µl
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923	00 mm	14 mm	15 mm	00 mm
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	00 mm	00 mm	00 mm	00 mm
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 27853	00 mm	00 mm	00 mm	00 mm

L'huile essentielle du *Salvia sclarea* a montré que *Staphylococcus aureus* a été la seule souche très sensible à cette huile avec un diamètre d'inhibition égale à 15 mm à un volume de 500 µl et 14 mm à un volume de 400 µl. Toutefois aucun effet n'a été observé à un volume de 300 µl. Pour *Escherichia coli* et *Pseudomonas aeruginosa*, l'huile essentielle montre une activité non inhibitrice dont aucune zone d'inhibition n'a été observée à toutes les concentrations.



Figure 8 : Effet antibactérien de *Salvia sclarea* sur les souches de références.

2.2. Evaluation de l'effet d'*Allium cepa*

Les résultats obtenus de l'effet d'*Allium cepa* vis-à-vis les trois souches de références sont représenté dans le tableau 10 et la figure 08.

Tableau 11: Zones d'inhibitions d'*Allium cepa* vis-à-vis des souches de références.

	Méthode de diffusion en puits			Méthode micro-atmosphère
	300 µl	400 µl	500 µl	500 µl
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923	13 mm	13.70 mm	15 mm	00 mm
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	00 mm	00 mm	00 mm	00 mm
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 27853	10 mm	13.70 mm	12 mm	00 mm

L'huile essentielle de *Allium cepa* montre une activité légèrement inhibitrice vis-à-vis de *Staphylococcus aureus* et *Pseudomonas aeruginosa*, contrairement à *Escherichia coli* qui ne présente aucune activité inhibitrice. A la concentration 500 µl, le diamètre est 14 mm pour *Staphylococcus aureus* et de 12 mm pour *Pseudomonas aeruginosa*. A un volume de 400 µl, nous avons retrouvé presque le même diamètre ; 13,70 mm pour *Staphylococcus aureus* et 13 mm pour *Pseudomonas aeruginosa*. Au volume de 300 µl le diamètre est de 13 mm pour *Staphylococcus aureus*, et de 10,70 mm pour *Pseudomonas aeruginosa*.



Figure 9 : Effet antibactérien d'*Allium cepa* sur les souches de référence

2.3. Evaluation de l'effet de *Syzygium aromaticum*

Les résultats obtenus de l'effet de *Syzygium aromaticum* vis-à-vis les trois souches de références sont représentés dans le tableau 11 et la figure 09.

Tableau 12 : Zones d'inhibitions de *Syzygium aromaticum* vis-à-vis des souches de références.

	Méthode de diffusion en puits			Méthode micro-atmosphère
	300 µl	400 µl	500 µl	500 µl
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923	11 mm	13 mm	12 mm	00 mm
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	15 mm	13 mm	07 mm	00 mm
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 27853	14 mm	12 mm	08 mm	00 mm

L'huile essentielle du *Syzygium aromaticum* a montré une activité envers les trois souches, *Echerichia coli*, *Pseudomenas aerugenosa* et *Staphylococcus aureus*. Le plus grand effet est noté chez *Echerichia coli* et *Pseudomonas aerugenosa* dont le diamètre est de 15 mm et 14 mm à la concentration 300 µl. Aussi on a noté une résistance à un volume de 500 µl dont le diamètre 7 mm et 8 mm. Pour les *Staphylococcus aureus* nous avons noté une activité légèrement inhibitrice à un volume de 300 µl et 500 µl dont le diamètre 11 mm et 12 mm.

A une concentration de 400 µl, une activité approximativement proche pour toutes les espèces qui est légèrement inhibitrice, le diamètre est de 13 mm pour

Staphylococcus aureus et *Escherichia coli*; et de 12 mm pour *Pseudomonas aeruginosa*.



Figure 10: Effet antibactérien de *Sysigium aromaticum* sur les souches de référence.

3. Discussion

La nature de l'activité des huiles essentielles des espèces *Sysigium aromaticum*, *Allium cepa* et *Salvia sclarea* peut être attribuée aux composés majoritaires (c'est-à-dire les composés susceptibles d'être actifs). L'espèce *Sysigium aromaticum* est caractérisée par sa composition majeure en l'eugénol, le thymol et le carvacrol (Iseri, 2007). Pour l'espèce *Allium cepa* est très riche en composés soufrés homologues de l'alliine dont le principal donne le sulfoxyde de Propreénéthial (Zahalka, 2009), par ailleurs les constituants majoritaires de *Salvia sclarea* sont le sclaréol, le manool, le spathuléol ou l'oxyde de caryophyllène (Laszlo, 2000).

Selon l'étude de Rhayour (2002), l'huile essentielle de *Sysigium aromaticum* exerce son activité bactéricide principalement grâce à son constituant majoritaire qui est l'eugénol qui appartient à la famille des phénols. Aussi La présence des liaisons disulfures, est un facteur important dans l'activité antimicrobienne de l'huile essentielle, d'alliums. (Tsao et Yin, 2001) Une étude menée par le laboratoire de recherche en sciences appliquées à l'alimentation (RESALA) indique que les huiles essentielles ont majoritairement un effet antibactérien. Cet effet se résume en trois phases générales : Premièrement, les molécules de l'huile essentielle vont attaquer la membrane de la bactérie. Deuxièmement, l'huile essentielle va acidifier l'intérieur de la bactérie pour bloquer la production d'énergie et de composantes de structure. Enfin, si la bactérie survit, l'huile attaquera directement le matériel génétique de cette dernière (Atmani et Bair, 2015).

Deans et al. (1995) a portent que la susceptibilité des bactéries à Gram positives et à Gram négatives vis-à-vis des huiles essentielles a une légère influence sur l'accroissement du degré d'inhibition. Cependant, il apparaît que beaucoup d'huile volatiles exercent une activité importante envers les bactéries à Gram positive, comme il apparaît dans notre expérience que les trois plantes(*salvia* ,*Allium*, *clou de girofle*) donnaient un effet sur la staphylococcus aureus . Cette sensibilité est attribuée à la présence du lipopolysaccharides dans la paroi cellulaire qui constitue une barrière pour l'huile essentielle (**Laszlo, 2000**), comme il est souvent apporté que les bactéries à Gram négatives sont plus résistantes aux plantes à base d'huile essentielle (**Reynolds, 1996**). cette résistance est remarquée chez *Echirichia-coli* et *pseudomenas aerogenosa* pour *salvia sclarea* et chez *Echirichia-coli* pour *Allium cepa* .

Volume des huiles essentielle influence l'activité antibacterienne, plus le volume de l'huile essentielle augmente plus les diamètres d'inhibitions est important (**Emiroğlu et al., 2010**). Cela s'applique avec ce qu'on a trouvée avec les deux plantes *salvia sclarea* et *allium cep*. Le fait qu'il y a croissance bactérienne à fortes doses et une inhibition à faibles doses trouvée avec l'extrait préparé des clous de girofle, a été mentionnée par d'autres auteurs n'a pas d'effet antibactérien à forte dose et agit à doses plus faibles (**Gill AO and Holley RA., 2004**) mais n'ont donné aucune explication à ce phénomène. Cela pourrait être un problème de saturation des sites de fixation ou des canaux de passage de l'agent antibactérien. Pour cela,il faut approfondir les études concernant ce point. (**Manou I, Bouillard L, Devleeschouwer MJ and Barel AO.,1998**)

De nombreux facteurs écologiques tels que la température, l'humidité relative, l'insolation et la nature du sol peuvent influencer la composition chimique des huiles essentielles (**Oliveira et al., 2005**). Aussi La période de la récolte des plantes peut avoir un effet sur l'activité antimicrobienne (**Bounatirou et al., 2007**). Aussi selon **Hussain (2009)**, la période de la récolte et la région ont un effet sur la famille des Lamiacées tel que *Salvia sclarea*. La variabilité des résultats est probablement due à l'influence de plusieurs facteurs tels que la méthodologie, les microorganismes testés et les huiles essentielles utilisées (**Pattnaik et al., 1997**).

Conclusion et Perspective

Conclusion et perspectives

Ce travail a permis de mettre en évidence les propriétés antibactériennes des huiles essentielles des trois plantes étudiées. L'activité antibactérienne a été évaluée par la méthode de diffusion en milieu gélosé et la méthode Miro-Atmosphère.

Les résultats obtenus révèlent la présence des activités inhibitrice de chacune des plantes, l'huile essentielle de *Sizygiumar omaticum* est active sur les trois souches de références. De même *Alluim cepa*, est active sur *Pseudomonas aeruginosa* et *Staphylococcus aureus*. L'huile essentielle de *Salvia sclarea* est active sur *Staphylococcus aureus*.

L'inhibition de croissance bactérienne dépend de 3 facteurs, la bactérie utilisée, la nature de l'huile essentielle testée ainsi que sa quantité. À la lumière des résultats obtenus, le travail ouvre la voie à des perspectives. Dans le but d'entrevoir la valorisation des huiles essentielles de point de vue production et commercialisation en vue d'utilisations diverses dont notamment comme alternative dans la lutte contre les maladies bactériennes, il serait intéressant de compléter le travail plus particulièrement par :

- Déterminer les concentrations minimales inhibitrices et bactéricides.
- Etablir des synergies de différents composés de diverses plantes en plus d'étudier d'autres propriétés biologiques de ces plantes, à savoir les propriétés anti-inflammatoires, antivirales, antiparasitaires.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

-A-

- AFNOR.,2000.** Huiles essentielles. Monographies relatives aux huiles essentielles. Tome 2. 6^{ième} édition. AFNOR, Paris.p440
- Amazian, K., Rossello, J., Castella, A., Sekkat, S., Terzaki, S., Dhidah, L., ...&Fabry, J.,** 2010. Prevalence of nosocomial infections in 27 hospitals in the Mediterranean region.East MediterrHealth J. 16: 1070-1078
- Anton, R., Lobstein, A.,2005.** Plantes aromatiques. Epices, aromates, condiments et huiles essentielles. Ed. Tec. & Doc., Paris, p 522.
- Arlette, A., 1986.** Les Plantes aromatiques et médicinales.Michigan:A.M.D.S.T,p127
- Atmani , H ., Bair .,K ., 2015.** Mise en évidence de l'activité antibactérienne et Antifongique et l'étude des caractères Physico-chimique de l'huile essentielle du clou de girofle *Syzygiumaromaticum*. Université Frères Mentouri1. Constantine, Faculté des Sciences de la vie. 69-70 p.

-B-

- Balière, C., 2016.** Les *Escherichia Coli* potentiellement pathogènes dans l'environnement littoral. Université de Bretagne Occidentale, p 178.
- Barbelet, S., 2015.** Le giroflier : historique, description et utilisations de la plante et de on Huile essentielle [En ligne] .Thèse de doctoras en Pharmacie. Université de Lorraine : Faculté de pharmacie. 22, 24, 27,37p.
- Barry, A.L., Thornsberry, C., 1985.** Susceptibility test, diffusion test procedure, *American Journal of Clinical Pathology*, 19, p 492 - 500.
- Başer, K.H.C., Buchbauer, G., 2010.** Handbook of essential oils: science, technology, and applications. Ed. CRC Press/Taylor & Francis, Boca Raton. p994. ISBN: 978-1-4200-6315-8.
- Bauer, A.W., Kirby, W.M.M., Sherris T.C., and Truck, M., 1966.** Antibiotic susceptibility testing by a standardized single disc method, *American Journal of Clinical Pathology*, 45, p 493 - 496.
- Benmerabet , K., Abed , L ., 1982.** Quelques aspects de la pharmacopée traditionnelle algérienne. Le pharmacien du Maghreb, spécial n°2.p72

Références bibliographiques

- Benzeggouta, N., 2005.** Etude de l'activité antibactérienne des huiles infusées de quatre plantes médicinales connues comme aliments. Université des FrèresMentouriMentouri, Constantine, p 153.
- Besombes, C., 2008.** Contribution à l'étude des phénomènes d'extraction hydrothermomécanique d'herbes aromatiques. Applications généralisées(Doctoral dissertation).Université de La Rochelle, p 289.
- Biyiti, L. F., Meko'o, D. J. L., Tamzc, V., etAmvamZollo, P. H.,2004.** Recherche de l'activité antibactérienne de quatre plantes médicinales camerounaises. Pharm. Med. Trad. Afr, 13, 11-20.
- Boullard, B.,1997.** Plantes et champignons : dictionnaire. ESTEM, Paris.p368-369.398P .ISBN: 2909455998.
- Bounatirou, S., Smiti, S., Miguel, M. G., Faleiro, L., Rejeb, M. N., Neffati, M., ...& Pedro, L. G., 2007.** Chemical composition, antioxidant and antibacterial activities of the essential oils isolated from Tunisian *Thymus capitatus* Hoff. et Link. Food chemistry, 105: 146-155.
- Boz, I., Burzo, I., Zamfirache, M.M., Toma, C. etPadurariu, C., 2009.** Glandular trichomes and essential oil composition of *Thymus pannonicus* All.(*Lamiaceae*). Anal de l'université Oradea, p157
- Burt, S., 2004.** Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods: a review. *International Journal of Food Microbiology* 94:223-253.
- Bremness, L., Fletcher, N., Ward, M., Griggs, P., 2011.**Plantes aromatiques et médicinales. Larousse.p85,86. 340P. ISBN: 9782035871732.
- Brickell, C., Mioulane, P., 2004.**Royal Horticultural Society (Grande-Bretagne). Encyclopédie universelle des 15 000 plantes et fleurs de jardin. Larousse, Paris. p 922 ,989 .ISBN:978-2-03-560381-4.
- Bruneton, J., 1999.** Pharmacognosie. Phytochimie, plantes médicinales. Tec. & Doc. Lavoisier 3ème édition, Paris. p52
- C-
- Caillet, L., 2009 .** Les huiles essentielles : leurs propriétés antimicrobiennes et leurs applications potentielles en alimentaire. Laboratoire de recherche en science appliquées a l'alimentation (RESALA), INRS-Institut Armand-Frappier.

Références bibliographiques

- Cartier, O., Roux, D., 2004.** Botanique Pharmacognosie Phytothérapie, 2. éd. ed, Cahiers du préparateur en pharmacie. Groupe Liaisons, Rueil-Malmaison. 141P. ISBN : 9782915585520
- Chami, F., 2005.** Evaluation in vitro de l'action antifongique des huiles essentielles d'origan et de girofle et de leurs composés majoritaires in vivo application dans laprophylaxie et le traitement de la Candidose Vaginale sur des modèles de rat et de souris immunodéprimés. Thèse de doctorat. Université Sidi Mohamed Be Abdellah Fès, Maroc. 266p.
- Couplan, F., 2012.** Les plantes et leurs noms: histoires insolites. Éditions Quae, Versailles, France. p157. 238P. ISBN: 978-2-7592-1799-1.
- Costerton, J.W., Lewandowski, Z., Caldwell, D.E., Korber, D.R., et Lappin Scott, H.M., 1995.** Microbial biofilms. *Annu Rev Microbiol* 49: 711-745
- Cowan, S. T., 1954.** Abbreviation of bacterial generic names. *Science*. 120 (3131):1103-1104.
- Cowan, MM., 1999.** Plant products as antimicrobial agents. *Clinical Microbiology Reviews*. 12, 564-582 p.
- D-
- Deans, S G., Noble, R C., Hiltunen, R., Wuryani, W et Penzes, LG., 1995.** Antimicrobial and antioxidant properties of *Syzygium aromaticum* (L) Merrperry : impact upon bacteria, fungi and fatty acid level in ageing mice. *Flavour Frag J*. 10: 323-328.
- Delarras, C., Trébaol, B., Durand, J., 2010.** Surveillance sanitaire et microbiologique des eaux : Réglementation-Micro-organismes-Prélèvements-Analyse. 2^{ème} édition. Éditions Tec et Doc. Lavoisier. p 542
- Denne W., 2010.** Herbes médicinales et aromatiques au jardin. Ed. Larousse, Paris. p 131
- Dorman, HJD., Deans, SG., 2000.** Antimicrobial agents from plants: activity of plant volatile oils. *Journal of Applied Microbiology*. 88, 308-316p.
- Ducraf, G., 2011.** L'encyclopédie des plantes bio-indicatrices alimentaires et médicinales: guide de diagnostic des sols. Ed. Promonature, Briant. 351P. ISBN: 2-9519258-6-7.

-E-

- Emiroğlu, Z. K., Yemiş, G. P., Coşkun, B. K., & Candoğan, K., 2010.** Antimicrobial activity of soy edible films incorporated with thyme and oregano essential oils on fresh ground beef patties. *Meat science*, 86(2): 283-288.
- El-Anzi, O., 2014.** Profil de sensibilité aux antibiotiques des souches de *Staphylococcus Aureus* isolées au Centre Hospitalier Ibn Sina de Rabat (Doctoral dissertation). Université MOHAMMED V- SOUSSI. p 4, 9. 85P.
- Elena, S., Serban, M.I., Doina, M., Codruta, S.I., Marius, T., 2011.** Screening of the antibacterial and antifungal activity of eight essential oils. *Farmacia*. 593 : 440 - 446.

-F-

- Ferron, A., 1984.** Bactériologie médicale à l'usage des étudiants en médecine. 12^{ème} édition. Ed. Crouan et Roques, Paris. p 401.
- Franchomme, P., Jollois, R., Pénoël, D., 2012.** L'aromathérapie exactement: encyclopédie de l'utilisation thérapeutique des huiles essentielles : fondements, démonstration, illustration et applications d'une science médicale naturelle. Roger Jollois, Limoges. p 435. ISBN : 2-87819-001-7.

-G-

- Gessard, C., 1984.** Classics in infectious diseases. On the blue and green coloration that appears on bandages. *Rev. Infect Dis.* 6 Suppl 3: 775-776.
- Grubben, G.J.H., Denton, O.A., 2004.** Légumes. Fondation PROTA, Wageningen. P 739. ISBN: 978-90-5782-149-3.
- Gill, A.O and Holley, R.A., 2004.** Mechanisms of Bactericidal Action of Cinnamaldehyde against *Listeria monocytigenes* and of Eugenol against *L.monocytigenes* and *Lactobacillus Sakei*. *Applied and Environmental Microbiology*. 70 (10) 5750-55.

-H-

Références bibliographiques

- Hafiane, A., Ravaoarino, M., 2008.** Various typing methods of *Pseudomonas aeruginosa* strains isolated from cystic fibrosis patients. *Med Mal Infect* 38: 238-247.
- Hamdini, S., 2009.** La culture d'oignon (Doctoral dissertation). Université de Sidi Med Ben Abdellah Fès. p40
- Hazzit, M., 2002.** Arômes alimentaires (Thèse magister). Université USTHB, Alger. p 96
- Herman, L., Dewful, J., 2011.** Transmission de l'antibiorésistance des animaux et de La production animal vers l'homme. comité scientifique de l'AFSCA Agence fédéral pour la sécurité de la chaîne alimentaire.
- Hussain, A.I., 2009.** Characterization and biological activities of essential oils of some species of Lamiaceae (Doctoral dissertation). Université d'Agriculture. Pakistan. p 249.

-I-

- Iserin, P., 2001.** Encyclopédie des plantes médicinales: identification, préparation, soins s. Ed. Larousse Bourdasse. Paris. p99, 275, P 869.

-J-

- Joffin, J. N., Leyral, G., 2006.** Microbiologie technique : Dictionnaire des techniques. 1^{ère} Edition. Bordeaux. p 248.

- Johnson, A.W., 2003.** Invitation à la chimie organique. Editions De Boeck, Paris Bruxelles.

-K-

- Kalemba, D., Kunicka, A., 2003.** Antibacterial and antifungal properties of essential oils. *Current Medicinal Chemistry*. 10: 813-829.
- Konate, L., 2005.** Etude de l'automédication dans les officines de la ville de Sikasso (Doctoral dissertation), Université de Bamako. p78.

-L-

- Labayle, D., 2001.** Guide Pharmacologique. Édition Larousse, Paris, p568

Références bibliographiques

- Lafforgue, C., 2013.** Les huiles essentielles. Groupe d'études et de recherches en dermatoallergologie (GERDA)-Progrès en dermato-allergologie, 19 : 15-25.
- Lahlou, M., 2004.** Methods to study phytochemistry and bioactivity of essential oils. *Phytotherapy Research*, 18: 435-448.
- Lamnaouer, D., 2002.** Fiche technique : Détermination des propriétés biologiques activités pharmacologiques et toxicologiques des plantes médicinales et aromatiques du PNT. Programme de l'UICN en Afrique du Nord : Phase III. p 9
- Laszlo, P., 2000.** Le savoir des plantes. Ellipses Marketing, Paris. p22. 125P. ISBN : 2-7298-00298.
- Lister, P.D., Wolter, D.J., Hanson, N.D., 2009.** Antibacterial-resistant *Pseudomonas aeruginosa*: clinical impact and complex regulation of chromosomally encoded resistance mechanisms. *Clin Microbiol Rev* 22: 582-610.
- Loza-Tavera , H ., 1999** Monoterpenes in Essential oils : Biosynthesis and Properties .
Adv. Exp. Med. Biol . 464, 49-62 p.
- M-
- Manou, I., Bouillard L, Devleeschouwer ,M .J and Barel , A.O ., 1998 .** Evaluation of the preservative properties of *Thymus vulgaris* essential oil in topically applied formulations under challenge test. *Journal of Applied Microbiology*. 84, 368-376.
- Martin, N., Mousset, B., Duprez, J. N., Grégoire, F., Hoyoux, A., Linden, A., & Mainil, J., 2007.** Profils de résistance aux antibiotiques de souches d'*Enterococcus* sp et d'*Escherichia coli* isolées dans les matières fécales de sangliers et cervidés sauvages. *In Annales de Médecine Vétérinaire* 151 : 55-60.
- Mesaros, N., Nordmann, P., Plésiat, P., Roussel-Delvallez, M., Van Eldere, J., Glupczynski, Y., ... & Tulkens, P. M., 2007.** *Pseudomonas aeruginosa*: resistance and therapeutic options at the turn of the new millennium. *Clinical microbiology and infection* 13: 560-578.

Références bibliographiques

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. *PatholBiol* (Paris) 58: 1-6.

Mutai, C., Bii, C., Vagias, C., Abatis, D., et Roussis, V., 2009. Antimicrobial activity of *Acacia mellifera* extracts and *lupanetriiterpenes*. *Journal of ethnopharmacology*, 123: 143- 148.

-O-

Oliveira, M.J., Iani, F.P.C., Oliveira, C.B.A., Santos, M.R., Souza, P.S., Santos, S.C., Seraphin, J.C. etFerri, P.H., 2005. Influence of growth phase on the essential oilcomposition of *Hyptissuaveolens* .*Biochemical Systematics and Ecology*, 33: 275-285.

-P-

Pattnaik, S.,Subramanyam,V.R., Bapaji, M., Kole, C.R.,1997.Antibacterial and antifungal activity of aromatic constituents of essential oils. *Microbios*. 89 (358) : 39-46.

Pilly, E., 1975.Maladies infectieuses. 4^{eme} édition. La Madeleine : Crouan et Roques. France. p 584.

-R-

Rhayour, K.,2002. Etude du mécanisme de l'action bactéricide des huiles essentielles sur *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis* et sur *Mycobacterium phlei* et *Mycobacterium fortuitum* (doctoraldessertation). Uiniversité de toubkal.p 45-50

Reynold, J. E., & Martindale, K. B., 1996.the extra pharmacopoeia 31st edition. Published by the council of royal pharmaceutical society of Great Britain, London 885: 255-260

Robert, D., 2013.*Staphylococcus aureus* résistant à la méticilline (SARM): généralités,antibiotiques actifs, résistances acquises, et implication en pathologie communautaire illustréepar l'exemple des infections acquises au

Références bibliographiques

cours de la pratique sportive. Angers, Département Pharmacie 16, Boulevard Daviers - 49045 ANGERS Cedex. p 21-23. 115P

-S-

Salvatori, O., 2005. Botanica encyclopédie de botanique & d'horticulture: plus de 10000 plantes du monde entier. H.F. Ullmann, Königswinter (Allemagne). p 816. 1020P. ISBN : 978-3-8331-5648-9.

Schauenberg, P., Paris, F., 2013. Guide des plantes médicinales: analyse, description et utilisation de 400 plantes. Ed. Delachaux et Niestlé, Paris. p339 – 340. 396P. ISBN:2603014544.

Senez, J., 1968. Microbiologie générale. Ed. Doin. Paris. p 592.

Singh, S.B., Barrett, J. F., 2006. Empirical antibacterial drug discovery foundation in natural products. Biochem. Pharmacol. 71: 1006-1015.

Soussy, C., Duval, J., Courvalin, P., 1988. Résistance aux antibiotiques chez *Escherichia coli*: états actuel et nouvelles acquisitions. Médecine et maladies infectieuses, 18(1) :29-36.

-T-

Tour, D., 2014 . Etude chimique et biologique des huiles essentielles de quatre plantes aromatiques médicinales de Côte d'Ivoire . université Félix Houphouët-Boigny . p14

-V-

Van Alst, N.E., Wellington, M., Clark, V.L., Haidaris, C.G., Iglewski, B.H., 2009. Nitrite reductase NirS is required for type III secretion system expression and virulence in the human monocyte cell line THP-1 by *Pseudomonas aeruginosa*. Infect Immun 77: 4446-4454.

-W-

Willem, J.-P., 2004. Le guide des huiles essentielles pour vaincre vos problèmes de santé: aromathérapie, médecine d'avenir. Ed, LMV, Paris. p43. ISBN: 978-2-908554-70-0.

Williams, E.P., et Cameron, K., 1894. Infection by the *Bacillus Pyocyaneus* a Cause of Infantile Mortality. Public Health Pap Rep 20: 355-360.

-Z-Zahalka, J.P., 2009. Les plantes en pharmacie propriétés et utilisations. Éd. du Dauphin, Paris (43-45 rue de la Tombe-Issoire). p146. 269P

Références bibliographiques

Référence Site Web :

<https://player.slideplayer.com>

.