

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DEL'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVRSITE 08 MAI 1945 GUELMA
Faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre et de
l'univers
Département de sciences de la nature et de la vie



Mémoire de Master

Domaine : Science de La Nature et de La Vie

Filière : Biologie

Spécialité/Option : Biologie moléculaire et cellulaire: biologie moléculaire des procaryotes

Thème : Détermination de l'effet antibactérien
des huiles essentielles de *Lavandula officinalis*

Présenté Par : ABDA Salima

BOUGHAZI Meriem

Devant le jury compose de :

Président : Mme DRIF Fahima.

Examineur : Melle HAMDIKHAN Malika.

Encadreur : Melle ZIDI Sourour.

Juin 2013

Remerciement

En premier lieu, nous remercions «Dieu» qui nous a donné la volonté, la force et la patience pour réaliser ce travail.

Nous remercions notre directeur de mémoire Melle Zidi. S pour ses conseils précieux et sa patience avec nous Durant la réalisation de ce travail.

Nous remercions le jury qui nous a fait l'honneur de participer.

Ainsi que tous les enseignants qui ont assuré notre formation

Durant toutes nos années d'études.

Nous tenons a exprimé notre profonde reconnaissance aux techniciennes du laboratoire de microbiologie, Biochimie et immunologie.

Sans oublier mes collègues et mes amis pour les sympathiques moments qu'on a passé ensemble.

Merci à tous

Salima

Meriem

Dédicaces

Je dédie ce travail :

A mes chers parents, Salah et Fatima, pour tous les efforts qu'ils ont consentis, pour leur soutien et leurs encouragements. Qu'ils trouvent en ce travail l'expression de ma profonde gratitude.

A mes frères et sœurs ; Moufida, Adel, Samia, Nawel et Hassen pour leur aide précieuse Durant toutes mes années d'études.

A mes neveux : Rania, Ibtissem, Ahmed Chérif, Wassim, Fadi, Lina et Ziyed qui m'ont donnée le sourire et la joie de vivre.

A mes beaux frères ; Rachid, Mohamed Salah et Yacine

A mes cousins ; Nedjm eddine et Zahra

A ma camarade de travail Salima.

A mes amis: Amira, Meriem, Rana, Sarah et Wahiba pour ses sincères amitiés, leur aide et sa présence.

Meriem.

Dédicaces

Je dédie ce travail ;

A mes parents Mohamed, Malika qui ont fait preuve de dévouement et qui
n'ont jamais

Cessé de m'apporter leur soutien me permettant et m'encourageant à
poursuivre mes

Etudes dans de bonnes conditions.

A mes frères et sœurs ; Assia, Raouf, Chawki et Fatima Zahra pour leur aide
précieuse Durant toutes mes années d'étude

A mes neveux : Tamer, Rined, Oulfa, Amdjed, Chiheb.

A mes beaux frères ; Ammar et Ramzi

A mon cousin : Salih

A ma camarade de travail Meriem.

A mes amies : Sarah, Wahiba, Ammar, Smail et Ramzi

Salima.

Liste des abréviations

ADN : Acide désoxyribonucléique

AMM : Autorisation de mise sur le marché

ATCC : American Type Culture Collection

CASFM : Comité de l'Antibiogramme de la Société Française de Microbiologie

CHCl₃ : Chloroforme

C₂H₅OH : Ethanol

FeCl₃ : Chlorure de fer

GN : Gélose Nutritive

HCL : Acide Chlorhydrique

HE : Huile essentielle

HgCl₂ : Chlorure de mercure

H₂SO₄ : Acide sulfurique

KI : Iodure de potassium

K₂SO₄ : Sulfate de potassium

LPS : Lipopolysaccharides

MgCl₂ : Chlorure de magnésium

MH : Muller Hinton

Nacl : Chlorure de sodium.

NCCLS : National Committee for clinical laboratory standards

NH₄OH : Ammoniaque

OMS : Organisation Mondiale de la santé

ORL : Oto-rhino-laryngologie

PH : Potentiel hydrogène

PLP : Protéine de Liaison aux Pénicillines

TIAC : Toxi –Infection Alimentaire Collective

Glossaire

Anti-inflammatoire: Qui fait dégonfler, et diminuer l'irritation. La plupart des anti-inflammatoires sont aussi des antidouleurs.

Antispasmodique: Substance qui permet de lutter contre les spasmes, agit généralement en empêchant la contraction des fibres musculaires de l'intestin et des voies urinaires.

Anxiolytique: Tranquillisant, contre les angoisses.

Arbrisseau: Plante ligneuse à tiges ramifiées dès la base et en général d'un mètre maximum.

Bractées: Feuille fréquemment colorée qui accompagne une fleur ou une inflorescence. Les bractées se trouvent souvent à la base du pédoncule.

Carminatif: Qui résorbe les gaz intestinaux.

Diurétique: Qui favorise l'élimination de l'urine.

Expectorant: Qui calme la toux, favorise l'expulsion des sécrétions bronchiques.

Sédatif: Un sédatif est une substance qui a une action dépressive sur le système nerveux central et qui entraîne un apaisement, une relaxation, une réduction de l'anxiété, une somnolence, un ralentissement de la respiration, une démarche chancelante, des troubles jugement et une diminution des réflexes.

Teinture: Solution obtenue en laissant une certaine quantité de drogue desséchée au contact d'un solvant pour un temps plus ou moins long.

Lyme: La maladie de Lyme est une infection qui est transmise à l'être humain par l'intermédiaire d'une piqûre de tique.

Parkinson: Est une pathologie chronique neurodégénérative, touchant le système nerveux central et évoluant lentement.

Figure 01. <i>Lavandula officinalis</i>	19
Figure 02. Quelques mécanismes de résistance des bactéries aux antibiotiques.....	25
Figure 03. Montage d'hydrodistillation utilisé pour l'extraction de l'huile essentielle.....	37
Figure 04. L'antibiogramme testé sur les trois souches étudiées.....	43
Figure 05. Zones d'inhibition obtenues par la méthode de diffusion par disque.....	45

Tableau 01. Les principaux composés des HE avec leurs Caractéristiques.....	12
Tableau 02. Sites d'action des différentes familles d'antibiotiques	23
Tableau 03. Caractères distinctifs des <i>Staphylococcus aureus</i>	26
Tableau 04. Valeurs critiques des zones d'inhibition dues aux antibiotiques.....	39
Tableau 05. Screening phytochimique de <i>Lavandula officinalis</i>	41
Tableau 06. Les zones d'inhibition des antibiotiques testés sur les trois souches étudiées..	42
Tableau 07. Les diamètres des zones d'inhibition de l'huile essentielles de <i>Lavandula officinalis</i>	44

Introduction.....	1
Chapitre I : Les plantes médicinales	
1- Définition	Erreur ! Signet non défini.
2- Historique	Erreur ! Signet non défini.
3- L'origine des plantes médicinales	Erreur ! Signet non défini.
3-1- Plantes de cueillette	Erreur ! Signet non défini.
3-2- Plantes de culture	Erreur ! Signet non défini.
4- Les composants des plantes médicinales	Erreur ! Signet non défini.
4-1- Huiles essentielles	Erreur ! Signet non défini.
4-2- Flavonoïdes	Erreur ! Signet non défini.
4-3- Alcaloïdes	Erreur ! Signet non défini.
4-4- Tanins	Erreur ! Signet non défini.
4-5- Saponines	Erreur ! Signet non défini.
4-6- Phénols	Erreur ! Signet non défini.
4-7- Minéraux	Erreur ! Signet non défini.
4-8- Glucosides	Erreur ! Signet non défini.
4-9- Mucilages	Erreur ! Signet non défini.
5- Domaines d'application des plantes médicinales	Erreur ! Signet non défini.
5-1- En médecine	8
5-2- En agriculture.....	Erreur ! Signet non défini.
6- Phytothérapie.....	9
6-1- Les modes de préparation en phytothérapie.....	Erreur ! Signet non défini.
6-1-1- Les tisanes.....	Erreur ! Signet non défini.
6-1-2- Les poudres.....	10
6-1-3- Les extraits.....	Erreur ! Signet non défini.
6-1-4- Les teintures.....	Erreur ! Signet non défini.
6-1-5- Les alcoolats	Erreur ! Signet non défini.
6-1-6- Les huiles essentielles	Erreur ! Signet non défini.
7- Aromathérapie	Erreur ! Signet non défini.
7-1- Les huiles essentielles	Erreur ! Signet non défini.
7-1-1- Définition	Erreur ! Signet non défini.
7-1-2- Biochimie des huiles essentielles	Erreur ! Signet non défini.
7-1-3- Extraction des huiles essentielles	Erreur ! Signet non défini.
7-1-4- Les principales propriétés des huiles essentielles ...	Erreur ! Signet non défini.

Chapitre II : Botanique de la plante

1- Généralités sur le genre <i>Lavandula</i>	Erreur ! Signet non défini.
1-1- Historique.....	Erreur ! Signet non défini.
1-2- Principales espèces.....	Erreur ! Signet non défini.
2- <i>Lavandula officinalis</i>	Erreur ! Signet non défini.
2-1- Etymologie.....	Erreur ! Signet non défini.
2-2- Description	Erreur ! Signet non défini.
2-3- Classification	Erreur ! Signet non défini.
2-4- Composition	Erreur ! Signet non défini.
2-5- Habitat.....	Erreur ! Signet non défini.
2-6- Culture.....	Erreur ! Signet non défini.
2-7- Récolte	Erreur ! Signet non défini.
2-8- Domaines d'applications et intérêt en aromathérapie	Erreur ! Signet non défini.
2-9- Toxicité	Erreur ! Signet non défini.

Chapitre III : Les antibiotiques et les bactéries

1- Les antibiotiques	Erreur ! Signet non défini.
1-1- Définition	Erreur ! Signet non défini.
1-2- Historique	Erreur ! Signet non défini.
1-3- Les grands groupes d'antibiotiques	Erreur ! Signet non défini.
1-4- Mode action des antibiotiques	Erreur ! Signet non défini.
1-5- Résistance des bactéries aux antibiotiques	Erreur ! Signet non défini.
1-6- Mécanismes biochimiques de résistance	Erreur ! Signet non défini.
2- Généralités sur quelques bactéries potentiellement pathogènes	Erreur ! Signet non défini.
2-1- <i>Staphylococcus aureus</i>	Erreur ! Signet non défini.
2-1-1- Caractères bactériologiques	Erreur ! Signet non défini.
2-1-2- Classification	Erreur ! Signet non défini.
2-1-3- Habitat et mode de transmission	Erreur ! Signet non défini.
2-1-4- Pouvoir pathogène	Erreur ! Signet non défini.
2-1-5- Résistance aux antibiotiques	Erreur ! Signet non défini.
2-2- <i>Escherichia. Coli</i>	Erreur ! Signet non défini.
2-2-1- Caractères bactériologiques.....	Erreur ! Signet non défini.
2-2-2- Classification	Erreur ! Signet non défini.
2-2-3- Habitat	Erreur ! Signet non défini.
2-2-4- Pouvoir pathogène	Erreur ! Signet non défini.
2-2-5- Sensibilité aux antibiotiques.....	Erreur ! Signet non défini.

2-3- <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Erreur ! Signet non défini.1
2-3-1- Caractères bactériologiques	Erreur ! Signet non défini.1
2-3-2- Classification	Erreur ! Signet non défini.
2-3-3- Habitat	Erreur ! Signet non défini.
2-3-4- Pouvoir pathogène	Erreur ! Signet non défini.2
2-3-5- Résistance aux antibiotiques	Erreur ! Signet non défini.

Matériel et méthode

1-Matériel	Erreur ! Signet non défini.
1-1-Matériel végétal	Erreur ! Signet non défini.
1-2-Les espèces bactériennes étudiées	Erreur ! Signet non défini.
1-3-Milieus de culture utilisés	Erreur ! Signet non défini.
2- Méthodes	Erreur ! Signet non défini.
2-1- Séchage et conservation des feuilles de <i>Lavandula officinalis</i>	Erreur ! Signet non défini.
2-2-Tests préliminaires de la composition chimique	Erreur ! Signet non défini.
2-2-1-Alcaloïdes	Erreur ! Signet non défini.
2-2-2-Flavonoïdes	Erreur ! Signet non défini.
2-2-3-Tanins	Erreur ! Signet non défini.
2-2-4-Saponosides	Erreur ! Signet non défini.5
2-2-5-Mucilages.....	Erreur ! Signet non défini.
2-2-6-Stérols et terpènes	Erreur ! Signet non défini.
2-3-Extraction de l'huile essentielle de <i>Lavandula officinalis</i>	Erreur ! Signet non défini.
2-4- Calcul du rendement	Erreur ! Signet non défini.
2-5-Etude de l'activité antibactérienne	Erreur ! Signet non défini.
2-5-1-L'antibiogramme	Erreur ! Signet non défini.
2-5-2-Méthode de diffusion en disque : L'Aromatogramme	Erreur ! Signet non défini.

Résultat et discussion

1-Tests préliminaires de la composition chimique	Erreur ! Signet non défini.
2-Rendement de l'huile essentielle de <i>Lavandula officinalis</i>	Erreur ! Signet non défini.
3-Test de sensibilité aux antibiotiques : antibiogramme	Erreur ! Signet non défini.1
4-Méthode de diffusion en disque : aromatoigramme	Erreur ! Signet non défini.
Conclusion.....	46

Références bibliographiques

Annexes

Résumé

Dans le domaine des anti-infectieux, la découverte de nouvelles substances est le but de l'homme depuis toujours, car la cause principale des décès autrefois était les maladies infectieuses. Avec la découverte des antibiotiques, l'homme a cru avoir gagné la bataille contre les bactéries pathogènes. Cependant, le retour vers le naturel est devenu indispensable. Ces dernières années, plusieurs raisons ont mené au rétablissement de l'usage des plantes médicinales. Elles sont d'abord d'un coût inférieur aux médicaments de synthèse, aussi bien qu'elles arrivent à un moment où le public est désillusionné devant la médecine moderne, laquelle en effet il n'a plus trouvé remède à tous les maux, en plus de se buter à une résistance accrue des agents pathogènes et à une panoplie d'effets secondaires liés à l'usage des médicaments traditionnels [01].

En effet, depuis longtemps, l'homme utilisa les plantes pour se nourrir et pour traiter diverses maladies. Ces plantes peuvent représenter une nouvelle source de composés actifs. Un grand nombre de plantes, aromatiques et médicinales possèdent des propriétés biologiques très intéressantes. Cependant, une étude scientifique des propriétés phytothérapeutique demeure une tâche très intéressante et utile, en particulier pour les plantes d'une utilisation rare ou moins fréquentes ou non connues dans la médecine traditionnelle [02].

Les activités biologiques de ces plantes résident principalement dans leur richesse en métabolites secondaires. Ces derniers représentent une variété très large de composés organiques sans fonction directe dans la croissance et le développement des plantes.

Il existe plusieurs groupes de ces métabolites d'origine végétale telle que les saponines, les tanins, les flavonoïdes et les huiles essentielles (HE). Chaque groupe de ces derniers regroupe un ensemble de molécules qui possèdent des activités particulières.

Les huiles essentielles représentent un groupe très intéressant. Elles sont dotées de propriétés antimicrobiennes et anti-oxydantes les rendant intéressants comme nouveaux produits, ou comme des alternatifs naturels pouvant remplacer les molécules synthétiques doués des mêmes propriétés [01].

Ce travail vise à étudier l'activité antibactérienne des HE extraites de *Lavandula officinalis* sur la croissance *in vitro* de quelques bactéries impliquées dans différentes pathologies infectieuses : *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*.

Notre étude est subdivisée en deux parties :

- Une partie bibliographique sur les plantes médicinales, la plante utilisée, les antibiotiques et les bactéries potentiellement pathogènes.
- Une partie expérimentale dans laquelle nous avons testé l'effet antibactérien de cette huile sur les souches choisies.

1- Définition :

Les plantes sont dites médicinales, lorsqu'un de leurs organes possède des activités pharmacologiques, pouvant conduire à des emplois thérapeutiques. On n'utilise généralement qu'une partie de la plante (les racines, les feuilles, les fleurs, les graines..), la plus riche en principe actif. Fraîche ou desséchée cette partie est appelée drogue végétale ou tout simplement drogue [03].

2- Historique :

Les plantes médicinales ont été employées pendant des siècles comme remèdes pour les maladies humaines, car elles contiennent des composants de valeurs thérapeutiques (richesse du métabolite secondaire) [04].

Cependant, l'homme n'a découvert les vertus bénéfiques des plantes que par une approche progressive, facilitée par l'organisation des rapports sociaux en particulier à partir du néolithique. L'observation liée à l'expérience et la transmission des informations glanées au cours du temps font que certains hommes deviennent capables de poser un diagnostic, de retrouver la plante qui soigne et finalement de guérir la maladie.

4000 ans avant J.C., les populations babyloniennes et sumériennes utilisaient les plantes pour se soigner : 600 tablettes d'argiles mentionnèrent 1000 plantes pour leurs vertus curatives et plus 800 remèdes ont été décrits par les Egyptiens.

Le premier livre de matière médicale, le Shen Nung Ben Cao jing («traité des plantes médicinales de l'empereur Shen Nung»), fut rédigé vers 2900 avant J.C.

Les grands médecins grecs, dont le plus célèbre est Hippocrate utilisaient couramment les narcotiques, les laxatifs ou des émétiques (vomitifs).

Théophraste classa les plantes dans son ouvrage *Historia plantarum*.

A l'apogée de l'empire arabe (dont les frontières allaient de l'Inde à l'Espagne), tous les documents écrits furent réunis à Bagdad dans la plus grande bibliothèque de l'époque (entre le 7^e et 9^e siècle). Ibn al Baytar (1197-1248) rédigea le très complet *Sommes des Simples* : Ce livre contenait une liste de 1400 préparations et plantes médicinales dont un millier étaient connus des auteurs grecs.

Dans les civilisations chinoise indienne (médecine ayurvédique) ou aztèque, on retrouve également la trace d'utilisations très anciennes des plantes médicinales [05].

3- L'origine des plantes médicinales :

Les plantes médicinales sont subdivisées en deux groupes :

3-1- Plantes de cueillette :

Ce sont des plantes spontanées, récoltées pour certains de leurs effets thérapeutiques reconnues par les pharmacopées traditionnelles mais celles-ci présentent un certain nombre d'inconvénients :

- Dispersion géographique.
- Irrégularité de croissance, qualité inégale et quantité insuffisante, ainsi qu'une récolte insuffisante nécessitant une main d'œuvre abondante et qualifiée [06].

3-2- Plantes de culture :

Ce sont des plantes de cueillettes cultivées par des techniques agricoles. Ces cultures de plantes médicinales offrent de nombreux avantages :

- Matière première abondante, homogène et de bonne qualité "possibilité d'amélioration".
- Récolte aisée, souvent mécanisée.
- Frais de mains d'œuvre réduits.
- Traitement du matériel végétal au voisinage des champs de cultures évitant l'altération des principes actifs.
- Risque très faibles de substitution ou de falsification.

Quelque soit l'origine des plantes "cueillette ou culture", il est important de faire une identification botanique des espèces de plantes choisies ainsi qu'une vérification de leurs propriétés thérapeutiques supposées, pour éviter tout effet indésirable de ces plantes [07] [08].

4- Les composants des plantes médicinales :

La capacité d'un remède à base de plantes d'influencer les fonctions du corps humain est due à ses différents composants. Il s'agit la plupart du temps de produits du métabolisme de la plante qui, d'un point de vue chimique, peuvent appartenir aux groupes

de substances les plus variés. Nous vous présentons ci-après les composants les plus importants des plantes médicinales.

Or, ce n'est que récemment que les éléments actifs à l'origine des actions thérapeutiques des plantes ont été isolés et étudiés. Il est indispensable de connaître la composition des plantes pour comprendre comment elles agissent sur l'organisme.

Des principes actifs se trouvent dans toutes les parties de la plante, mais de manière inégale. Et tous les principes actifs d'une même plante n'ont pas les mêmes propriétés [09] [10].

4-1- Huiles essentielles :

Les huiles essentielles végétales sont des composés volatils, oléagineux, dans la plupart des cas à la senteur aromatique, qui peuvent avoir une action très variée. Certaines possèdent ainsi des vertus anti-inflammatoires, tandis que d'autre sont antispasmodiques, diurétiques ou expectorantes ; Il existe également des huiles essentielles qui peuvent provoquer des irritations cutanées lorsqu'on les utilise de façon externe mais stimulent ainsi la circulation sanguine dans la zone traitée. On extrait en général les huiles essentielles par distillation à la vapeur d'eau [09].

4-2- Flavonoïdes :

Les flavonoïdes, présents dans la plupart des plantes, sont des pigments polyphénoliques qui contribuent, entre autres, à colorer les fleurs et les fruits en jaune ou en blanc. Ils ont un important champ d'action et possèdent de nombreuses vertus médicinales. Antioxydants, ils sont particulièrement actifs dans le maintien d'une bonne circulation. Certain flavonoïdes ont aussi des propriétés anti-inflammatoires et antivirales, et des effets producteurs sur le foie [10].

4-3- Alcaloïdes :

Les alcaloïdes sont des composés organiques azotés, qui doivent leur activité pharmacologique au groupe aminé qu'ils contiennent en permanence.

Certains sont des médicaments connus qui ont des vertus thérapeutiques avérées. C'est le cas d'un dérivé de la pervenche de Madagascar employé pour traiter certains types de cancer.

D'autres alcaloïdes, comme l'atropine, présente dans la belladone, ont une action directe sur le corps : Activité sédatrice, effets sur les troubles nerveux (maladie de Parkinson) [09] [10].

4-4- Tanins :

Les tanins, ou acides tanniques, sont des composés organiques complexes présents dans pratiquement toutes les plantes à des concentrations diverses. Ils sont souvent contenus dans l'écorce ou dans les feuilles, ce qui leur donne un goût piquant désagréable et les rend immangeables pour le bétail. Les tanins sont des composants polyphénolique qui contractent les tissus en liant les protéines et en les précipitant d'où leur emploi pour « tanner » les peaux, ils stoppent les hémorragies et luttent contre les infections. Les plantes riches en tanins sont utilisées pour retendre les tissus souples et drainer les sécrétions excessives comme dans les diarrhées pour réparer les tissus endommagés par un eczéma ou une brûlure.

On utilise le tanin comme réactif chimique et, en médecine, comme astringent et comme contre poison. Il existe deux types de tanins:

- Les tanins hydrolysables
- Les tanins condensés ou pro-anthocyaniques [09] [11].

4-5- Saponines :

Principaux constituants de nombreuses plantes médicinales, les saponines sont des glucosides contenus dans les plantes qui doivent leur nom au fait qu'elles moussent lors qu'on les mélange avec de l'eau. Il existe deux groupes différents de saponines : Les saponines tri-terpènes et les saponines stéroïdes. La structure chimique des stéroïdes est similaire à celle de nombreuses hormones humaines (œstrogène, cortisone), et de nombreuses plantes qui en contiennent ont un effet sur l'activité hormonale. Les saponines tri-terpènes sont souvent des expectorants très puissants, C'est-à-dire des substances qui facilitent l'évacuation des sécrétions des voies respiratoires et des bronches [09] [10].

4-6- Phénols :

Les phénols, caractérisés par leur structure en anneau, comprennent notamment l'acide salicylique, à partir duquel la célèbre aspirine a été développée. Les phénols étaient

autrefois utilisés pour désinfecter les blessures, mais à hautes doses ils peuvent provoquer de fortes irritations cutanées [09].

4-7- Minéraux :

Certaines plantes médicinales contiennent également beaucoup de minéraux, c'est-à-dire des substances inorganiques qui sont nécessaires à la construction des tissus protecteurs, à la synthèse des enzymes et au bon fonctionnement du système nerveux [09].

4-8- Glucosides :

Les glucosides sont des composés organiques. Comme ils ont souvent des actions différentes, ils sont répartis en divers sous-groupes dont le plus important est représenté par les glucosides cardiotoniques utilisés pour augmenter l'activité cardiaque lorsqu'elle est insuffisante. Ils ont en générale aussi des propriétés diurétique ce qui entraîne une diminution des liquides dans les tissus et fait ainsi baisser la pression artérielle [09].

4-9- Mucilages :

Sont des produits de la polymérisation de nombreux sucres dont certains peuvent être modifiés (exemple l'acide uronique qui est un polysaccharide hétérogène). Les mucilages ont la propriété de gonfler dans l'eau [12]. On les utilise comme :

- **Laxatifs mécaniques à effet de lest** : Ils augmentent le volume des selles [12].
- **Adoucissants de la gorge** : Ils déposent une couche protectrice sur les muqueuses [12].

5- Domaines d'application des plantes médicinales :

Les substances naturelles issues de végétaux ont des intérêts multiples mis à profit dans l'industrie : En alimentation, en cosmétologie et en pharmacie. Parmi ces composés on retrouve dans une grande mesure les métabolites secondaires qui se sont surtout illustrés en thérapeutique. La pharmacie utilise encore une forte proportion de médicaments d'origine végétale et la recherche trouve chez les plantes de nouvelles molécules actives, ou des matières premières pour la semi- synthèse.

Il y a en effet un réveil vers un intérêt progressif dans l'utilisation des plantes médicinales dans les pays développés comme dans les pays en voie de développement, parce que les

herbes fines guérissent sans effet secondaire défavorable. Ainsi, une recherche de nouvelles drogues est un choix normal [08] [13].

5-1- En médecine :

En tant que médicament pour l'homme :

- En urologie, dermatologie, dans les gastrites aiguës, toux, ulcères d'estomac, comme laxatifs, somnifères [14].
- Système cardiovasculaire, exemple : Flavocoe est un médicament constitué par la flavone ; en combinaison avec la rutine et l'isoquercétine, il constitue un traitement efficace contre l'athérosclérose [15].
- Drogues immunostimulantes, antispasmodiques et anti-inflammatoires exemple : *Malaleuca alternifolia* [14].
- Contre le diabète, exemple : *Allium sativum*, *Azadirachta indica* [16].
- Les maladies de stress. Les plantes ont des activités antioxydantes, exemple : Le thé noir, le thé vert et le cacao sont riches en composés phénoliques, parmi lesquels la théaflavine, le resvératrol, le gallate et l'épigallocatechine procyanidine sont très étudiés en raison de leur rôle en tant qu'agent chémopréventifs basés sur leurs capacités antioxydantes. D'excellentes capacités à inhiber les réactions oxydatives ont été mises en évidence pour les huiles essentielles de romarin, sauge, thym, origan, sarriette, clou de girofle, gingembre et curcuma [17] [18].
- Activité antimicrobienne, antivirale, antiparasitaire: Depuis longtemps, les produits naturels de plantes ont joué un rôle important dans la découverte de nouveaux agents thérapeutiques exemple: La quinine obtenue à partir du quinquina "*Cinchona pubescens*" a été employée avec succès pour traiter la malaria, l'arbre de thé (*Malaleuca alternifolia*) est renommé pour ses propriétés: Antibactériennes, anti-infectieuses, antifongiques et antivirales [19] [14].

5-2- En agriculture : Exemple : L'arbre *Azadirachta indica*, se développe dans tout le subcontinent indien, est une des plantes médicinales les plus importantes en Bangladesh. Ses huiles ont des utilisations dans l'agriculture ; dans le contrôle de divers insectes et nématodes (vers parasites) [16].

6- Phytothérapie :

Le mot phytothérapie provient de 2 mots grecs qui signifient essentiellement «soigner avec les plantes ».

La phytothérapie désigne la médecine basée sur les extraits de plantes et les principes actifs naturels. On peut la distinguer en trois types de pratiques :

- Une pratique traditionnelle, parfois très ancienne basée sur l'utilisation de plantes selon les vertus découvertes empiriquement. Selon l'OMS, cette phytothérapie est considérée comme une médecine traditionnelle et encore massivement employée dans certains pays dont les pays en voie de développement. C'est une médecine parallèle du fait de l'absence d'étude chimique et biologique.
- Une pratique basée sur les avancées scientifiques et la recherche des principes actifs des plantes. Cette phytothérapie est assimilée aux médicaments et selon les pays suit les mêmes réglementations. On parle alors de pharmacognosie.
- Une pratique de prophylaxie déjà utilisée dans l'antiquité. Nous sommes tous phytothérapeutes sans le savoir : C'est notamment le cas dans la cuisine, avec l'usage de la ciboulette, de l'ail, du thym, du gingembre ou simplement du thé vert ... une alimentation équilibrée et contenant certains éléments actifs étant une phytothérapie prophylactique [20].

6-1- Les modes de préparation en phytothérapie:

Dans les préparations, la composition d'un remède peut réunir différentes plantes. La tisane, le Cataplasme appliqué directement sur la peau, le sirop, les solutions alcoolisées ou aqueuses, les essences et les huiles sont les formes les plus courantes de remèdes.

Nous évoquerons ici les principales formes galéniques disponibles et leurs origines de fabrications [21].

6-1-1- Les tisanes :

Généralement, on utilise des plantes sèches. Les tisanes sont obtenues par macération, digestion, infusion ou décoction en utilisant de l'eau [21].

6-1-2- Les poudres :

Préparées par pulvérisation suivie d'un tamisage, les poudres de plantes entrent directement dans la composition des gélules mais servent aussi à la fabrication d'autres formes galéniques comme les extraits et les teintures [21].

6-1-3- Les extraits :

Les extraits sont obtenus en traitant la plante dans une solution vaporisable (éther, eau, alcool,...) par divers procédés d'extraction (macération, digestion, infusion) puis en évaporant ces solutions jusqu'à obtenir une consistance fluide, molle ou sèche. On les classe donc selon leurs consistances [21].

6-1-4- Les teintures :

Elles sont obtenues à partir de poudres végétales sèches et leur titre alcoolique varie selon le type de drogue. Il peut être à 60° (principes actifs très solubles), à 70° ou 90° à 80° (exemple : Produits résineux et huiles volatiles) [21].

6-1-5- Les alcoolats :

Ils sont obtenus par distillation des principes volatils de substances végétales au contact de l'alcool. Ils sont toujours incolores et inaltérables mais il faut les conserver dans des flacons bien bouchés [21].

6-1-6- Les huiles essentielles :

Elles se présentent sous deux formes :

- Les HE solides, aussi appelées «camphres d'essence».
- Les HE liquides naturelles ou après dissolution.

Les HE officinales s'obtiennent par entraînement à la vapeur d'eau ou par expression ou par incision [21].

7- Aromathérapie :

Du grec «aroma» qui signifie odeur et «therapia» qui signifie soin, l'aromathérapie est une méthode de soin naturel par les «odeurs». Les civilisations les plus anciennes ont utilisé les plantes aromatiques dans un but thérapeutique.

C'est une méthode de soin par les huiles essentielles. Utilisées seules ou diluées dans des huiles végétales pures et naturelles, elles permettent de rééquilibrer l'organisme physiquement et psychiquement [22].

7-1- Les huiles essentielles :

7-1-1- Définition :

Les huiles essentielles, appelées communément « essences », constituent l'ensemble des substances odorantes volatiles présentes dans les végétaux, leur volatilité les oppose aux huiles fixes qui sont des lipides.

Ce sont des mélanges des constituants plus ou moins complexes, et se présentent généralement sous forme liquide. Elles correspondent à des mélanges de composés apolaires, odorants, de nature généralement terpénique (exemple : Menthol) ou dérivés du phényl-propane (exemple: Aldéhydecinnamique). Elles sont employées dans l'aromathérapie, dans un cadre réglementaire parfois strict [23].

7-1-2- Biochimie des huiles essentielles :

Une huile essentielle peut contenir 50 à 100 éléments biochimiques différents, parfois 300 comme chez la lavande vraie. On peut déterminer la composition des huiles essentielles par la chromatographie en phase gazeuse ou le spectromètre de masse. La chromatographie est la plus utilisée car elle permet en même temps de préciser les vertus thérapeutiques de l'huile, son origine, sa spécificité ainsi que sa pureté. De plus, elle permet de faire une analyse complète de plus d'une centaine des molécules chimiques que contient l'huile. Le spectromètre de masse, que l'on associe souvent à la chromatographie, permet lui d'obtenir la composition précise de l'huile essentielle [24].

Bien qu'une huile essentielle contienne un grand nombre d'éléments biochimiques, les plus fréquemment rencontrés sont les alcools, les cétones, les aldéhydes terpéniques, les esters, les éthers et les terpènes (Voir **Tableau 01**) :

Tableau 01: Les principaux composés des HE avec leurs caractéristiques [25].

Nom de l'élément biochimique	Caractéristiques	Quelques produits possédant ces éléments.
Les acides	<ul style="list-style-type: none"> -Anti-inflammatoires très puissants. -Agissent en calmants du système nerveux. 	On trouve surtout dans le clou de girofle et le genévrier.
Les aldéhydes	<ul style="list-style-type: none"> -Intermédiaires entre alcools et cétones. -Anti-inflammatoires. -Calmants du système nerveux. -Anti-infectieux. Peuvent irriter les muqueuses et la peau. 	On en trouve dans le citron, la mélisse, la verveine des indes, la coriandre douce, la cannelle de chine.
Les cétones	<ul style="list-style-type: none"> -Anti-inflammatoires. -Anti-infectieux. -Stimulent le système immunitaire à faible dose. -Anti-coagulantes, cicatrisantes, Lipolytiques (fonte des graisses), calmantes. A forte dose peuvent être neurotoxiques. 	On en trouve dans l'absinthe, la camomille noble, le fenouil, le romarin officinal, l'eucalyptus mentholé.
Les coumarines	<ul style="list-style-type: none"> Neuro- sédatives (calamantes pour le système nerveux). -Anti-coagulantes. Les furo coumarines peuvent provoquer des taches brunes sur la peau exposée au soleil. Les pyranno- coumarines peuvent endommager le foie suivant les doses. 	On trouve les coumarines dans l'angélique, le céleri, l'oranger doux et amer...

Les éthers	<p>Ont une action antispasmodique. Effet antalgique. Rééquilibrant nerveux (antidépresseur psychique). Inversion des effets si les doses sont trop fortes.</p>	<p>On en trouve dans l'anis étoilé, l'estragon, le basilic, la rose de damas.</p>
Les esters	<p>Antispasmodiques. Rééquilibrant nerveux. Anti-arythmiques. On en utilise souvent car présentent peu de dangers.</p>	<p>On en trouve dans le lavandin, la lavande officinale, le géranium rose...</p>
Les mono-terpènes	<p>Stimulants du système immunitaire. Ont des propriétés antiseptiques. Antalgiques à action percutanée. Action révulsive sur la peau donc utiles en cas de douleur localisée. Peuvent occasionner des brûlures importantes sur la peau donc leur action doit être limitée dans le temps.</p>	<p>On en trouve dans le thym, le cyprès, la sauge officinale...</p>
Les monoterpénols	<p>Action contre les microbes, les champignons, les virus et les bactéries. stimule le système nerveux. Ne brûlent pas la peau et ne sont pas toxique pour le foie donc, ils sont à usage courant.</p>	<p>On en trouve dans le bois de rose, la camomille noble, l'eucalyptus, le lavandin, la marjolaine, les menthes</p>

7-1-3- Extraction des huiles essentielles :

Les huiles essentielles sont obtenues des épices, herbes aromatiques, fruits, feuilles ou fleurs. Elles s'extraient par distillation (hydrodistillation simple ou distillation à vapeur

saturée), pression, enfleurage ou au moyen d'un solvant, selon la partie de la plante utilisée et la fragilité de l'huile. La méthode pratiquée est très importante pour rapporter une huile essentielle capable de produire la saveur et l'odeur de la plante la plus naturelle, avec un changement chimique minimal des composés présents dans l'huile obtenue [26] [27] [28].

Voici les techniques d'extractions les plus utilisées :

- **L'hydrodistillation :**

Cette technique est facile à réaliser. La partie de la plante contenant la molécule à extraire est placée dans un ballon avec de l'eau et quelques pierres ponce pour assurer le brassage de la solution. En chauffant, l'eau s'évapore entraînant avec elle les molécules aromatiques. L'eau se condense en passant par le réfrigérant, elle est ensuite récupérée dans un erlenmeyer où on distingue clairement deux phases: Une phase aqueuse et une phase organique. Ces deux phases sont transférées dans une ampoule à décanter afin d'éliminer l'eau. Il ne restera alors que l'huile essentiel [29].

- **Extraction par solvants organiques :**

L'hydrodistillation n'est pas efficace avec certains végétaux tels que la rose, le narcisse ou encore le mimosa, ce qui poussa des chercheurs à mettre au point de nouvelles méthodes d'extraction des huiles essentielles. Ainsi, dès le XVIIIème siècle, des tentatives ont été menées en utilisant un solvant : L'éther. Cependant, cette technique fut rapidement abandonnée à cause des coûts trop élevés de production et des risques d'explosions liés au solvant. Au XIXème siècle, les chercheurs optèrent pour l'hexane et le benzène en raison de leur grand pouvoir de solubilisation et de leur volatilité [30].

7-1-4- Les principales propriétés des huiles essentielles :

Les huiles essentielles possèdent de nombreuses propriétés.

- **Anti-infectieuses :**

- Antibactériennes :

Les molécules aromatiques possédant l'activité antibactérienne la plus importante sont les phénols contenus par exemple dans l'huile essentielle du clou de girofle [31].

- 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. Nous pouvons citer l'huile essentielle de ravintsara, l'huile essentielle de bois de Hô, ou l'huile essentielle de cannelle de Ceylan [31].

- Antiparasitaires :

Les molécules aromatiques possédant des phénols ont une action puissante contre les parasites. Le thym à linalol, la sarriette des montagnes sont d'excellentes huiles essentielles antiparasitaires [31].

- Antiseptiques :

Les propriétés antiseptiques et désinfectantes sont souvent retrouvées dans les huiles essentielles possédant des fonctions aldéhydes ou des terpènes comme l'huile essentielle d'*Eucalyptus radiata* [31].

- Insecticides :

Certaines huiles essentielles sont insectifuges ou insecticides comme celles possédant des fonctions aldéhydes comme le citronnellal contenu dans l'eucalyptus citronné ou la citronnelle [31].

• **Anti-inflammatoires :**

Les huiles essentielles possédant des aldéhydes ont des propriétés actives contre l'inflammation par voie interne comme l'huile essentielle de gingembre [31].

• **Régulatrices du système nerveux :**

- Antispasmodiques :

Les huiles essentielles possédant des esters ou des éthers possèdent une action sur les spasmes des muscles lisses ou striés comme l'huile essentielle d'hélichryse [32].

- Calmantes, anxiolytiques :

Les aldéhydes type citrals contenu par exemple dans l'huile essentielle de mélisse ou celle de verveine citronnée favorisent la détente et le sommeil [32].

- Analgésiques, antalgiques :

Les huiles essentielles les plus connues pour leur action antalgiques sont les huiles essentielles d'eucalyptus citronné, de gingembre, de lavande vraie [32].

• **Drainantes respiratoires :**

- Expectorantes :

Les huiles essentielles riches en oxyde (1, 8 cinéole) comme l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* ou de Romarin agissent sur les glandes bronchiques et sur les cils de la muqueuse bronchique [32].

- Fluidifiantes :

Les huiles essentielles possédant des cétones (comme la verbénone contenu dans l'huile essentielle de romarin) ont une action mucolytique en dissolvant les sécrétions accumulées au niveau de la muqueuse [32].

• **Digestives :**

Les huiles essentielles de cumin (avec la molécule de cuminal), d'anis étoilé ou par exemple d'estragon ont une action digestive et apéritive. Elles permettent la stimulation de la sécrétion des sucs digestifs. L'huile essentielle de menthe poivrée atténue les nausées [32].

• **Cicatrisantes :**

Les huiles essentielles cicatrisantes sont les huiles essentielles de ciste (*Cistus ladaniferus*), de lavande vraie (*Lavandula vera*), d'immortelle (*Helichrysum italicum*), de myrrhe (*Commiphora myrrha*). On utilise souvent un mélange de plusieurs huiles essentielles cicatrisantes avec une huile végétale comme l'huile d'amande douce [32].

1- Généralités sur le genre *Lavandula* :

1-1- Historique:

Le genre *Lavandula* est connu depuis l'antiquité. Originaires de la Perse et des îles Canaries, les anciens semblent avoir décelé très tôt ses vertus médicinales.

La lavande a une longue histoire en usage médicinal, beaucoup de variétés sont cultivées autour du monde mais au moins cinq espèces différentes sont employées en médecine. Elle a été employée par les Romains et l'Afrique du nord pour parfumer les bains et entretenir le linge. L'armée romaine l'utilisait comme désinfectant. On dit que les égyptiens employaient la fleur de lavande dans le processus de momification. Dans la médecine chinoise traditionnelle, la lavande a été utilisée pour traiter l'infertilité, l'infection, l'angoisse et la fièvre. La médecine arabe l'employait pour les problèmes des reins et comme stomachique.

Au Moyen Âge, ses pouvoirs désinfectants étaient reconnus et on en faisait des fumigations et des emplâtres destinés à combattre la peste, d'ailleurs Hildegarde de Bingen vantait ses vertus antiseptiques et dépuratives. Pour Matthioli, la lavande est une panacée, elle traite les spasmes du cerveau, les convulsions et les paralysies, elle conforte l'estomac, délivre le foie et la rate, chauffe la matrice et provoque les règles dit-il.

Dans la même époque, cette plante fut utilisée pour la composition de parfums et de médicaments.

Au XVII^e siècle, la lavande fut reconnue pour guérir, outre les maladies nerveuses, les affections coliques et les catarrhes pulmonaires.

Au XVIII^e siècle, on la dénomme la plante céphalique (pour soulager les maux de tête) [33].

1-2- Principales espèces:

Comme de nombreuses plantes aromatiques (thym, sarriette, origan, menthe, sauge...), le genre *lavandula* se compose d'environ 39 espèces indigènes des îles atlantiques, de l'Inde de la région méditerranéenne, du Moyen-Orient, de l'Afrique du Nord et occidentale.

Ces espèces divisées en plusieurs sous espèces. Cette multiplicité est sans doute due aux

facultés d'adaptation et d'hybridation de cette plante. On peut les classer en 2 principales espèces de lavande: La lavande vraie ou officinale ou fine (*Lavandula angustifolia* ou *Lavandula officinalis*, *Lavandula Vera*): Est l'espèce la plus prisée grâce à la qualité de l'huile essentielle qu'elle fournit. Son parfum est plus odorant par rapport aux autres espèces.

Il existe également une autre espèce qui est la lavande aspic ou lavande sauvage (*Lavandula Spica* ou *Lavandula latifolia*) [11].

2- *Lavandula officinalis* :

2-1- Etymologie:

Lavandula officinalis ou *Lavandula angustifolia* à été découverte par Linné, l'etymologie de lavande vient du latin «lavare» qui signifie laver.

L'adjectif « Angustifolia » vient du latin « angustus » qui signifie « étroite » et de « folia » ou « folium » qui désigne la feuille [34].

2-2- Description :

La lavande est un arbrisseau vivace et aromatique, à souche ligneuse, courte, rameuse, originaire du bassin méditerranéen et pouvant atteindre 1m de hauteur.

- La lavande présente une racine pivotante, à rameaux dressés.
- Les tiges de la lavande font de 20 à 50 centimètres. Elles sont rameuses dès la base, allongées, grêles, blanchâtres et touffus.
- Les feuilles sont opposées, lancéolées, linéaires, aiguës, persistantes, aromatique, velues, de couleur gris-vert et mesurant 3 à 5cm de long.
- La floraison a lieu durant l'été. Les fleurs sont mauves à bleu violacées et sont portées par des tiges florifères en épi terminal très odorants.
- Les fruits sont des akènes, renferme une graine noirâtre [34].

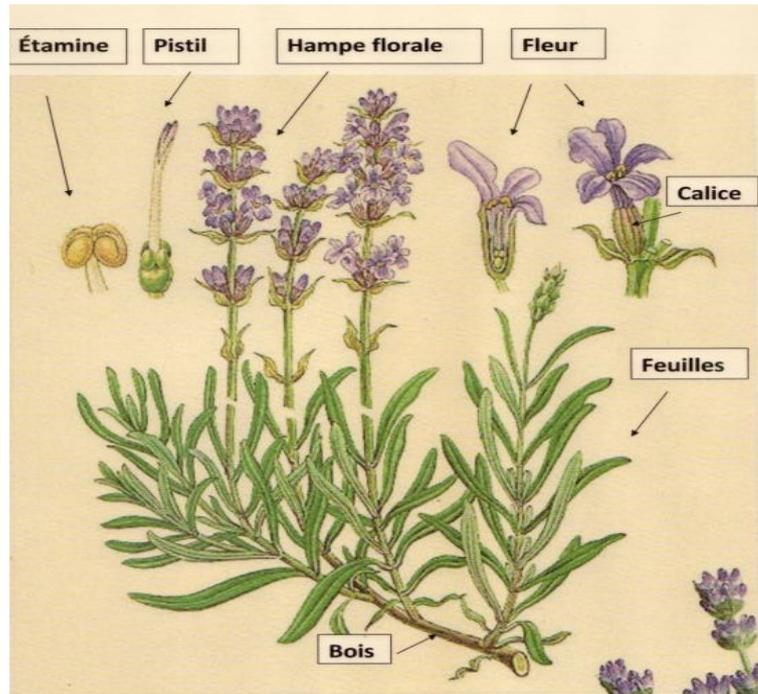


Figure 01: *Lavandula officinalis* [34].

2-3- Classification :

- Règne: Plantes
- Sous règne: Plantes vasculaires
- Classe: Dicotyledones
- Sous classe : Dialypétales
- Ordre: Lamiales (Labiales)
- Famille: Lamiaceae
- Genre: *Lavandula*
- Espèce : *Lavandula officinalis* [34].

2-4- Composition :

La lavande vraie renferme 0,5 à 3% d'huile essentielle, dans laquelle on trouve :

- Acétate de linalyle (40 à 50%)
- Linalol (30 à 40%), en partie libre et en partie combiné avec l'acide acétique, butyrique et valériannique.
- Géraniol, Pinène, Acides-phénols, Bornéol, Cinéol, Ethylamylcétone (elle donne l'odeur de la lavande).

On trouve également dans les sommités fleuries les substances, telles que : Coumarines, flavonoïdes, tanins [33].

2-5- Habitat:

La lavande officinale aime les sols secs et bien drainés, avec un bon ensoleillement. Son habitat de prédilection se situe à une altitude de 900 à 1600m [10].

2-6- Culture:

Ces plantes se plaisent au soleil, dans un sol fertile, bien drainé, indifféremment acide ou calcaire. La rusticité varie selon les espèces, mais la plupart sont assez rustiques, pour peu que leurs pousses s'aoutent bien lors d'un automne chaud. La plante est multipliée par semis ou bouturage en été. Elles peuvent être plantées en haies ou de manière isolée [34].

2-7- Récolte:

La récolte se fait pendant la floraison, de fin juin jusqu'au mois d'août, pour les lavandes vraies, La récolte a lieu en été car les fortes chaleurs favorisent la montée de l'essence dans les cellules et les glandes sécrétrices de la fleur. Les brins sont plus odoriférants si récoltés juste avant l'ouverture des fleurs. Après, l'essentiel de l'arôme se perd [33].

2-8- Domaines d'applications et intérêt en aromathérapie:

La production d'essences aromatiques par les plantes a un grand intérêt économique. Les vertus et applications des huiles essentielles (HE) de lavandes sont décrites dans des ouvrages depuis l'antiquité et le moyen âge.

La lavande est également employée en herboristerie, en aromathérapie et est considérée comme une plante médicinale pour l'action de son huile. En effet, celle-ci est utilisée pour soigner des plaies, les dépressions, la fatigue, l'hypertension, stimuler l'appétit, contre les affections du colon, soulager les maux de tête et brûlures superficielles et présente des effets sédatifs, antibactériens, antifongiques, antidépressifs et anti-inflammatoires.

Les propriétés médicinales et le parfum des huiles essentielles de lavandes sont

principalement attribués aux composés organiques volatils de la famille des terpènes. Ce sont les monoterpènes et les sesquiterpènes qui donnent à la lavande son parfum caractéristique et à ces huiles leurs propriétés [35].

2-9- Toxicité:

La lavande est dans tous les cas déconseillée aux femmes enceintes ou allaitantes, car elle fait tarir la lactation. La substance majoritairement toxique est le linalol, la plupart des lamiacées sont excitantes voire convulsivantes par utilisation abusive (présence de menthol). Les huiles essentielles sont des concentrées de principes actifs, c'est ce qui leurs donnent leur efficacité mais aussi leur toxicité si elles sont utilisées à mauvais escient ou en surdosage. A forte dose, l'essence de lavande est stupéfiante. Certaines personnes sont allergiques aux lavandes (crise d'asthme, eczéma.) [33].

1- Les antibiotiques :

1-1- Définition :

Les antibiotiques sont des substances élaborées par des micro-organismes procaryotes, ou eucaryotes (champignons). Elles peuvent également être des substances synthétiques. Elles sont bactériostatiques ou bactéricides à dose faible. Leurs cibles d'activité sont des structures moléculaires spécifiquement bactériennes. Elles ont donc une toxicité sélective pour les cellules procaryotes et une toxicité relativement faible pour les cellules eucaryotes [36].

1-2- Historique :

L'usage des antibiotiques a augmenté l'espérance de vie moyenne d'une quinzaine d'années. La découverte des antibiotiques a constitué donc un événement majeur dans l'histoire de la médecine.

Le terme d'antibiose créé par **Vuillemin** (France) en 1889. Il rend compte de l'idée d'utiliser ces substances en médecine pour lutter contre les maladies bactériennes.

En 1928, **Fleming** (Grande-Bretagne) observa l'inhibition de culture d'un staphylocoque par un champignon ayant accidentellement contaminé le milieu sur lequel il s'est développé. Il émit l'hypothèse que le champignon (qui est un *Penicillium*) élabore une substance bactéricide qu'il nomma pénicilline. Cependant, il fallut attendre 1941 pour que la pénicilline soit employée en thérapeutique. En 1932, **Domagk** avait découvert les propriétés bactéricides d'un sulfamide utilisé dans l'industrie des teintures. Ce sulfamide put être administré à l'homme par voie générale et fut alors utilisé pour traiter des septicémies.

En 1948, **Waksman** découvrait la streptomycine, premier antibiotique de la famille des aminosides qui avait un spectre d'activité très large incluant le bacille de la tuberculose.

Depuis 1941, on s'acharne à la recherche de nouveaux antibiotiques élaborés par des micro-organismes (*Penicillium*, *Bacillus*, *Actinomyces* etc...). Mais on tente également d'obtenir des antibiotiques par synthèse. Les quinolones sont les antibiotiques synthétiques les plus récemment découverts (1965). Jusqu'à présent, la mise sur le marché d'un nouvel antibiotique a toujours été suivie de l'émergence de souches résistantes [36].

1-3- Les grands groupes d'antibiotiques :

On connaît actuellement environ 10 000 molécules ayant une activité antibiotique, mais une centaine d'entre-elles seulement est utilisée en médecine. Ces molécules ont des structures chimiques très variées qui conditionnent leur mécanisme d'action, leur toxicité et leur pharmacologie.

Les antibiotiques sont regroupés en familles dans lesquelles les différents produits ont une communauté de structure chimique et un mécanisme d'action identiques (ces deux propriétés étant souvent liées). Les antibiotiques actuellement utilisés en médecine sont regroupés en 10 familles : Les β -lactamines, les aminosides, les phénicoles, les cyclines, les macrolides, les lincosamines, les synergistines, les polypeptides, les glycopeptides et les quinolones. Un certain nombre de produits orphelins comme les rifamycines et la fosfomycine doivent être ajoutés à cette liste.

À l'intérieur d'une famille, les produits peuvent être regroupés selon leur spectre d'activité (ensemble de bactéries sensibles à l'antibiotique considéré). Ils peuvent aussi être regroupés en fonction des modifications successives qui ont été apportées à leur structure chimique, pour améliorer leur spectre d'activité ou leur pharmacologie ; On parle alors de « générations d'antibiotiques » [36].

1-4- Mode action des antibiotiques :

Les antibiotiques agissent à l'échelon moléculaire au niveau d'une ou plusieurs étapes métaboliques indispensables à la vie de la bactérie (Voir **Tableau 02**).

Tableau 02: Sites d'action des différentes familles d'antibiotiques [37].

Site d'action	Famille/Molécule	Action	Effet
Paroi	β -Lactamine : Pénicilines, Céphalosporines	Bactéricide	Inhibition de l'assemblage de peptidoglycane
	Glycopeptide (vancomycine)	Bactéricide	
Ribosome	Aminosides	Bactéricide	Inhibition de la

(petite sous-unité)	Tétracyclines	Bactériostatique	synthèse protéique
Ribosome (grande sous-unité)	Chloramphénicol	Bactériostatique	Inhibition de la synthèse protéique
	Macrolides	Bactériostatique	
	Lincosamides	Bactériostatique	
ADN	Quinolones	Bactéricide	Inhibition de l'ADN gyrase
	Nitro-imadazolés	Bactéricide	Altération de l'ADN
Voie métabolique	Sulfamides	Bactériostatique	Altération de la voie des folates
	Triméthoprim	Bactéricide	

1-5- Résistance des bactéries aux antibiotiques :

Une espèce bactérienne peut être résistante à un antibiotique, du fait de sa structure cellulaire ou de son métabolisme. On parle alors de résistance naturelle ou constitutionnelle et la souche est qualifiée de sauvage car non modifiée. Les bactéries peuvent également acquérir des moyens nouveaux pour résister à l'action de tel ou tel antibiotique. On parle alors de résistances acquises.

Les propriétés de résistance sont génétiquement déterminées par des gènes de résistance naturels ou acquis. Ces gènes ne s'expriment que lorsque les conditions de l'environnement (*in vivo* ou *in vitro*) le permettent. L'un des rôles du bactériologiste qui étudie une souche isolée chez un malade, est de recenser toutes les résistances qu'est capable d'exprimer cette souche, c'est-à-dire ses gènes de résistance, soit en les détectant directement, soit en détectant leur expression phénotypique [36].

1-6- Mécanismes biochimiques de résistance :

La figure 02 représente quelques mécanismes de résistance. C'est-à-dire les modifications cellulaires et moléculaires qui rendent une bactérie résistante.

Trois groupes de mécanismes de résistance sont classiquement décrits :

- 1- La production d'enzymes détruisant les antibiotiques (exemple des β -lactamases).
- 2- La modification de la cible biochimique de l'antibiotique la rendant inapte à fixer

l'antibiotique (exemple de la résistance aux quinolones).

3- Une imperméabilité à l'antibiotique qui ne peut plus atteindre sa cible (modification des porines).

Ces mécanismes peuvent exister dans les souches sauvages, ils confèrent alors une résistance naturelle. Ils peuvent également apparaître chez une souche naturellement sensible grâce à des variations génétiques qui font émerger des gènes de résistance. Une même souche peut héberger plusieurs gènes de résistance [36].

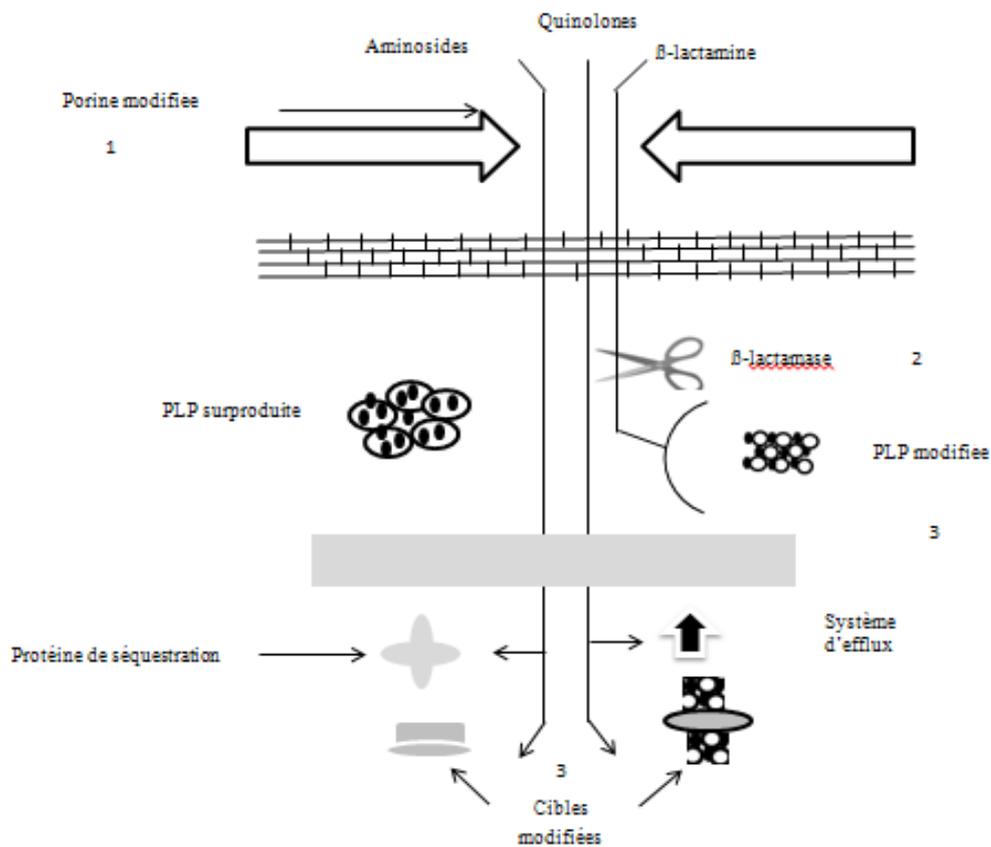


Figure 02 : Quelques mécanismes de résistance des bactéries aux antibiotiques [36].

- 1) Les porines modifiées ne laissent plus passer l'antibiotique.
- 2) Des β -lactamases détruisent (ciseaux) les β -lactamines.
- 3) Les PLP, les protéines ribosomales ou l'ADN gyrase, modifiées ne sont plus capables de fixer l'antibiotiques [36].

2- Généralités sur quelques bactéries potentiellement pathogènes:

2-1- *Staphylococcus aureus* :

2-1-1- Caractères bactériologiques :

- **Caractères morphologiques :**

Le *Staphylococcus aureus* est l'espèce la plus pathogène du genre *Staphylococcus*. Ces cellules bactériennes ont la forme de coques Gram positif, regroupés en amas, mesurant de 0,8 à 1 µm. Sur les cultures en milieu solide, il se dispose en « grappe de raisin », alors qu'en milieu liquide il est souvent isolé, en diplocoque. Il est immobile, non sporulé et ne possède pas de capsule visible au microscope optique sauf pour de très rares souches. D'autres souches, formant des colonies mucoïdes, sont entourées d'une pseudocapsule [38].

- **Caractères cultureux et identification :**

Après culture de 24 heures sur gélose nutritive, le *Staphylococcus aureus* donne des colonies produisant en générale un pigment doré. Il pousse et fermente le mannitol sur milieu Chapman, faisant virer le rouge du phénol au jaune. Ce milieu contient une concentration de 7,5% de NaCl qui inhibe la plupart des autres germes. Ce qui caractérise le mieux l'espèce *aureus* c'est la production d'une staphylo-coagulase, enzyme facile à mettre en évidence au laboratoire [36]. (Voir **Tableau 03**).

Tableau 03: Caractères distinctifs des *Staphylococcus aureus* [36].

	S. aureus	S. non aureus
Aspect des colonies	Pigment doré	blanches
Milieu de Chapman	Acidification (jaune)	Pas d'acidification (rouge)
Staphylo-coagulose	Positive	Négative

- **Caractères métaboliques et physiologiques :**

S. aureus possède une catalase mais pas d'oxydase. Il est actif sur les hydrates de carbone : Le glucose est utilisé en anaérobiose et aérobie ainsi que le mannitol. De

nombreux autres sucres sont utilisés. D'autres caractères peuvent être recherchés : Indole -, acétoïne +, uréase +, réduction du tellurite de potassium, des nitrates en nitrites et production d'ammoniaque à partir de l'arginine [38].

2-1-2- Classification :

- Domaine: Bacteria
- Phylum: Firmicutes
- Classe: Bacilli
- Ordre: Bacillales
- Famille: Staphylococcaceae
- Genre: *Staphylococcus*
- Espèce: *Staphylococcus aureus* [38].

2-1-3- Habitat et mode de transmission :

S. aureus est un germe ubiquitaire, retrouvé dans le sol, l'air et l'eau. C'est un commensal de la peau et des muqueuses de l'homme. On le trouve à l'état normal dans l'oropharynx, les fosses nasales, dans les selles, au niveau du périnée ou des aisselles.

En milieu hospitalier, un malade peut développer une infection à partir des bactéries de sa propre flore ou être contaminé par transmission manuportée à l'occasion des soins. *S. aureus* est un agent majeur d'infections nosocomiales.

Un aliment faiblement contaminé lors de sa préparation peut, s'il a été conservé à température ambiante, permettre la multiplication d'une souche produisant de l'entérotoxine et être responsable d'une toxi-infection alimentaire collective (TIAC) [36].

2-1-4- Pouvoir pathogène :

Son pouvoir pathogène résulte de plusieurs sécrétions particulières :

- Des enzymes : Coagulase, désoxyribonucléase thermostable, fibrinolysine, hyaluronidase, gélatinase, lipase. Ces enzymes favorisent l'extension de l'infection dans les tissus.

- Des toxines : Entérotoxines (chez certaines souches) staphylolysines et leucocidines lui confèrent son pouvoir toxique.

Cette souche possède également la capacité de donner des mutants résistants aux antibiotiques et est responsable de lésions suppuratives et nécrotiques s'accompagnant de lésions veineuses. Les lésions staphylococciques apparaissent sous différents aspects cliniques :

- Infections cutanées suppuratives (furuncles, abcès, panaris et anthrax qui évoluent et entraînent des septicémies).
- Infections de la sphère ORL.
- Infections des différents viscères.
- Infections urinaires et génitales.
- Infections respiratoires et pulmonaires.
- Endocardites.
- Intoxications alimentaires dues à l'ingestion de l'entérotoxine préformée dans les aliments.
- Infections bucco-dentaires [36].

2-1-5- Résistance aux antibiotiques :

Le *Staphylococcus aureus* représente un problème majeur de santé, c'est une bactérie multi-résistante, elle est donc difficile à neutraliser. Habituellement résistante aux β -lactamines, *S. aureus* produit des pénicillinases qui ouvrent le cycle β -lactame et inactivent l'antibiotique. Les aminosides peuvent aussi subir des modifications par divers enzymes staphylococciques conférant à cette espèce bactérienne une résistance à la gentamycine, à l'amikacine et à la kanamycine [36]. Cependant, elle reste sensible à certains antibiotiques :

- **Les bêta-lactamines :**

La pénicilline G est très active sur les souches de *S. aureus* non productrices de pénicillinase, mais ces souches sont rares aujourd'hui (< 10%). Les souches productrices d'une pénicillinase redeviennent sensibles à l'amoxicilline en présence d'acide

clavulanique. Les pénicillines semi- synthétiques du groupe M (méthicilline et oxacilline) ne sont pas détruites par la pénicillinase de *S. aureus*. Ce sont d'excellents antibiotiques anti-staphylococciques [36].

- **Les glycopeptides :**

La vancomycines et la teicoplanine sont des antibiotiques de recours pour traiter les septicémies et les endocardites dues à des souches de *S. aureus* multi-résistantes.

Leurs indications sont limitées aux infections mettant en jeu le pronostic vital et pour lesquelles aucune autre antibiothérapie n'est efficace [36].

2-2- *Escherichia coli* :

2-2-1- Caractères bactériologiques :

- **Caractères morphologiques :**

Escherichia coli est l'espèce type des *Enterobacteriaceae*. Ce sont des bacilles Gram négatif qui peuvent être mobiles ou immobiles. Ils ont une respiration de type aérobie – anaérobie.

Les caractères antigéniques de *E. coli* permettent de reconnaître différents sérotypes.

1) Antigène O ou somatique (endotoxine). Il existe environ 160 antigènes O différents. Au moyen d'immunsérums spécifiques de ces antigènes O, il est possible de classer sérologiquement les *E.coli*.

2) Antigène K ou capsulaire. Environ 70 antigènes d'enveloppe différents sont reconnus. La majorité des souches responsables de méningite néonatales possèdent l'antigène K1.

3) Antigène H ou flagellaire. On en connaît 52 types.

Les *E. coli* possèdent aussi à leur surface des fins filaments, les *pili* ou *fimbriae*, qui jouent un rôle dans l'adhérence des bactéries à certaines cellules. Certaines souches de *E. coli* peuvent produire des hémolysines et des entérotoxines qui sont des facteurs de virulence [36].

- **Caractères cultureux :**

E. coli se développe en 24 heures à 37°C sur les milieux gélosés (par exemple gélose nutritive) en donnant de colonies rondes, lisses, à bords réguliers, de 2 à 3 mm de diamètre, non pigmentées sur les milieux lactoses. Les colonies sont généralement lactose

positif. Sur gélose au sang elles peuvent être hémolytiques [38].

2-2-2- Classification :

- Domaine: Bacteria
- Phylum: Proteobacteria
- Classe: Gammaproteobacteria
- Ordre: Enterobacteriales
- Famille: Enterobacteriaceae
- Genre: *Escherichia*
- Espèce: *Escherichia coli* [38].

2-2-3- Habitat :

E. coli est un hôte normal du tube digestif de l'homme et des animaux. Chez l'homme, il est présent à raison de 10^7 à 10^9 bactéries par gramme de selles, densité cependant très inférieur à celle des anaérobies qui constituent la flore dominante.

La présence de *E. coli* dans l'environnement est le témoin d'une contamination fécale. C'est pourquoi on procède systématiquement à sa détection dans les eaux d'alimentation ou de baignades (colimétrie) [36].

2-2-4- Pouvoir pathogène :

- **Infection extra-intestinales :**

E. coli est responsable d'infections diverses :

➤ **Infections urinaires :** La majorité des infections urinaires sont due à *E. coli*.

L'anatomie du bas de l'appareil urinaire féminin permet facilement aux souches de *E. coli* de la flore fécale d'atteindre la vessie par voie ascendante. De plus, certaines souches de *E. coli* sont dotées à leur surface, de structures, les adhésines, qui leur permettent d'adhérer spécifiquement aux épithéliums de l'appareil urinaire [36].

➤ **Infections abdominales :** Ce sont des cholécystites, péritonites ou salpingites [36].

➤ **Infections méningées :** Les méningites néonatales sont souvent graves (80% des souches possèdent l'antigène capsulaire K1) [36].

➤ **Les bactériémies** consécutives à une infection localisée peuvent évoluer vers un choc septique gravissime dû à l'action du lipopolysaccharide (LPS) ou endotoxine [36].

- **Infections intestinales :**

Les diarrhées infectieuses à *E. coli* peuvent revêtir des formes différentes en fonction des facteurs de virulence codés par les gènes hébergés par ces souches. Les mécanismes physio-pathologiques varient selon les pathovars [36].

2-2-5- Sensibilité aux antibiotiques :

Les souches de *E. coli*, notamment celles responsables d'infections observées en pratique de ville, sont restées relativement sensibles à la plupart des antibiotiques actifs sur les bacilles à Gram négatifs. Cependant la résistance aux amino et aux carboxi-pénicillines par production de pénicillinase dépasse 40% des souches. Une partie de ces souches résistent à l'association amoxicilline-acide clavulanique en raison, soit d'une forte production de pénicillinase, soit de la production d'enzymes de type TRI.

Pour les autres antibiotiques, les fréquences de résistance sont faibles à l'exception des sulfamides (50%), des tétracyclines (40%) et du chloramphénicol (25%).

Les souches de *E.coli* sont habituellement sensibles aux aminosides, aux fluoroquinolones, aux céphalosporines de troisième génération et à la fosfomycine, antibiotique utilisable en dose unique pour traiter les infections urinaires non compliquées [36].

2-3-Pseudomonas aeruginosa :

2-3-1- Caractères bactériologiques :

- **Caractères morphologiques :**

Pseudomonas aeruginosa est une bactérie du genre *Pseudomonas*, autrement connue sous le nom de bacille pyocyanique. Ce sont des bacilles à Gram négatif, fins, droit et très mobiles grâce à un flagelle polaire, ils ont une ciliature monotriche et sont

dépourvus de spores et de capsule. Ils apparaissent la plupart du temps isolés ou sous forme de diplobacilles [38].

- **Caractères cultureux :**

Pseudomonas aeruginosa est cultivé facilement sur tous les milieux en aérobie. Cette bactérie croît à 37°C et même à 42°C. La caractéristique fondamentale de cette espèce est la production de pigments spécifiques : Pyoverdine et pyocyanine [36].

2-3-2- Classification :

- Domaine : Bacteria
- Phylum : Proteobacteria
- Classe : Gammaproteobacteria
- Ordre : Pseudomonasales
- Famille : Pseudomonaceae
- Genre : *Pseudomonas*
- Espèce : *Pseudomonas aeruginosa* [38].

2-3-3- Habitat :

C'est une bactérie rependue dans la nature. Elle vit dans l'eau et sur le sol, on la trouve aussi dans l'environnement hospitalier, surtout dans les endroits humides de lavabos, de savons liquides, humidificateur, solution d'antiseptiques (chlorhexidine chlorure de benzelkonium, cétrimide notamment). *Pseudomonas aeruginosa* se trouve dans le tube digestif et plus rarement dans la salive [39].

2-3-4- Pouvoir pathogène :

Pseudomonas aeruginosa est une bactérie typique des infections nosocomiales, les formes de pathologies qu'elle engendre sont diverses :

- Infections pulmonaires.
- Infections uro-génitales.
- Infections ostéo-articulaires.
- Infections oculaires.
- Infections ORL.
- Infections cutanées.
- Infections méningées.
- Endocardites.
- Entérites à bactéries pyocyaniques.
- Septicémies [36].

2-3-5- Résistance aux antibiotiques :

Le *Pseudomonas aeruginosa* est très résistant aux antibiotiques, Il s'adapte rapidement aux attaques médicamenteuses. Cette espèce produit naturellement une céphalosporinase, synthétisée à un faible niveau mais conférant à ces bactéries une résistance naturelle aux céphalosporines. Ce germe est aussi résistant aux aminopénicillines. *P. aeruginosa* exprime d'autre part plusieurs systèmes d'efflux lui procurant la capacité d'expulser les antibiotiques dans le milieu extérieur à la manière d'une pompe en utilisant l'énergie du gradient électrochimique de la membrane plasmique, ce qui explique sa résistance innée à de nombreux antibiotiques [36].

1- Matériel :

1-1- Matériel végétal :

Le but de notre travail est de tester l'effet antibactérien d'une huile essentielle de lavande officinale (*Lavandula officinalis*). Pour cela, nous avons choisi d'extraire cette huile à partir des feuilles de la plante.

- **Identification :**

L'identification botanique de la lavande a été faite par Dr Zaafour youcef (Université de Badji Moukhtar, Département de Biologie- Annaba).

- **Origine géographique :**

Les feuilles de la plante étudiée, ont été récoltées fraîchement de l'université du 08 mai 1945 (wilaya de Guelma), en décembre 2012.

1-2- Les espèces bactériennes étudiées :

Dans notre étude, nous avons utilisé les espèces bactériennes suivantes :
Deux souches à Gram négatif : *Escherichia coli* ATCC 25922 et *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 et une autre de Gram positif : *Staphylococcus aureus* ATCC 25923.

1-3- Milieux de culture utilisés :

Suivant les techniques employées et les souches étudiées, les milieux de culture utilisés sont suivants :

- Gélose de Muller Hinton (MH) : Est reconnue par tous les experts comme étant le milieu de référence pour l'étude de la sensibilité des germes aux antibiotiques et toutes autres substances qui possèdent une activité antimicrobienne comme les huiles essentielles (annexe1).
- Gélose Chapman : La gélose Chapman est le milieu sélectif des bactéries halophiles, c'est un milieu semi-synthétique. Il est utilisé pour l'isolement des *Staphylococcus* (annexe1).
- Gélose Mac conkey : Est un milieu sélectif pour l'isolement des bactéries bacille Gram négatif (annexe1).
- Gélose King A : Le milieu de King A permet la détection de la synthèse de pyocyanine, pigment élaboré spécifiquement par *Pseudomonas aeruginosa* (bacille pyocyanique) (annexe1).

2- Méthodes:

2-1- Séchage et conservation des feuilles de *Lavandula officinalis* :

Les feuilles cueillies ont été lavées et laissées sécher à l'ombre dans un endroit sec et aéré. Devenues sèches, une quantité de ces feuilles a été émietée et une autre réduite en poudre. Elles ont été récupérées par la suite dans des bocaux hermétiques à l'abri de la lumière pour éviter la détérioration de leurs principes actifs.

2-2- Tests préliminaires de la composition chimique :

2-2-1- Alcaloïdes :

10g de la poudre de plante sont mélangés avec quelques millilitres de HCL à 1 % dans un récipient. Après une demi-heure de macération, le mélange est filtré avec un papier filtre. Au filtrat obtenu, on additionne quelques gouttes de réactif de Mayer (5g de KI + 1,358g de HgCl₂ solubilisés dans 100 ml d'eau distillé).

L'apparition d'un précipité blanc jaunâtre indique la présence des alcaloïdes [40].

2-2-2- Flavonoïdes :

Macérer 10g de la poudre sèche dans 150 ml d'une solution d'HCl diluée à 1% pendant 24h, filtrer et procéder au test suivant : Prendre 10 ml du filtrat, le rendre basique par l'ajout d'une goutte de NH₄OH.

Un test positif est révélé par l'apparition d'une couleur jaune dans la partie supérieure de tube à essai [41].

2-2-3- Tanins :

A 10g de la plante sèche, on ajoute une solution hydro- alcoolique de C₂H₅OH. Le mélange est filtré. On additionne au filtrat quelques gouttes d'une solution aqueuse FeCl₃.

L'apparition d'une couleur verte confirme la présence des tanins [42].

2-2-4- Saponosides :

On introduit dans une fiole renfermant 80 ml d'eau distillée bouillante, 2g de poudre. On maintient le mélange à l'ébullition modérée pendant 30 min, puis on filtre. Après refroidissement, on agite le filtrat verticalement.

L'apparition d'une mousse qui dure quelques instants indique la présence des saponosides [42].

2-2-5-Mucilages:

A 1 ml de la solution à analyser, on ajoute 5ml d'alcool absolu (éthanol à 95%). L'apparition de précipités floconneux montre la présence de mucilage [40].

2-2-6- Stérols et terpènes :

Dissoudre 5g de la poudre, dans 210 ml d'éther de pétrole. Filtrer puis évaporer (à l'aide d'un rota-vapeur). Le résidu obtenu est dissout dans 0,5 ml d'acide acétique et ensuite dans 0,5 ml de CHCl_3 . Les deux solutions sont transférées dans un tube essai, puis on ajoute 1 ml d' H_2SO_4 concentré.

La formation d'un cercle marron ou violet indique la présence des stérols et terpènes [40].

2-3- Extraction de l'huile essentielle de *Lavandula officinalis* :

L'huile essentielle (HE) utilisées dans cette étude a été extraite par hydrodistillation au niveau du laboratoire de Chimie Analytique- Département de Pharmacie, Université Badji Mokhtar Annaba, selon le protocole suivant :

100g des feuilles préalablement séchées et émiettées, ont été mises dans un ballon avec une quantité d'eau distillée et par la suite posé sur une chauffe ballon.

A ébullition pendant 3 heures, l'huile essentielle s'évapore. Elle sera entraînée vers le réfrigérant ou elle subira une condensation donnant naissance à deux phases : Une phase organique et une phase aqueuse. Ces deux dernières seront séparées par décantation.

L'HE obtenue est conservée à une température voisine de 4°C dans un tube en verre ombré, fermé hermétiquement pour la préserver de l'air, de la lumière et des variations de température qui sont des principaux agents de l'altération des HE.



Figure 03: Montage d'hydrodistillation utilisé pour l'extraction de l'huile essentielle.

2-4- Calcul du rendement :

Le rendement en huile essentielle est le rapport de la quantité d'huile essentielle récupérée sur la quantité de la plante qui a été traitée par hydrodistillation, il est exprimé en pourcentage et calculé par la formule suivante : $R = \frac{Pb}{Pa} \times 100$ [43].

R : Rendement de l'huile essentielle.

Pb : Quantité de l'huile essentielle récupérée en gramme.

Pa : Quantité de la plante utilisée en gramme.

2-5- Etude de l'activité antibactérienne :

2-5-1- L'antibiogramme :

Le but de la réalisation d'un antibiogramme est de prédire la sensibilité d'un germe à un ou plusieurs antibiotiques dans une optique essentiellement thérapeutique. Il sert également :

- À la surveillance épidémiologique de la résistance bactérienne.
- À l'identification bactérienne par la mise en évidence de résistances naturelles.

La sensibilité aux antibiotiques a été étudiée par la méthode de diffusion en milieu solide (par dépôt de disques d'antibiotiques) qui permet de déterminer la sensibilité des bactéries à croissance rapide vis-à-vis d'une gamme d'antibiotiques [44].

- **Choix des antibiotiques utilisés :**

Selon la recommandation du Comité de l'Antibiogramme de la Société Française de Microbiologie (CASFM), le choix des antibiotiques testés sur les différentes espèces bactériennes isolées, repose d'une part, sur l'identification du genre et son profil habituel vis-à-vis des antibiotiques et d'autre part sur le spectre d'activité de chaque antibiotique [44].

- **Mode opératoire :**

- **Préparation de l'inoculum :**

Pour avoir des colonies jeunes de 18 heures, chaque souche étudiée, a été repiquée sur son milieu de culture approprié [*Escherichia coli* (Mac conkey), *Staphylococcus aureus* (Chapman), *Pseudomonas aeruginosa* (King A)]. Après croissance bactériennes, une colonie bien déterminée de chaque espèce bactérienne a été prélevée à l'aide d'une pipette pasteur stérile et introduite dans un tube stérile contenant de l'eau physiologique stérile (0,9% NaCl). La suspension bactérienne doit être trouble pour être appliquée à l'antibiogramme.

- **Ensemencement :**

L'ensemencement se fait par la méthode de Kirby-Bauer (2004), par écouvillonnage selon les étapes suivantes :

- Plonger un écouvillon stérile dans une suspension bactérienne et laisser s'imbiber.
- Le sortir du tube en l'essorant doucement sur la paroi.
- Ensemencer la boîte de Muller-Hinton dont l'épaisseur de la gélose est de 4 mm, en frottant l'écouvillon sur sa surface et en tournant la boîte 3 fois de 60° afin d'assurer une bonne distribution de l'inoculum.
- Laisser sécher les boîtes pendant 15 à 20 min.

- **Application des disques :**

Les disques ont été appliqués à l'aide d'une pince préalablement flambée (6 disques d'antibiotiques par boîte). Une fois appliquée le disque ne doit pas être déplacé.

- Incuber les boîtes à l'étuve à 37°C pendant 18 à 24 heures.

NB: Six différents types d'antibiotiques ont été utilisés dans l'antibiogramme (Voir **Tableau 04**):

Pour *E. coli*. Nous avons utilisé quatre disques de: Chloramphénicol, de Lincomycine, de Vancomycine et enfin de Pénicilline.

Pour *S. aureus*, nous avons utilisé que trois: Erythromycine, Vancomycine et enfin la Pénicilline.

Pour *P. aeruginosa*, nous avons utilisé quatre antibiotiques: Tétracycline, Nitroxoline, Vancomycine et enfin la Lincomycine.

Cette différence du nombre et du type d'antibiotique dans les trois boîtes d'antibiogramme (correspondant aux trois souches étudiées) utilisées est due au manque de disponibilité.

➤ **Lecture :**

Pour chaque souche, et pour chaque antibiotique :

- Mesurer avec précision en millimètre le diamètre de la zone d'inhibition.
- Les résultats de l'antibiogramme indiquent alors si la bactérie est sensible (S), intermédiaire (I) ou résistante (R) à l'antibiotique. (Voir **Tableau 04**)

Tableau 04: Valeurs critiques des zones d'inhibition dues aux antibiotiques (CASFM, 2009).

Familles des ATB	ATB testés	Sigle de disque	Charge de disque	Diamètre critiques (mm)	
				Sensible	Résistants
β-lactamines	Pénicilline	P	6µg	≥ 29	< 18
Tétracyclines	Tétracycline	TE	30µg	≥ 19	<17
Glycopeptides	Vancomycine	VAN	30µg	≥ 17	-
Lincosamides	Lincomycine	L	10µg	≥ 21	<17
Macrolides	Erythromycine	E	15 µg	≥ 22	< 17
Quinoléines	Nitroxoline	NTX	30µg	≥ 30	< 12
Phenicols	Chloramphénicol	C	30µg	≥ 23	<19

2-5-2- Méthode de diffusion en disque : L'aromatogramme

Cette méthode a le même principe que l'antibiogramme, sauf que les disques à antibiotiques sont remplacés par d'autres, imprégnés d'huile essentielle et l'activité de notre huile sera évaluée par la mesure du diamètre d'inhibition autour des disques.

• **Mode opératoire :**

➤ **Préparation de l'inoculum :**

L'inoculum a été préparé à partir d'une culture jeune de 18 heures, de la même manière qu'a été préparé celui de l'antibiogramme.

➤ Préparation des disques :

Des disques stériles de papier wathman de 6mm de diamètre ont été imprégnés d'huile essentielle de *Lavandula officinalis*.

➤ Ensemencement :

- Le milieu Mueller-Hinton a été fondu puis refroidi, il a été ensuite coulé en boîtes de pétri à une épaisseur de 4 mm.
- Après solidification, la surface de la gélose a étéensemencée avec une suspension de la souche bactérienne par écouvillonnage.
- Les disques de papier wathman préalablement imprégnés d'huile essentielle ont été placés à la surface des boîtes de pétri ensemencées.
- Des disques vierges ont été également placés à la surface des milieux ensemencés en guise de témoins.
- Incubation à 37° pendant 24 h.

➤ Lecture :

L'expression du résultat se fait par mesure du diamètre de la zone d'inhibition, représentée par une auréole formée autour du disque et qui est signe d'absence de toute croissance bactérienne.

Une échelle d'estimation de l'activité antibactérienne est donnée par Mutai et al. [45]. En comparant les diamètres des zones d'inhibitions (D), à cette échelle, on peut classer l'activité de l'huile essentielle en :

- Très fortement inhibitrice : $D \geq 30$ mm
- Fortement inhibitrice : $21 \text{ mm} \leq D \leq 29$ mm
- Modérément inhibitrice : $16 \text{ mm} \leq D \leq 20$ mm
- Légèrement inhibitrice : $11 \text{ mm} \leq D \leq 16$ mm
- Non inhibitrice : $D \leq 10$ mm

1- Tests préliminaires de la composition chimique :

Les résultats du screening chimique des feuilles de la lavande sont illustrés dans le tableau suivant :

Tableau 05 : Screening phytochimique de *Lavandula officinalis* (la lavande).

Composé	Alcaloïdes	Flavonoïdes	Tanins	Stérols et terpènes	Mucilages	Saponosides
Observation	+	++	++	++	+	+

(-) : Absence, (+) : Présence en faible quantité, (++) : Présence en quantité importante.

Les tests de la composition chimique réalisés sur la poudre des feuilles de la lavande nous ont permis en premier d'identifier les principaux groupes chimiques présents dans cette plante à travers les réactions de caractérisation qui révèlent la présence plus ou moins importante de tous les principes actifs (Voir **Tableau 05**) : Flavonoïdes, tanins, stérols et terpènes, alcaloïdes, saponosides et mucilages avec une prédominance des tanins, des flavonoïdes et des stérols et terpènes.

2- Rendement de l'huile essentielle de *Lavandula officinalis*:

Après avoir extrait par hydrodistillation une huile essentielle, des feuilles sèches et émiettées de la lavande officinale (100g), nous avons obtenu un rendement en huile essentielle égale à 1.68 %.

Il est connu que la quantité et le contenu biochimique d'une huile essentielle extraite des fleurs, feuilles...diffère de manière significative selon la saison (le climat), la maturation de la plante et la quantité de la drogue utilisée (partie de la plante utilisé) dans l'extraction. Il est également connu que le rendement varie selon la nature du matériel végétal employé pour l'extraction (feuilles, fleurs..), la méthode d'extraction mais également l'origine de la plante [46].

3- Test de sensibilité aux antibiotiques : antibiogramme

Les résultats de l'antibiogramme testés sur les souches de référence *E.coli*, *S. aureus* et *P. aeruginosa* sont représentés dans la figure 04 et le tableau 06 suivant:

Tableau 06 : Les zones d'inhibition des antibiotiques testés sur les trois souches étudiées.

Souches	ATB	Abréviations	Les zones d'inhibition en mm	résultats
<i>Escherichia. coli</i>	Chloramphénicol	C30	32	Sensible
	Lincomycin	L10	15	Résistante
	Vancomycin	VA30	12	Résistante
	Pénicilline	P	Aucune zone	Résistante
<i>Staphylococcus. aureu</i>	Erythromycine	E15	27	Sensible
	Vancomycin	VA30	20	Sensible
	Pénicilline	P	Aucune zone	Résistante
<i>Pseudomonas. aeruginosa</i>	Tétracycline	TE 30	15	Résistante
	Nitroxoline	NTX 30	13	Intermédiaire
	Vancomycin	VA 30	17	Sensible
	Lincomycin	L10	Aucune zone	Résistante

Selon ces résultats, en remarque que :

Les trois souches étudiées *E. coli*, *S. aureus* et *P. aeruginosa* sont sensible à certains antibiotiques et résistantes à d'autres :

- Les deux bactéries, *S. aureus* et *P. aeruginosa* présentent une sensibilité à la Vancomycine (VA30) et de plus grande résultat est attribué à *S. aureus* avec un diamètre d'inhibition égale à 20mm. Quant à *E. coli*, elle présente une résistance face à cet antibiotique.

- *E. coli* et *P. aeruginosa* sont toutes deux résistantes à la Lincomycine (L10) et *E. coli* et *S. aureus* à la Pénicilline (P). Ces deux dernières sont respectivement sensibles au Chloramphénicol (C30) et à l'Erythromycine (E15).

- Enfin, *P. aeruginosa* est résistante à la Tétracycline (TE 30) et a une sensibilité intermédiaire vis à vis du Nitroxoline (NTX 30).

Les antibiotiques utilisés, appartiennent à des familles différentes : β -Lactamines, Glycopéptides, Lincosamides et Phénicolés.

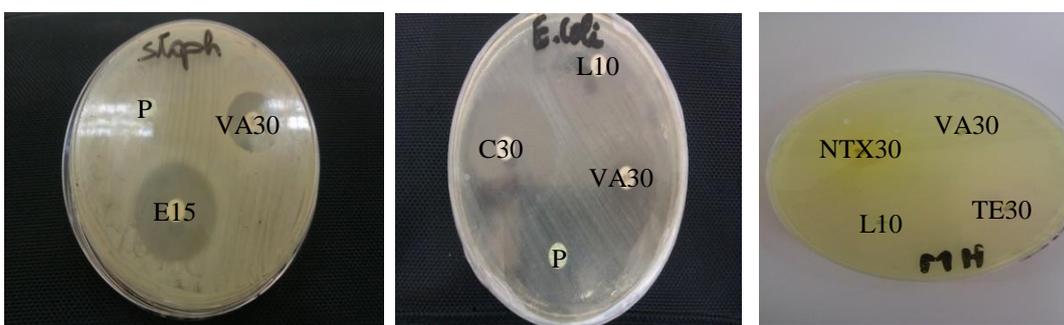
Les méthodes de défense bactérienne vis-à-vis des antibiotiques sont multiples. Elles varient d'une famille d'antibiotiques à une autre. Le mécanisme de résistance hétérogène à

la Vancomycine est lié à un épaissement de la paroi bactérienne qui piège les glycopéptides dans les couches superficielles en les empêchant d'atteindre la membrane cytoplasmique où le peptidoglycane est synthétisé [47].

Le mode le plus fréquent des résistances aux Lincosamides résulte par la production d'une enzyme d'origine plasmidique qui modifie la cible ribosomale par méthylation [48].

La résistance aux β -lactamines est engendrée par l'acquisition de plasmides qui portent des gènes de résistance à cette famille ou encore par la production de l'enzyme β -lactamases qui inactive la pénicilline en hydrolysant le noyau bêta-lactamine [49].

La résistance aux tétracyclines est due soit à un mécanisme d'efflux par une protéine membranaire codée par les gènes *tetK* ou *tetL* d'origine plasmidique soit une protection de la cible par une protéine codée par le gène transposable *tetM* [50].



Staphylococcus. aureus

Escherichia. coli

Pseudomonas. aeruginosa

Figure 04: L'antibiogramme testé sur les trois souches étudiées.

4-Méthode de diffusion en disque : aromatoigramme

L'évaluation du test de l'activité antibactérienne in vitro de l'huile essentielle brute de *Lavandula officinalis* a montré qu':

E. coli a été la plus sensible à cette huile avec un diamètre d'inhibition de 40mm, suivit de *S. aureus* avec un diamètre de 26mm tandis que *P. aeruginosa* n'a montré aucune sensibilité vis à vis de cette dernière (Voir **Figure05** et **Tableau07**).

Tableau 07: Les diamètres des zones d'inhibition de l'huile essentielles de *Lavandula officinalis*.

Souches	Huiles essentielles	
	Diamètres en mm	Résultats
<i>Escherichia. coli</i>	40 mm	Sensible
<i>Staphylococcus. aureus</i>	26 mm	Sensible
<i>Pseudomonas. aeruginosa</i>	6mm	Résistante

Ces résultats concordent avec ceux de Chu et Kemper (2001), qui ont testé l'activité antibactérienne de l'HE d'une autre espèce de lavande: *Lavandula stoechas*. Cependant , ils sont divergents par rapport aux résultats trouvés par Gören et al. (2002) qui parlent d'une bonne activité antimicrobienne de *L. stoechas* vis à vis de *S. aureus* et une faible activité vis à vis d'*E.coli* [51] [52].

En comparant l'effet antibactérien de l'huile essentielle de la lavande, à celui des antibiotiques testés sur la même souche (Voir **Tableau06** et **Tableau07**), on constate que: Pour *E. coli* : Le diamètre de la zone d'inhibition de l'huile essentielle (40mm) est largement supérieur à celui du plus grand diamètre d'inhibition de l'antibiogramme et qui est représenté par le Chloramphénicol (32mm). De là , on conclut qu' *E.coli* présente une sensibilité à l'huile essentielle largement supérieure aux antibiotiques testés.

L'inhibition de *Staphylococcus aureus* due à l'HE, est presque semblable à celle provoquée par l'Erythromycine. Elle est légèrement inférieure (zone d'inhibition de l'huile essentielle =26mm et celle de l'E15=27mm). Mais pour le même antibiogramme, elle est largement supérieure à la Vancomycine (zone d'inhibition de l'huile essentielle =26mm et celle de la VA30=20mm). On conclut donc, que l'effet antibactérien de l'huile essentielle face à *S. aureus* est bien meilleur que celui des antibiotiques testés.

Enfin, *P. aeruginosa*, n'a présenté aucune sensibilité à l'HE , contrairement aux antibiotiques testés : La Vancomycine (zone d'inhibition =17mm) et la Nitroxoline (13mm). On pense que les raisons qui font que cette bactérie soit résistante à l'HE sont les mêmes qui font d'elle, une souche multi résistante aux agents biocides. Cette dernière

possède une pseudo capsule hydrophile (membrane interne) qui empêche les substances hydrophobes (HE) de pénétrer [53].



Staphylococcus. aureus

Escherichia. coli

Pseudomonas. aeruginosa

Figure 05: Zones d'inhibition obtenues par la méthode de diffusion par disque.

L'action inhibitrice et bactéricide des HE est due à leur richesse en molécules actives. En effet, Les HE sont des métabolites secondaires produites naturellement par les plantes. Elles possèdent une activité antimicrobienne très intense. L'HE de *Lavandula officinalis* est de composition complexe. Elle contient majoritairement des monoterpènes et plusieurs composés minoritaires [54].

L'activité antibactérienne des HE est liée à plusieurs mécanismes à la fois, cependant la plupart sont attribués à l'interaction des composants des HE avec la membrane cellulaire. Les HE sont constituées de molécules lipophiles capable de pénétrer la double couche phospholipidique, leur accumulation entre les phospholipides entraîne alors un changement de conformation et un mauvais fonctionnement de la membrane cellulaire, perturbant ainsi le transport membranaires des substances nutritives. Les HE peuvent aussi perturber le gradient ionique de part et d'autre de la membrane cytoplasmique ce qui diminue la stabilité membranaire et perturbe aussi le transport membranaire [53] [55].

Les effets secondaires de certains médicaments synthétiques et l'inefficacité de certains, contre les germes (acquisition des résistances) ont conduit à la recherche de nouvelles substances antimicrobiennes purement naturelles.

Les plantes médicinales représentent une source inépuisable de substances et composés naturels bioactifs. Les HE sont des métabolites secondaires produites naturellement par de nombreuses plantes aromatiques.

Notre étude a permis de mettre en évidence l'activité antibactérienne de l'HE de *Lavandula officinalis* pour les trois souches suivantes: *Escherichia coli* ATCC 25922, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 et *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853.

Il a été remarqué que cette HE présente une activité inhibitrice sur les deux souches étudiées : *Escherichia coli* ATCC 25922 et *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 qui est généralement supérieure à celle des antibiotiques utilisés.

Ceci signifie que les plantes médicinales peuvent avec des recherches poussées et intensives substituer et avec succès aux antibiotiques.

Perspectives :

Si ce travail a permis de mettre en évidence les propriétés antibactériennes de l'HE de la lavande officinale, il est intéressant d'envisager dans un proche avenir de :

- Déterminer les différents composants de l'HE de la lavande, en utilisant la CPG couplée à une spectrométrie de masse.
- Purifier le ou les principes actifs de cette huile et tester individuellement leur effet antibactérien mais également la synergie des différentes combinaisons de ces derniers.
- Mettre en évidence les mécanismes d'action des principes actifs de l'HE.
- Tester l'activité antibactérienne des dilutions de cette HE, sachant qu'il existe des substances agissant à faible dose.
- Déterminer la CMI et CMB de l'HE de la lavande.
- Élargir l'échantillonnage (le nombre de souches testées et les antibiotiques testés).
- Refaire l'aromatogramme plusieurs fois pour s'assurer des résultats.
- Utiliser d'autres méthodes de l'aromatogramme et comparer les résultats.

[01]: **Stanier RY., Doudoroff M., Adelberg ED A** (1966). Microbiologie Générale. Masson et Cie Editeurs.

[02]: **Majinda R. R. T., Abegaz B., Bezabih M., Ngadjui B.T., Wanjala C.C. W., Mdee L. K. et al.** (2001). Recent results from natural products research at the University of Botswana. *Pure. Appl. Chem.* 73 (7) :1197-1208p.

[03]: **Bruneton J.** (1999). Pharmacognosie/ Phytochimie/ Plantes médicinales.

[04]: **Astro A., Germano M.P., D'anglo V., Marino A., Cannatelli M.,** (2000). Extraction methods and bioautography for evaluation of medicinal plant antimicrobial activity. *Lettres en microbiologie appliquée.* 30(5): 379p.

[05]: **Fouché J.G., Marquet A., Hambukers A.** (2000). Les plantes médicinales, de la plante au médicament. Observatoire du Monde des Plantes Sart–Tilman.

[06]: **Fournier P.** (1999). Plantes médicinales et vénéneuses de France.

[07]: **Callery., Emma.** (1998). Le grand Livre des herbes « le guide pratique de la culture, du séchage et des vertus de plus de 50 herbes ».

[08]: **Bahrn T.** (1996). Oxygen species scavenging activity of phenolic extracts from hawthorn fresh plant organs and pharmaceutical preparations. *Arzneimittel for schung /Drug.Research.* 46 II (11): 1086-1099p.

[09]: **Dr. Hansw Kothe.** (septembre 2007). 1000 plantes aromatique et médicinales. Toulouse: Edition Terres, 2007. 10-13p

[10]: **Larousse.** Encyclopédie des plantes médicinales identification, preparation, soins Edition 2002. 14-16p.

[11]: **Bruneton Jean.** (1999). Pharmacognosie: phytochimie et plantes médicinales. 3^{ème} édition (TEC&DOC). 1085p.

[12]: **Ledard F., Guinaudeau H.** (1997). Encyclopédie des plantes et leurs propriétés. Algo Vision-

[13]: **Scientific correspondence.** (2003). Broad spectrum antimycotic drug for the treatment of ringworm infection in human beings. 85(1), 30-34p.

[14]: **Svoboda K.P., Hampson J.B.** (1999). Bioactivity of essential oils of selected temperate aromatic Plants: antibacterial, antioxidant, antiinflammatory and other related pharmacological activities. Plant Biology Department, SAC Auchincruive, Ayr.Scotland, UK., KA65HW.

[15]: **Narayana K.R.** (2000). Bioflavonoids Classification, Pharmacological, Biochemical Effects and therapeutic Potentiel. Indian Journal of pharmacology 33:2-13p.

[16]: **Amjad Hossain M.** (2005). Neem Seed oil: Bangladesh, Examples of the Development of pharmaceutical Products from Medicinal Plants. Bangladesh Council of Scientific and Industrial Research (BCSIR) 10:59-63p.

[17]: **Lee K.W., Kim Y.J., Lee C.Y.** (2003). Cocoa Has More Phenolic Phytochemicals and a Higher Antioxydant Capacity than Teas and Red Wine. J Agric Food Chem; 51: 7292-7295p.

[18]: **Cuvelier M.E.** (1996). Antioxidative activity and phenolic composition of pilot – plant and commercial extracts of sage and rosmar. J. Food Sci; 73:645-652p.

[19]: **Dastidar S.G.** (2004). Studies on the antibacterial potentiality of isoflavones. International Journal of Antimicrobial Agents; 23:99-102p.

[20]: **Max Wichd., Bbert.** (2003). Plantes thérapeutiques : Tradition, pratique officinale, science et thérapeutique. Tec & Doc, Lavoisier, Paris.

[21]: **Grosmond G.** (2001). La phytothérapie. Elevage et agriculture biologique. Bulletin des GTV et HS.143-145p

- [22]: **Stang J.** (2006). Larousse médicale. Edition Larousse. 1219p.
- [23]: **D. El Abed., N. Kambouche.** (2003). Les huiles essentielle.Edition: Dar El Badr. 91p.
- [24]: **Naït Saïd N.** (2007). Etude phytochimique des extraits chloroformique d'une plante « Marrubium Vulgare ». Thèse de magister à l'université de Batna. 155p.
- [25]: **Willem J.P.** (2004). Les huiles essentielles, médecine d'avenir. Edition (Tec & Doc). 318p.
- [26]: **Loza-Tavera Herminia.** (1999). Monoterpenes in Essential oils: Biosynthesis and Properties. *Adv. Exp. Med. Biol* 464 :49-62p.
- [27]: **Bremness L.** (1998). Les plantes aromatiques et Médicinales. Bordas Editions.
- [28]: **Bruneton J.** (1999). Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. Techniques et Documentations Lavoisier.
- [29]: **Zhiri A.** (2006). Les huiles essentielles un pouvoir antimicrobien avéré. Nutra News. Science. Nutrition. Prévention et sante. Edité par la Fondation pour libre choix. J. Drug. Target. 12p.
- [30]: **Chakar El Kalamouni.** (2010). Caractérisation chimiques et biologiques d'extraits de plantes aromatiques oubliées de Midi-Pyrénées. 49p.
- [31]: **Purchon N.** (2001). La bible de l'aromathérapie Edition Marabout.
- [32]: **Willem J.P.** (2002). Le guide des huiles essentielles pour vaincre vos problèmes de santé Editions LMV.
- [33]: **Jean, Philippe Zahalaka.** (2009). Les plantes en pharmacie propriétés et utilisation. Édition Douphin. 125p.

[34]: **Geoff Burnie.** Botanique : Encyclopédie de botanique d'horticulture plus de 1000 plantes du monde entier. 512-513p.

[54]: **Benchaar C., Calsamiglia S., Chaves A. V., Fraser G.R., Colombatto D., McAllister T.A. et al.** (2008). Plant –derived essential oils in ruminant nutrition and production. ANIM. FEED. SCI. TECH. 145 :209-228p

[35]: **Chu C. J., Kemper K. J.** (2001). *Lavender (Lavandula spp.)*. Longwood Herbal Task Force. 32p.

[36]: **Jean Louis Fouchère., Jean Loup Avril.** (2002). Bactériologie générale et médicale. Paris Ellipses éditions 2002. 141-239p

[37]: **Singleton P.** (2008). Bactériologie pour la médecine, la biologie et les biotechnologies, 6 éditions Berti. 541p.

[38]: **Léan Le Minor., Michel Véron.** (1989). Bactériologie Médicale. 2^{ème} Édition. 775p

[39]: **Boudjemaa N E., Ben guegua H.** (2010). L'effet Antibactérien de *Nigella sativa*. Mémoire d'ingénieur. Université kasdi merbah-Ouargla. Algérie. 60p.

[40]: **Dohou N., Yamni K., Tahrouch S.** (2003). Screening phytochimique d'une endémique ibéro-Marocaine, *Thymelaea lythroides*. Bull Soc Phrm. Bordeaux; 142:61-78p.

[41]: **Okmu D, E.** (2005). Phytochemicals, vitamins and mineral contents of two Nigerian medicinal plants. Int J Mol Adv Sci; 1(14): 375-381p.

[42]: **Karumi Y., Onyeyili P.A., Ogugbuaja V.O.** (2004). Identification of active principles of *M. balsamina* (balsam Apple) leaf extract. J Med Sci; 4(3):179-182p.

[43]: **Caree P.** (1953). Précis de technologie et de chimie industrielle. T3. Edition. Ballière JB. Et fils.

- [44]: **Burnichon N. et Texier A.** (2003) l'antibiogramme. la détermination des sensibilités au antibiotiques. Des bactériologies.
- [45]: **Mutai C., Bii C., Vagias C., Abatis D., Roussis V.** (2009). Antimicrobial activity of *Acacia mellifera* extracts and lupane triterpenes. *J. Ethnopharmacol.*
- [46]: **Sidi Boulenouar K. et Ziane A.** (2003). Etude phytochimique des huiles essentielles de *Lavandula stoechas* L. et *Lavandula stoechas* L. de la région de Tlemcen. Mémoire pour l'obtention du diplôme d'études supérieur en biologie. Option : Biochimie. Faculté des Sciences.univ.ABB.Tlemcen.
- [47]: **Hiramatsu K., Cui L., Kuroda M. and Ito T.** (2001). The emergence and evolution of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Trends Microbiol.* **9**: 486-493.
- [48] : **Kloos W.E. and Bannerman TL** (1999). *Staphylococcus* and *Micrococcus*. In: Murray PR., Baron EJ., Tenover FC. et Tenover FC, editors. *Manual of Clinical Microbiology*. 7th edition Washington. 271-276p.
- [49]: **Lowy F.D.** (2003). Antimicrobial resistance: the example of *Staphylococcus aureus*. *J Clin Invest.* **111**: 1265-1273.
- [50]: **Bismith R. and Leclercq R.** (2000). *Staphylococcus aureus* et antibiotiques. In : Précis de bactériologie clinique. (ed. Freyney JRF, Hansen W, Bollet C), ESKA, Paris. 611-918.
- [51] : **Chu C., Kemper K. J.** (2001) Lavender (*Lavandula spp*). Longwood Herbal Task Force. 32p
- [52] : **Gören A.C., Topçu G., Bilsela G., Bilsela M., Aydoğmus Z. et Pezzuto J. M.** (2002) The Chemical Constituents and Biological Activity of Essential Oil of *Lavandula stoechas* ssp. *Stoechas*. *Z. Naturforsch.* **57c**, 797-800.
- [53]: **Benchaar C., Calsamiglia S., Chaves A. V., Fraser G.R., Colombatto D., McAllister T.A. et al.** (2008). Plant –derived essential oils in ruminant nutrition and production. *ANIM. FEED. SCI. TECH.* **145** :209-228p

[54]: Satrani B., Abdellah F., Fechtal M., Talbi M., Blaghen M., Chaouch A. (2001). Composition chimique et activité antimicrobienne des huiles essentielles de *Saturja calamintha* et *satureja alpine* du Maroc. *Annales des Falsifications, Expertise Chimique et toxicologique*. 94 : 241-250p

[55]: Sikkema J., Bont J.A.M., Poolman B. (1994). Interaction of cyclic hydrocarbons with biological membranes. *J. Biol. Chem.* 269 : 8022-8028p.

Annexe 01 :

Gélose Chapman (GH):

Composition en g /l

Extrait de viande	01g.
Extrait de levure.....	03g.
Tryptone.....	05g.
Peptone bactériologique.....	10g.
Chlorure de sodium.....	70g.
Mannitol.....	10g.
Rouge de phénol.....	0, 025g.
Agar.....	15g.

PH= 7,4

Gélose Muller Hinton (MH) :

Composition en g /l

Extrait de viande	03g.
Hydrolysate acide de caséine.....	17,5g.
Agar.....	18g.

PH= 7,4

King A :

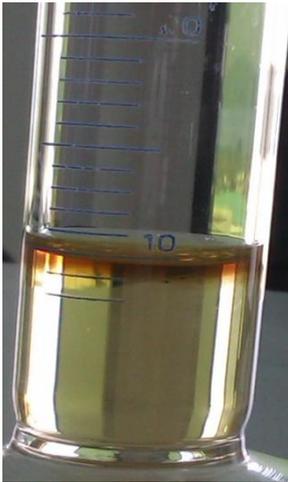
Composition en g /l d'eau distillée

Peptone.....	20g.
Agar purifié.....	12g.
K ₂ SO ₄	10g.
MgCl ₂	1,4g.

Mac konckey :

Peptone pancréatique de gélatine17 g.
Tryptone.....1,5 g.
Peptone pepsique de viande1,5 g.
Lactose10 g.
Sels biliaires.....1,5 g.
Chlorure de sodium.....5 g.
Rouge neutre30 mg.
Cristal violet1 mg.
Agar agar bactériologique.....13,5 g.
PH=7, 1

Annexe 02



Mucilages



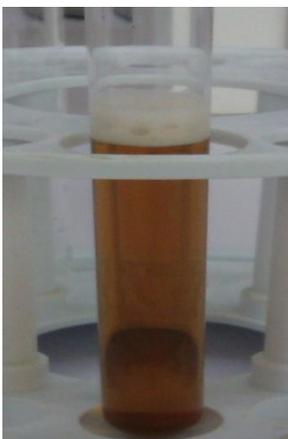
Stéroles et terpènes



Flavonoïdes



Alcaloïdes



Saponosides



Tanins

Figure : Les tests photochimiques de la *Lavandula officinalis*.

Résumé :

Depuis son apparition sur terre, l'homme a découvert l'importante utilité des plantes. Il les employa comme remède efficace contre les maladies qu'il contracta. Avec l'évolution de la science, on a pu, à partir des plantes médicinales, extraire des huiles essentielles pour le traitement de nombreuses pathologies telles que les maladies infectieuses.

Dans ce travail, nous avons étudié l'effet antibactérien de l'huile essentielle de *Lavandula officinalis* vis-à-vis des bactéries suivantes : *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* et *Pseudomonas aeruginosa*.

Le résultat de l'aromatogramme a montré la sensibilité des deux souches *E. coli* et *S. aureus* à cette huile. Il semble que *E. coli* soit la plus sensible avec un diamètre de zone d'inhibition égale à 40 mm. Il a été démontré que l'effet antibactérien des HE est généralement supérieure à celui des antibiotiques testés.

Mots clés : Plantes médicinales, huiles essentielles, antibiotique, *Lavandula officinalis*, activité antibactérienne, phytothérapie, aromathérapie.

Abstract :

Since his appearance on the earth, the man discovered the important utility of the plants as an effective cure of certain diseases which he contracted. These medicinal plants became with the evolution of science the basic way for the treatment of several diseases even like infectious illness.

In this work we studied the antibacterial effect of the oil of *Lavandula officinalis* against the following bacteria : *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* and *Pseudomonas aeruginosa*.

The result of the oil sensitivity test showed, the sensitivity of both *E.coli* and *S. aureus*, to this oil. It seems that *E.coli* is the most sensitive, with an inhibition diameter area equal to 40mm.

It has been demonstrated that the antibacterial effect of essential oil is usually superior to tested antibiotics.

Key words : Medicinal plants, essential oils, antibiotic, *Lavandula officinalis*, antibacterial activity, phototherapy, aromatherapy

المخلص:

منذ تواجد الانسان على سطح الأرض استعمل الأعشاب في علاج الأمراض التي تصيبه. مع تطور العلوم هذه الأعشاب أصبحت مصدر رئيسي في علاج الأمراض و خاصة المعدية.

في دراستنا لمفعول مضاد بكتيريا لزيت نبات الخزامة ضد النمو البكتيري للإشريكية القولونية، المكورات العنقودية الذهبية والزائفة الزنجارية.

و أظهرت نتيجة العلاج بزيت حساسية سلالتين للإشريكية القولونية، المكورات العنقودية الذهبية من هذا الزيت. يبدو أن الإشريكية القولونية هي الأكثر حساسية حيث يبلغ قطر منطقة تثبيط 40مم. وقد ثبت أن تأثير مضاد الجراثيم من الزيوت عموما أكبر من المضادات الحيوية التي تم اختبارها.

مفتاح الكلمات: النباتات الطبية، الزيوت العطرية، المضادات الحيوية، الخزامة، ، النشاط المضاد للبكتيريا.