

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

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

UNIVERSITE 8 MAI 1945 GUELMA
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET SCIENCES DE LA TERRE ET
DE L'UNIVERS
DEPARTEMENT DE SCIENCE DE LA NATURE ET DE LA VIE



Mémoire de Master

Domaine : Sciences 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 de l'huile essentielle de
*Pistacia lentiscus***

Présenté par : BARES Asma
BELABIOD Meryem

Devant le jury composé de :

Président (e) : Mme BEDIQUI Soraya	M.A.A	Université de Guelma
Examineur : Mme RETEM Chahira	M.A.A	Université de Guelma
Encadreur : Melle ZIDI Sourour	M.A.A	Université de Guelma

Juin 2014

REMERCIEMENTS

« La connaissance est la seule chose qui s'accroît lorsqu'on la partage ».

Avant toute chose, nous tenons à remercier Dieu, le tout puissant, pour nous avoir donné la force et la patience.

On tient tout d'abord à remercier notre encadreur, M^{ELLE} ZIDI SOUROUR, Maître assistant au Département d'SNV de l'université du 8 mai 1945, de nous avoir proposé le sujet de ce mémoire et d'avoir bien voulu diriger nos travaux, en nous faisant bénéficier de sa compétence, ses conseils et ses encouragements. Qu'elle trouve ici l'expression de notre profonde gratitude.

Nous voudrions aussi exprimer nos vifs remerciements aux membres du jury qui ont bien voulu juger ce modeste travail :

-Mme Bedioui Soraya, maitre assistante à l'université 8 mai 1945-Guelma-

-Mme Retem Chahira, maitre assistante à l'université 8 mai 1945-Guelma-

On tient à remercier également Mr HADEF.Y, professeur au niveau de la faculté de médecine du département de pharmacie de l'université d'Annaba.

Nous tenons à exprimer notre profonde reconnaissance aux techniciennes du laboratoire de microbiologie, biochimie et immunologie, ainsi qu'aux membres du laboratoire de chimie analytique de la faculté de médecine-département de pharmacie (ANNABA).

Sans oublier nos collègues et amis pour leur soutien et plus précisément ADJROUD Nadjet et NAHEL Meriem pour leur aide et leur sincère amitié.

Merci à tous.

ASMA

MERYEM

Dédicaces

Je Dédie ce modeste travail à :

A mes très chers parents, pour leur endurance, leur amour, leurs sacrifices et leurs encouragements et sans qui je ne serais pas là aujourd'hui. Que ce travail soit, pour eux, un faible témoignage de ma profonde affection et tendresse.

À mes sœurs : Meriem et son marie et à sa petite fille Takoua, Wafa, et Manel.

À mon marie Youssouf qui m'a toujours encouragé.

À toute ma famille, tous mes chers amis, et Tous mes proches.

À Tous ceux qui m'ont aidé dans la réalisation de ce mémoire.

À tous ceux qui me connaissent de près ou de loin.

ASMA

Dédicaces

Je Dédie ce modeste travail à :

A mes très chers parents, pour leur endurance, leur amour, leurs sacrifices et leurs encouragements et sans qui je ne serais pas là aujourd'hui. Que ce travail soit, pour eux, un faible témoignage de ma profonde affection et tendresse.

À mes sœurs : Asma et son marie et à sa petite fille Chahed, Lamia et son marie

À mes frères : Raouf, Lotfi et sa femme saliha.

À mon marie Mouhamed qui m'a toujours encouragé.

À toute ma famille, tous mes chers amis, et Tous mes proches.

À Tous ceux qui m'ont aidé dans la réalisation de ce mémoire.

À tous ceux qui me connaissent de près ou de loin.

MERYEM

Liste des abréviations

ADN : Acide désoxyribonucléique.

ATB : Antibiotiques.

ATCC: American Type Culture Cells.

CHCl₃ : Chloroforme.

CMI : Concentration Minimale Inhibitrice.

CONV : Composés organiques non volatils.

CO₂ : Dioxyde de carbone.

COV : Composés organiques volatils.

C₂H₆O : Ethanol.

C¹³NMR : Résonance magnétique nucléaire du carbone.

d : Densité.

FeCl₃ : Chlorure de fer.

GC : Chromatographie en phase gazeuse.

GC-MS : Chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse.

GN : Gélose nutritive.

GN AB : Gélose nutritive alcaline biliée.

HE : Les huiles essentielles.

HCl : Acide Chlorhydrique.

HgCl₂ : Chlorure de mercure.

H₂S : Sulfure d'hydrogène.

H₂SO₄ : Acide sulfurique.

m : Masse.

mg : Milligramme.

MH : Muller Hinton.

ml : Millilitre.

mm : Millimètre.

NaCl : Chlorure de sodium.

NH₄OH : Ammoniaque.

OMS : Organisation mondiale de la santé.

PH : Potentiel hydrogène.

SS: Salmonella-Schebella.

TLC-DC : Thin layer chromatography-Chromatic dispersion.

v : Volume.

µg : Microgramme.

µm : Micrometre.

Liste des figures

Figure	Titres	page
1	L'unité de base des terpènes (L'isoprène).	12
2	Quelques monoterpènes.	13
3	Montage d'hydrodistillation.	15
4	Structure d'une bactérie avec ses différents éléments: obligatoires et facultatifs.	19
5	Mode d'action des antibiotiques.	29
6	<i>Pistacia lentiscus</i> (Anacardiaceae).	31
7	Description botanique de <i>Pistacia lentiscus</i> .	32
8	Montage d'hydrodistillation utilisé pour l'extraction de l'huile essentielle de <i>Pistacia lentiscus</i> .	40
9	Illustration de la méthode des aromagrammes sur boîte de pétri.	44
10	Résultat des tests phytochimique de <i>Pistacia lentiscus</i> .	47
11	Les antibiogrammes de différentes souches étudiées.	49
12	L'aromatogramme de la souche <i>Vibrio cholerae</i> ATCC 19119.	52
13	L'aromatogramme de la souche <i>Proteus mirabilis</i> ATCC 35659.	52
14	L'aromatogramme de la souche <i>Proteus mirabilis</i> ATCC 35659.	53
15	L'aromatogramme de la souche <i>Bacillus cereus</i> ATCC 11778.	53
16	L'aromatogramme de la souche <i>Escherichia coli</i> ATCC 25922.	53
17	L'aromatogramme de la souche <i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 27853.	54
18	Présentation graphique des tests de l'aromatogramme et de l'antibiogramme sur <i>Vibrio cholerae</i> ATCC 19119.	55
19	Présentation graphique des tests de l'aromatogramme et de l'antibiogramme sur <i>Proteus mirabilis</i> ATCC 35659.	56
20	Présentation graphique des tests de l'aromatogramme de l'antibiogramme sur <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923.	56
21	Présentation graphique des tests de l'aromatogramme et de l'antibiogramme sur <i>Bacillus cereus</i> ATCC 11778.	57

22	Présentation graphique des tests de l'aromatogramme et de l'antibiogramme sur <i>Escherichia coli</i> ATCC 25922.	57
23	Présentation graphique des tests de l'aromatogramme et de l'antibiogramme sur <i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 27853.	58

Liste des tableaux

tableau	titres	page
1	Principaux composés des huiles essentielles et leurs activités biologiques.	16
2	Les disques d'antibiotiques qui appliquent pour toutes les bactéries utilisées.	42
3	Valeurs critiques des zones d'inhibition dues aux antibiotiques.	43
4	Résultats de l'antibiogramme.	50
5	Diamètre et pourcentage d'inhibition de souches testées.	54

*Liste des abréviations**Liste des figures**Liste des tableaux***Introduction..... 01***Partie bibliographique***Chapitre I : Les plantes médicinales et L'aromathérapie**

I-Les plantes médicinales.....	03
1-Définition.....	03
2-L'origine des plantes médicinales.....	03
2-1- Les plantes de cueillette.....	03
2-2- Les plantes de cultures.....	03
3-L'importance des plantes médicinales.....	04
3-1- Les saponines.....	04
3-2- Les tanins.....	04
3-3- Les alcaloïdes.....	04
3-4- Les flavonoïdes.....	04
3-5- Les terpènes.....	05
3-6- Les mucilages.....	05
3-7- Les glucosides.....	05
3-8- Les huiles essentielles.....	05
3-9- Anthocyanes (ou anthocyaniques).....	05
3-10- Les Vitamines.....	05
4- Application des plantes médicinales.....	06
5-La Phytothérapie.....	06
5-1- Définition.....	06
5-2- Les modes de préparation en phytothérapie.....	07
II-L'aromathérapie.....	08
1-Historique.....	08
2-Définition.....	09
3- Les plantes aromatique.....	09
4- Composition chimique des plantes aromatiques.....	09
5-Les huiles essentielles.....	10

5-1- Historique.....	10
5-2- Définition et caractéristiques.....	11
5-3- Composition chimique.....	11
5-4- Propriétés des HE.....	13
5-5- Méthodes d'extraction.....	14
5-6- Activités biologiques.....	16
Chapitre II : Les bactéries et les antibiotiques	
I- Les bactéries.....	18
1- Définition des bactéries.....	18
2- La découverte du monde microbien.....	18
3- Morphologie et Structure fine des bactéries.....	18
3-1- Morphologie des bactéries.....	18
3-2- Structure des bactéries.....	19
4- Bactériologie médicale.....	20
4-1- <i>Escherichia coli</i>	20
4-2- <i>Staphylococcus aureus</i>	21
4-3- <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	22
4-4- <i>Bacillus cereuse</i>	24
4-5- <i>Vibrio cholerae</i>	25
4-6- <i>Proteus mirabilis</i>	26
II- Les Antibiotiques.....	27
1- Définition.....	27
2- Historique.....	27
3- La résistance bactérienne aux antibiotiques.....	27
3-1- La résistance naturelle.....	28
3-2- La résistance acquise.....	28
4- Mode d'action des antibiotiques.....	28
5- Mécanismes de résistance.....	29
5-1- Inactivation enzymatique.....	29
5-2- Résistance par diminution de la perméabilité.....	29
5-3- Résistance par modification de la cible.....	29
6- Critères de Classification.....	29

Chapitre III : Généralités sur lentisque pistachier

1-Classification taxonomique et description botanique.....	31
1-1-Classification taxonomique.....	31
1-2-Description botanique.....	32
2- Produits et dérivés à base de <i>P. lentiscus</i>	32
3-Etude chimique de l'espèce <i>Pistacia lentiscus</i>	33
3-1- Les fruits.....	33
3-2- Les feuilles.....	34
3-3- Le mastic.....	34
3-4- Les huiles essentielles.....	34
4- Aspects Pharmacologiques et effets thérapeutiques.....	35

Partie expérimentale

Matériel et méthodes

I-Matériel.....	37
1-Matériel végétal.....	37
2-Origine géographique.....	37
3- Matériel microbiologique.....	37
3-1- Les bactéries utilisées.....	37
3-2-Les milieux de culture utilisés.....	37
II- Méthode.....	38
1-La récolte du matériel végétal.....	38
2- Séchage.....	38
3- Etude phytochimique.....	38
3-1-Test des saponosides.....	38
3-2- Test des flavonoïdes.....	38
3-3-Test des Tanins.....	39
3-4-Test des mucilages.....	39
3-5-Test des alcaloïdes.....	39
3-6-Test des stérols et terpènes.....	39
4-Extraction de l'huile essentielle de <i>Pistacia lentiscus</i>	39
5- Calcul du rendement en huile essentielle.....	40
6- étude de l'activité antibactérienne.....	41
6-1- L'antibiogramme.....	41

6-2- L'aromatogramme.....	41
Résultat et discussion	
I-Résultat.....	45
1-L'étude phytochimique.....	45
2-Le rendement en huile essentielle.....	47
3-Test de sensibilité aux antibiotiques : antibiogramme.....	47
3-1- Teste de sensibilité à l'HE : l'aromatogramme.....	52
3-2- Comparaison entre l'activité antibactérienne de l'HE du lentisque et des ATB testés.....	55
II- Discussion.....	59
Conclusion et perspectives.....	61
<i>Référence bibliographique</i>	
<i>annexes</i>	

Introduction

Introduction :

Le règne végétal est plein de ressources et de vertus. Depuis l'antiquité l'homme y puisa non seulement sa nourriture mais aussi des substances actives qu'il utilisa comme remède contre plusieurs maladies. Les plantes sont dites médicinales lorsque l'un de leurs organes possède des activités pharmacologiques pouvant conduire à des emplois thérapeutiques (**Naghibi et al, 2005**).

De nos jours, nous comprenons de plus en plus, que les principes actifs des plantes médicinales sont souvent liés aux produits des métabolites secondaires. Leurs propriétés sont actuellement pour un bon nombre reconnues et répertoriées, et donc mises à profit, dans le cadre des médecines traditionnelles et également dans la médecine allopathique moderne (**Sebai et Boudali., 2012**).

Plus de 80 % de la population en Afrique utilise encore la médecine traditionnelle pour répondre à leurs besoins de soins et de santé. Ceci est lié à la toxicité des produits chimiques, au coût élevé des médicaments synthétiques, à l'éloignement et /ou l'insuffisance des centres de santé surtout en milieu rural, qui limitent une prise en charge véritable des problèmes de santé publique (**Zhiri, 2006**).

Par ailleurs, la prolifération de champignons et de bactéries résistants aux antibiotiques conventionnels est devenue une préoccupation majeure dans le domaine de la santé. Ce phénomène de résistance et le nombre limité d'antibiotiques en cours de développement, font que la découverte de nouveaux agents antibactériens, est devenue plus qu'indispensable (**Benzeggouta, 2005**).

Pour cet objet, plusieurs études contemporaines se sont orientées vers l'exploration et l'évaluation de différents composés végétaux, telles que les huiles essentielles.

Le but de notre étude est la recherche de l'effet antibactérien de l'huile essentielle contenue dans les feuilles du lentisque pistachier (*Pistacia lentiscus*). Cette espèce morphologiquement et génétiquement remarquable, trouvée dans la région de Guelma et peut explorée, pourrait constituer un réservoir immense de molécules actives.

Notre étude est subdivisée en deux parties :

Une partie théorique dans laquelle nous avons essayé de cerner l'état actuel des connaissances sur :

Les plantes médicinales et l'aromathérapie.

- Les bactéries et les antibiotiques.
- Généralités sur le lentisque pistachier.

Et une partie expérimentale où nous avons effectué :

- Une étude phytochimique pour déterminer les différents principes actifs contenus dans la plante, exemple : les flavonoïdes, les Tanins, les terpènes...etc
- Une extraction de l'huile essentielle de *Pistacia lentiscus* à partir de ses feuilles par hydrodistillation.
- Recherche de l'existence éventuelle d'un effet antibactérien de cette l'huile essentielle sur six souches testées (*E.coli*, *S.aureus*, *P.aeruginosa*, *B.cereus*, *P.mirabilis*, et *V.cholerae*).

Chapitre I :
Les plantes
médicinales et
L'aromathérapie

I- Les plantes médicinales :

1- Définition :

Les plantes médicinales sont toutes des plantes qui auraient une activité pharmacologique pouvant conduire à des emplois thérapeutiques, cela grâce à la présence d'un certain nombre de substances actives dont la plupart agissent sur l'organisme humain ; elles sont utilisées en pharmacie humaine et vétérinaire (Naghibi *et al.*, 2005).

2- L'origine des plantes médicinales :

Les plantes médicinales sont subdivisées en deux groupes :

2-1- Les 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 (Fournier, 1999) :

- Disparition géographiques.
- Irrégulation de croissance, qualité inégale et quantité insuffisante, ainsi qu'une récolte insuffisante nécessitant une main d'œuvre abondante et qualifiée (Fournier, 1999).

2-2- Les plantes de culture :

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

- Matière première abondante, homogène et de bonne qualité avec "possibilité d'amélioration".
- Récolte aisée, et souvent mécanisée.
- Frais de main 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 (Callery et Emma, 1998).

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 leur

propriétés thérapeutiques supposées, pour éviter tout effet indésirable de ces plantes (Bahrun, 1996).

3- L'importance des plantes médicinales :

Les plantes avec leur nombre illimité constituent un réservoir immense de nouveaux composés médicinaux potentiels, grâce à leur molécule qui présentent l'avantage d'une grande diversité de structure chimique et d'activités biologiques.

La plupart des espèces végétales qui poussent dans le monde entier possèdent des vertus thérapeutiques car elles contiennent des principes actifs (métabolites secondaires) :

3-1- Les saponines :

Appelées également saponosides (savon-saponaire) ; sont des hétérosides naturels dont la matière est un composé soluble à l'eau qui la rend moussante comme une eau de savon (Sebai et Boudali, 2012).

3-2- Les tanins :

Le tanin est un phénol qui est associé à un sucre. Un des tanins de base est l'acide gallique. Ils précipitent (agglutiner) les protéines et la gélatine, ce qui est beaucoup plus rare (Sebai et Boudali, 2012).

3-3- Les alcaloïdes :

Les alcaloïdes sont des composés organiques azotés, qui doivent leur activité pharmacologique au groupe aminé qu'ils contiennent en permanence (Sebai et Boudali, 2012).

3-4- Les flavonoïdes :

Ils sont présents dans la plupart des plantes, ce sont des pigments polyphénoliques qui contribuent, entre autres à colorer les fleurs et les fruits en jaune et en blanc. Ils ont un important champ d'action et possèdent de nombreuses vertus médicinales (Sebai et Boudali, 2012).

3-5- Les stérols et les terpènes :

Ce sont des produits naturels, formés de l'assemblage d'un nombre entier d'unités penta-carbonées ramifiées dérivées du 2-méthyle butadiène, appelées unités isopréniques **(Sebai et Boudali, 2012)**

3-6- Les mucilages :

Sont des hétérosides en grosses molécules liées à des gommés qui sont d'énormes concrétions de sucres. Ils vont se déposer spontanément sur les tissus et vont agir comme protecteurs **(Sebai et Boudali, 2012)**.

3-7- Les glucosides :

Ce sont des molécules de sucres qui sont liées soit à une fonction phénol soit à un dérivé nitré ou soufré qui donnera des propriétés à la molécule **(Sebai et Boudali, 2012)**.

3-8- Les huiles essentielles :

Les huiles essentielles végétales sont des composés volatils, oléagineux, et 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'autres sont antispasmodiques, diurétiques ou expectorantes ; il existe également des huiles essentielles qui peuvent provoquer des irritations cutanées lorsqu'on les utilise de façon externe et d'autres qui stimulent la circulation sanguine dans la zone traitée. On extrait en général les huiles essentielles par distillation à la vapeur d'eau **(Sebai et Boudali, 2012)**.

3-9- Anthocyanes (ou anthocyaniques) :

A forte dose, les anthocyanes sont des poisons apparentés au cyanure. Ce sont des dérivés de l'acide cyanhydrique (produit de la combinaison de l'hydrogène avec le cyanogène). On les trouve dans les fleurs bleues (bleuet, violette, mauve) **(Sebai et Boudali, 2012)**.

3-10- Les Vitamines :

Substances aminées nécessaires, en faible quantité, au maintien de la vie. Les vitamines sont des substances qui agissent à faibles doses. On distingue les vitamines hydrosolubles et liposolubles **(Sebai et Boudali, 2012)**.

4- Application des plantes médicinales :

Les substances naturelles issues des 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 métabolismes secondaires qui se sont surtout illustrés en thérapeutique. La pharmacie utilise encore une forte proportion de médicaments d'origine végétale. Il y a eu donc 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 (Bruneton, 1999).

➤ **En médecine :**

En tant que médicament pour l'homme : En urologie, dermatologie, gastrites aiguës, toux, ulcères d'estomac, laxatifs, contre les troubles du sommeil et les désordres nerveux (Svoboda et Hampson, 1999).

➤ **En agriculture :**

Les huiles de certains arbres ont des utilisations dans l'agriculture dans le contrôle de divers insectes et nématodes (vers parasites) (Amjed, 2005).

➤ **En alimentation :**

Assaisonnement des boissons, des colorants et des composés aromatiques. Les épices et les herbes aromatiques sont utilisés dans l'alimentation et considérées comme condiments et aromates (Benkiki, 2006).

➤ **En cosmétique :**

Les plantes médicinales sont utilisées dans les produits de beauté, parfums et articles de toilette, et les produits d'hygiène (Porter, 2001).

5- La Phytothérapie :

5-1- Définition:

Le mot phytothérapie provient de deux 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 (**Sebai et Boudali, 2012**)

On peut en distinguer en trois deux types de pratiques :

- Une pratique traditionnelle, parfois très ancienne basée sur l'utilisation de plantes selon les vertus découvertes empiriquement.
- Selon l'OMS (organisation mondiale de la santé), cette phytothérapie est considérée comme une médecine traditionnelle et encore massivement employée dans certains pays dont les pays en voie de développement. C'est le plus souvent une médecine non conventionnelle du fait de l'absence d'étude clinique (**Sebai et Boudali, 2012**).
- Une pratique basée sur les avancées et preuves scientifiques qui recherchent des extraits actifs dans les plantes (**Sebai et Boudali, 2012**).

5-2- Les modes de préparation en phytothérapie:

5-2-1- Les tisanes :

Les tisanes sont obtenues par macération, digestion, infusion ou décoction en utilisant de l'eau (**Sebai et Boudali, 2012**)

- **L'infusion :**

Elle consiste à verser sur la plante de l'eau bouillante, couvrir et laisser refroidir 2 à 15 minutes. Elle convient aux plantes fragiles (fleurs et feuilles) (**Sebai et Boudali, 2012**).

- **La décoction :**

Elle consiste à maintenir la drogue avec de l'eau à ébullition pendant une durée de 15 à 30 minutes. Elle convient aux plantes "dures " (écorces, racines, fruits et certaines feuilles) (**Sebai et Boudali, 2012**).

- **La macération :**

Il s'agit de maintenir la plante en contact avec l'eau (température ambiante) pendant 30 minutes à 4 heures (**Sebai et Boudali, 2012**).

- **La digestion :**

On maintient la plante en contact avec l'eau (température inférieure à celle de l'ébullition, mais supérieure à la température ambiante) pendant 1 à 5 heures (**Sebai et Boudali, 2012**).

5-2-2- Les Poudres :

Préparées par pulvérisation suivie d'un tamisage, elles entrent directement dans la Composition de gélules mais servent aussi à la fabrication d'autres formes galéniques comme les extraits et les teintures (**Sebai et Boudali, 2012**).

5-2-2-1- Les Extraits :

Les extraits sont obtenus en traitant la plante avec une solution vaporisable (éther, eau, alcool...), par divers procédés d'extraction (macération, digestion, infusion, lixiviation). En évaporant ces solutions, on obtient une consistance fluide, molle ou sèche. On classe donc les extraits selon leurs consistances (**Sebai et Boudali, 2012**).

5-2-2-2- 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° (ex. Produits résineux et huiles **volatiles**) (**Sebai et Boudali, 2012**).

5-2-3- Les alcoolatures :

Ce sont des teintures préparées avec des plantes fraîches n'ayant donc pas subi les effets de la dessiccation (**Sebai et Boudali, 2012**).

5-2-4- Les huiles essentielles (HE) :

Elles se présentent sous deux formes :

- Les HE solides, aussi appelées «camphres d'essence».
- Les HE liquides naturelles ou après dissolution (ex: HE de rose) (**Sebai et Boudali, 2012**).

II- L'aromathérapie :**1- Historique :**

Le terme «aromathérapie» a été formulé en **1928**, par René Maurice GATTEFOSSÉ, bâtisseur de la recherche scientifique sur les huiles essentielles, ayant été brulé à la main, dans son laboratoire de recherche et après l'avoir immergé accidentellement dans l'huile essentielle de lavande, Gattefossé fut impressionné de la rapidité de guérison de cette huile. Depuis, il orienta ses recherches sur le pouvoir de guérison des huiles essentielles (**Pitman, 2004**). À partir des années **1970**, d'autres recherches scientifiques et thérapeutiques sur les huiles essentielles, menées par des chercheurs et des médecins (tels que VALNET, BELAICHE, DURAFFOURD, SEVELINGE, PELLECUER, PENOËL, FRANCHOMME, MAILHEBIAU, etc), ont permis à l'aromathérapie de se positionner en tant que médecine de l'avenir et de sortir de son image d'utilisation issue de la tradition. Les chercheurs ont voulu lui donner une valeur scientifique en étudiant la composition des huiles essentielles et en attribuant aux molécules qu'elles contiennent des propriétés thérapeutiques (**Zhiri, 2006**).

2- Définition :

L'**aromathérapie** (*étym* : lat « aroma », grec « arôma » = arôme; grec **therapeia** = soin, cure) est l'utilisation médicale des extraits aromatiques de plantes (essences et huiles essentielles). Cela la différencie de la phytothérapie qui fait usage de l'ensemble des éléments d'une plante (**Belaiche, 1979**). L'aromathérapie consiste donc en l'utilisation des huiles essentielles pour prévenir ou traiter les maladies et améliorer la santé et le bien-être. C'est une thérapeutique naturelle d'une remarquable efficacité, qui repose sur la relation existant entre les principes actifs contenus dans les huiles essentielles et les propriétés thérapeutiques qui en découlent (**Wilson, 2002**).

L'aromathérapie scientifique est une science qui utilise les méthodes et les techniques scientifiques du laboratoire pour mettre en évidence la relation entre la structure chimique des molécules actives des huiles essentielles et leurs activités biologiques (**Zhiri, 2006**).

3- Les plantes aromatique :

On appelle « **plantes aromatiques** » les plantes capables de synthétiser une essence. Parmi les 800.000 espèces végétales, seules environ 10% possèdent cette faculté. Selon les espèces, les organes sécréteurs d'essence peuvent se trouver dans les sommités fleuries, les graines, les fruits, les feuilles, les rhizomes, les racines, le bois, l'écorce ou encore l'oléorésine (**Chassaing, 2006**).

4- Composition chimique des plantes aromatiques :

La composition chimique des plantes aromatiques est complexe et est constituée de deux fractions. La première fraction dite volatile (COV) est présente dans différents organes de la plante selon la famille; cette fraction est composée de métabolites secondaires qui constituent l'huile essentielle.

Les plantes aromatiques ont la particularité de renfermer au sein de leurs organes sécréteurs, des cellules génératrices de métabolites secondaires où il apparaît clairement comment les molécules très volatiles sont synthétisées à partir d'unités méthyl-2-buta-1,3-diène (isoprène) et où les réactions d'addition de ces unités conduisent aux terpènes, sesquiterpènes, diterpènes et leurs produits d'oxydation tels que les alcools, aldéhydes,

cétones, éthers et esters terpéniques. L'ensemble de ces produits sont accumulés dans des cellules sécrétrices offrant à la plante une odeur caractéristique (**Heinrich et al., 1983**).

La deuxième fraction dite non volatile de la plante, composés organiques non volatils (CONV), est composée essentiellement de coumarines, flavonoïdes, composés acétyléniques ainsi de lactones sesquiterpéniques phénols ou polyphénols jouant un rôle fondamental dans l'activité biologique de la plante (**Cisowski, 1985**).

5- Les huiles essentielles :

5-1- Historique :

De tout temps, le règne végétal a offert à l'homme des ressources à son alimentation, à son hygiène et sa santé (**Lardy et Haberkorn, 2007**).

Il semblerait que ce soit les Egyptiens, dont l'histoire remonte à plus de **4000 ans** qui furent les premiers à tirer parti du règne végétal dans un souci esthétique et spirituel. L'essence de térébenthine était déjà utilisée et tout porte à penser que certains parfums étaient déjà obtenus sous forme d'huile distillée.

En chine, l'Empereur Chen Nong, médecin étudia et consigna son savoir relatif aux plantes médicinales dans un livre, le Pen Ts'ao, qui recense plus de **1000** plantes médicinales utiles.

Vient alors, la civilisation Arabe dont Bassora et Damas qui furent les principaux centres commerciaux, des épices et des aromates. Elles donnèrent une grande impulsion à l'Art de la distillation.

L'alambic est incontestablement associé à Avicenne, tout comme le Giovannil-Baptista Della Porta, dans son célèbre ouvrage « De destillatione » parut en **1567**, mentionnant les connaissances avancées des Arabes dans le domaine de la distillation (**Lucchesi, 2005**).

L'aromathérapie tomba ensuite dans l'oubli, toutefois il a fallu attendre le XX^{ème} siècle pour que les scientifiques commencent à s'y intéresser. En **1928**, René-Maurice Gattefossé chimiste français publia un ouvrage « aromathérapie » décrivant la relation entre la structure biochimique de l'H.E et son activité antimicrobienne.

En 1929, Seveligne un pharmacien en France, étudia les H.E en médecine vétérinaire et confirma le potentiel antimicrobien élevé de ces substances aromatiques.

En 1975, Franchomme en France, aromatalogue mis en évidence l'importance du chémotype (ou race chimique de l'espèce) (Fouche *et al.*, 2000).

L'ère industrielle a pris peu le pas sur un empirisme et développa ainsi de nouvelles techniques de distillation.

Il existe aujourd'hui approximativement 3000 huiles dont environ 300 sont commercialisées, destinées principalement à l'industrie des arômes et des parfums. Mais la tendance actuelle des consommateurs à rechercher une alimentation plus naturelle, a entraîné un regain d'intérêt des scientifiques pour ces substances. Depuis deux décennies des études ont été menées sur le développement de nouvelles applications et l'exploitation des propriétés naturelles des H.Es dans différents domaines (Zhiri, 2006).

5-2- Définition et caractéristiques :

Les huiles essentielles sont des mélanges naturels complexes de métabolites secondaires volatiles, isolées des plantes par hydrodistillation ou par expression mécanique. Elles sont obtenues à partir de feuilles, de graines, de bourgeons, de fleurs, de brindilles, d'herbes, d'écorces, de bois, de racines ou de fruits, mais également à partir des gommés qui s'écoulent du tronc des arbres (Burt, 2004).

La synthèse et l'accumulation des huiles essentielles sont généralement associées à la présence de structures histologiques spécialisées à proximité de la surface de la plante. Ce sont des poches sécrétrices dans le cas des myrtacées et des rutacées. Dans le cas des labiées ce sont des poils sécréteurs (Brunechon, 1987).

5-3- Composition chimique:

Les huiles essentielles sont des métabolites secondaires des plantes. Ce sont des mélanges complexes et éminemment variables de constituants qui appartiennent, de façon quasi exclusive, à deux groupes caractérisés par des origines biogénétiques distinctes:

Le groupe des *Terpénoïdes* (les plus volatils c'est-à-dire de masse moléculaire peu élevée), représentés spécialement par les monoterpènes: (C 10) cinéol, menthol... qui constituent parfois plus de 90 % de l'huile essentielle, et sesquiterpènes: (C 15) caryophyllène, humulène... bien que des diterpènes (C 20) peuvent aussi être présents.

Le groupe des composés aromatiques: des dérivés du phénylpropane, sont beaucoup moins fréquent, comme le safrol, l'apiol, l'anisaldéhyde, l'eugénol, la vanilline et le cinnamaldéhyde. Elles peuvent également renfermer divers produits issus de processus dégradatifs mettant en jeu des constituants non volatils (qui contribuent souvent aux arômes de fruits) (**Dorman et Deans, 2000**). Il peut exister, aussi, une variété d'hydrocarbures aliphatiques à faible poids moléculaire (linéaires, ramifiés, saturés et non saturés), acides, alcools, aldéhydes, esters ou lactones acycliques et exceptionnellement des composants contenant de l'azote, du soufre ou des coumarines (**Johnson, 2003**), et de quelques autres, dont certains indéfinis, tous en proportions variées en fonction de chaque essence, et ne contiennent ni acides gras, ni vitamines, ni sels minéraux (**Bernadet, 2000**).

L'immense famille de composés naturels connus sous le nom de "*terpènes*", qui ont été découverts dans les huiles essentielles, sont la source du parfum d'un nombre d'entre elles. La caractéristique chimique commune aux terpènes réside dans leurs structures: ce sont des multiples d'une unité à cinq atomes de carbone ayant pour base un diène conjugué dont le nom commun est "*isoprène*" (2-méthylbuta-1,3-diène) (**voir figure 01**). Les terpènes sont ainsi parfois désignés sous le nom de "*composés isoprénoïdes*" (**Johnson, 2003**), mais de préférence "*terpénoïdes*" pour tous les composés constitués d'unités d'isoprène, sans prendre en considération les groupes fonctionnels présents.

Les monoterpènes (exemple : menthol, alpha terpinéol, linalol, lavandulol, géraniol...) et leurs dérivés (alcools, esters, acétates, ...) sont les composés les plus abondants dans les huiles essentielles, et sont responsables des saveurs caractéristiques et de l'arôme que possède la plante (**voir figure 02**). Leur étude chimique est compliquée, par la difficulté d'obtenir ces produits purs du mélange complexe dans lequel ils sont présents et les réarrangements qu'ils peuvent subir (**Robinson, 1991**).

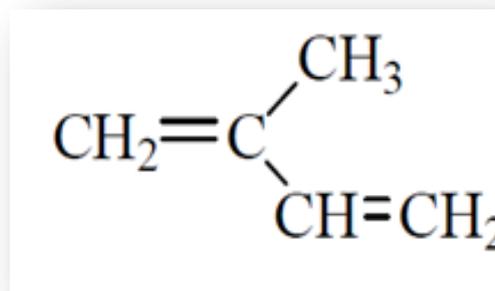


Figure. 01: L'unité de base des terpènes (L'isoprène) (**Robinson, 1991**).

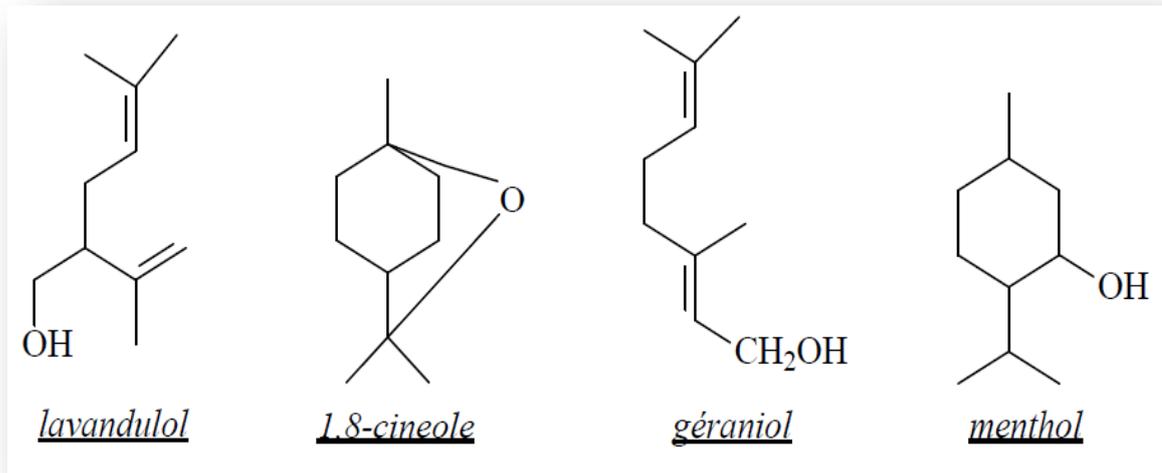


Figure. 02 : Quelques monoterpènes (Robinson, 1991).

Il faut savoir que les huiles essentielles, qui sont obtenues à partir des épices et aromates par entraînement à la vapeur d'eau, contiennent les produits volatils constitutifs de l'arôme, mais non ceux responsables de la sapidité, en particulier saveur piquante ou chaude, qui ne sont pas entraînés par la vapeur. Par contre, les oléorésines, extraites par les solvants organiques, contiennent la totalité des produits aromatiques et sapides (Richard, 1974).

5-4- Propriétés des HE :

5-4-1- Propriétés physiques :

- Elles sont **liquides**, parfois visqueuses ou cristallisées; certaines cristallisent à faible température.
- Les essences comme les citrus (citron, mandarine, pamplemousse...) sont **sensibles à la chaleur** et finissent par se décomposer ; il faut les conserver de préférence au frais. Les HE sont plus résistantes à la conserver trop longtemps car les composants volatiles s'évaporent (surtout les résineux) et l'HE se prend en masse (aspect pâteux) et devient inconsommable.
- Elles sont **volatiles** (odorantes) ce qui permet leur entraînement à la vapeur d'eau lors de la distillation.
- Elles sont **insolubles** et plus légères que l'eau ce qui permet leur séparation dans le vase florentin (essencier). Il ne faut donc pas les mélanger dans l'eau du bain.
- Elles sont totalement **solubles** dans les huiles végétales (meilleures solvants et véhicules), dans les alcools et les solvants organiques.

- Elles sont **colorées** et tout le spectre de l'arc-en-ciel est représenté : le bleu de la Matricaire, le rouge de la Sarriette, le rose de la Gaulthérie, le vert de l'Inule odorante, le jaune de la sauge sclarée...
- Elles sont dotées d'un **pouvoir rotatoire**, soit la faculté de dévier la lumière polarisée qui les traversent à droite (dextrogyre) ou à gauche (lévogyre).
- Elles présentent une **densité ($d=m/v$)** proche de l'eau, ce qui permet leur distillation. Cette densité sera utilisée pour détecter les falsifications et pour convertir les masses en volume ou inversement lors de l'utilisation de petites quantités d'HE.
- Elles sont **inflammables** et nécessitent de connaître leur point éclair pour leur stockage et leur transport (l'HE de pin des landes étant la plus inflammable à cause de la térébenthine) (**Jean-Phillipe, 2010**).

5-4-2- Propriétés pharmacologiques:

Les huiles essentielles sont employées pour leur saveur et odeur en industrie des produits naturels et en industrie des parfums.

Elles ont des propriétés antiseptiques pour les poumons, les reins et sont utilisées comme bain de **bouche**, elles sont **dépuratives, cicatrisantes, analgésiques et anti-inflammatoires**, elles possèdent **des activités** antimicrobiennes, antifongiques, antiparasitaires et antihelminthiques; et aussi des propriétés antioxydantes (effet cleansing).

L'effet irritant/anesthésiant des huiles essentielles est utilisé pour soigner les douleurs rhumatismales.

Elles agissent sur l'utérus en le stimulant (exemple : l'huile essentielle de rue), et ont un effet abortif en cas d'intoxication.

Elles possèdent une action sur le système nerveux central, en exerçant des effets sédatifs ou narcotiques, relaxants et déstressants.

Mais également un effet anticancéreux, en stimulant l'apoptose des cellules tumorales (**Daniel, 2006**).

Plusieurs études ont montré que l'utilisation d'huiles essentielles peut diminuer les troubles menstruels, le stress post-partum ainsi que les troubles ménopausiques (**Lardry, 2007**).

5-5- Méthodes d'extraction :

Les méthodes utilisées actuellement sont les suivantes:

- **L'hydrodistillation** : Qui consiste à séparer d'un mélange complexe, un ou plusieurs composés insolubles dans l'eau, on ajoute de l'eau dans ce mélange et on

porte l'ensemble à l'ébullition. Lorsque la vapeur ou l'eau à ébullition vient en contact avec les cellules, qui contiennent les huiles essentielles, elles se réchauffent et se brisent, permettant la libération des huiles essentielles à l'état gazeux, ces dernières passent dans l'équipement de distillation avec la vapeur d'eau. Les vapeurs se condensent dans le réfrigérant qui se refroidit par la circulation continue d'eau (voir figure 03), pour donner à la fin un mélange qui contient l'eau et les huiles essentielles (Rose et Earle, 1996).

- **L'extraction par les solvants volatils :** qui supplante de plus en plus l'hydrodistillation. Les solvants généralement utilisés sont l'hexane, le cyclohexane, ou le pentane. Les plantes sont immergées totalement dans le solvant à froid, le temps de contact est de 3 minutes (Revuz, 2009).
- **Distillation par entraînement à la vapeur :** où les plantes entières ou broyées, lorsqu'il s'agit d'organes durs (racines, écorce), sont disposées dans un alambic traversé par un courant de vapeur d'eau. Sous l'effet de la chaleur, l'eau se transforme en vapeur, qui sous basse pression, traverse alors la cuve remplie de plante aromatiques. La vapeur d'eau qui a volatilisé et entraîné l'huile essentielle, se condense ensuite dans le serpentin du réfrigérant. Dans la méthode de distillation, le rendement en huiles essentielles est faible, de l'ordre de 0,1 à 3 % (Roux, 2008).
- **L'extraction au CO₂ supercritique :** qui est le procédé le plus récent, les matières premières obtenues sont proches du produit naturel d'origine sans trace résiduelle de solvant (Mohammedi, 2006).
- **La méthode d'extraction par micro-onde :** qui est une méthode encore récente, elle consiste à exposer le matériel végétal (avec l'eau) à des radiations de micro-ondes (Sawamura, 2011).

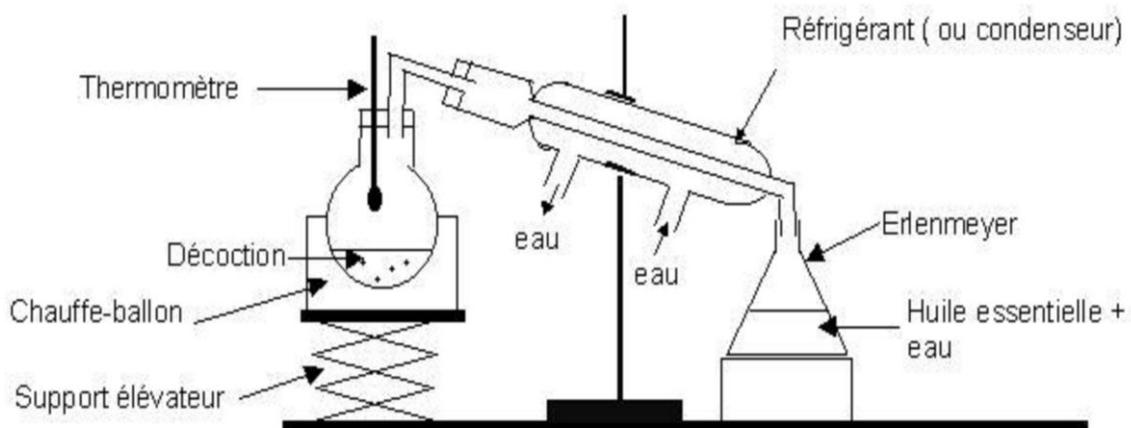


Figure. 03 : Montage d'hydrodistillation. (Rose et Earle, 1996).

5-6- Activités biologiques :

L'action des huiles essentielles est le résultat de l'effet combiné de leurs composés actifs et inactifs, leur efficacité est largement augmentée lorsqu'elles sont diluées (Bardeau, 2009 et Mohammadi, 2006).

Tableau. 01 : Principaux composés des huiles essentielles et leurs activités biologiques (Willem, 2004).

Nom de l'élément biochimique	Activités biologiques
Les acides	Anti-inflammatoires très puissants, agissent en calmant le système nerveux.
Les aldéhydes	Anti- inflammatoires, Calmants du système nerveux, anti-infectieux, peuvent irriter les muqueuses et la peau.
Les cétones	Anti-inflammatoires, anti-infectieuse, stimulent le système immunitaire à faibles doses, cicatrisantes, calmantes, à forte dose peuvent être neurotoxiques. Les huiles essentielles riches en cétones ne doivent pas être employées seules.
Les coumarines	Anti-coagulantes.
Les éthers	Effets antalgiques, rééquilibrants nerveux (antidépresseurs psychiques). Inversion des effets si les doses sont trop élevées.
Les esters	Rééquilibrants nerveux.
Les monoterpènes	Stimulants du système immunitaire, ont des propriétés antiseptiques, antalgiques. Peuvent occasionner des brûlures importantes sur la peau donc leur action doit être limitée dans le temps.
Les phénols	Anti-infectieux, action contre les microbes, les champignons, les virus et les bactéries, irritants pour la peau et muqueuses (peuvent entraîner des brûlures). Peuvent (en grande quantité) endommager le foie en détruisant les cellules hépatiques.

Les sesquiterpènes	Anti-inflammatoires, anti-allergiques, emploi important en cosmétologie car ont une bonne tolérance avec la peau et ont des propriétés thérapeutiques
---------------------------	---

Chapitre II :
Les bactéries et
les antibiotiques

I- Les bactéries :

1- Définition des bactéries :

Les bactéries sont des organismes unicellulaires procaryotes (protiste) dont le matériel génétique est représenté par un chromosome unique non entouré de membrane nucléaire. Leur taille est de l'ordre du micromètre (10^{-6} m), elles ne peuvent être visualisées qu'au microscope (**Benzeggouta, 2005**).

2- La découverte du monde microbien:

C'est au cours du XVIIe siècle qu'Antony van Leeuwenhoek révèle au monde scientifique la prodigieuse diversité des microorganismes et l'incroyable richesse des milieux naturels en protozoaires, algues, levures et bactéries. Ses observations et ses magnifiques descriptions sont d'une précision telle qu'aujourd'hui encore elles forcent l'admiration et permettent l'identification (**Benzeggouta, 2005**).

Entre-temps, les médecins continuent d'attribuer les maladies à des "*miasmes*" ou à des causes mystiques, et ils demeurent à peu près imperméables à la notion de contagion. C'est par dizaines de milliers que se comptent les victimes de cette ignorance, fondée sur des croyances philosophiques (**Messadié, 1995**).

Il faut attendre pourtant le XIXe siècle et les expériences de Pasteur pour que ce monde microbien soit exploré et que les différents caractères des microorganismes inventoriés apparaissent dans leur immense variété (**Benzeggouta, 2005**).

3- Morphologie et Structure fine des bactéries:

3-1- Morphologie des bactéries :

L'observation au microscope optique des bactéries vivantes à l'état frais ou après coloration à partir d'un prélèvement pathologique ou d'un milieu de culture permet de voir :

- La forme des bactéries
- Leur taille
- Les arrangements ou groupements qu'elles forment entre elles

Toutes ces informations définissent la morphologie bactérienne et constituent un critère essentiel pour leur identification (**Benzeggouta, 2005**).

- **La taille :** les bactéries se situent entre les virus et les algues unicellulaires ou protozoaires. Leur taille varie entre 1 à 10 μ m de long et 0,2 à 2 μ m de diamètre.
- **La forme :** Il existe 03 formes principales :
 - La forme sphérique et coccoïde ou cocci.

- La forme cylindrique et bacille ou en bâtonnet.
- La forme spiralée ou hélicoïdale (**Benzeggouta, 2005**).

3-2- Structure des bactéries :

La structure fine des bactéries a été mise en évidence grâce à la microscopie électronique sur coupes ultrafines. Il est classique de distinguer des structures obligatoires : présentes chez toutes les bactéries et des structures dont la présence est facultative (**voir figure. 04**) (**Jean, 1997**).

- **Les Structures obligatoires** : constantes, toujours présentes :
 - La paroi
 - La membrane cytoplasmique
 - Le cytoplasme
 - L'appareil nucléaire (**Jean, 1997**).
- **Les Structures facultatives** : présentes chez certaines bactéries seulement :
 - La capsule
 - Fimbriae et pili
 - Les flagelles
 - Spores
 - Plasmides (**Jean, 1997**).

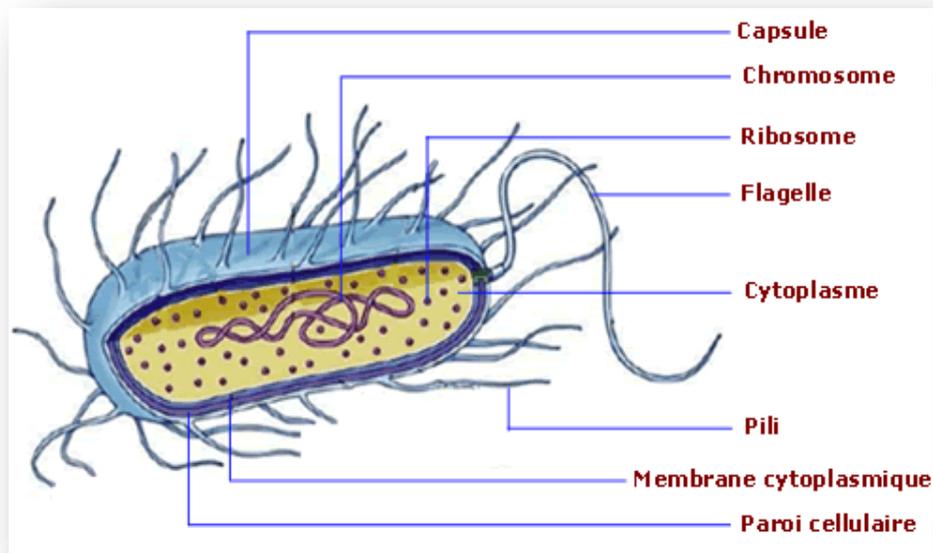


Figure. 04 : structure d'une bactérie avec ses différents éléments: obligatoires et facultatifs.

[04].

4- Bactériologie médicale :

Avec la diversité des bactéries responsable de maladies infectieuses plus ou moins graves, il ne sera étudié que celles faisant l'objet d'expérimentations pratiques (**Hallel, 2011**).

4-1- *Escherichia coli* :

4-1-1- Définition :

Les *Escherichia coli* sont des hôtes normaux de l'appareil digestif des animaux et des êtres humains. Ce sont des Bacilles à gram négatif, qui se développent sur gélose ordinaire (par exemple : gélose nutritive GN). Ils sont habituellement mobiles et pourvus de fimbriae, ont un métabolisme respiratoire lorsque les conditions sont anaérobies. Leur réactions typiques sont les suivantes : fermentent le glucose, indol⁺, uréase-négative, H₂S-négative, lactose positif, gazogène, mais ne produisent pas d'acétone (**singleton, 2005**).

4-1-2- Classification :

- Domaine : Bactéria
- Phylum : Proteobacteria
- Classe : Gammaproteobacteria
- Ordre : Enterobacteriales
- Famille : Enterobacteriaceae
- Genre : *Escherichia*
- Espèce : *Escherichia Coli* (**Prescott et al., 2003**).

4-1-3- Habitat :

Escherichia coli a été décrit pour la première fois en 1885 dans des selles de nourrissons par l'Allemand Theodor Escherich. Elle colonise de façon asymptomatique le tractus gastro-intestinal de l'homme, dès les premières heures de la naissance et persiste dans le colon pratiquement toute la vie. (**Montel, 2009**) c'est l'espèce dominante de la flore aérobie du tube digestif. *E. coli* ou colibacille est habituellement une bactérie commensale. Elle peut devenir pathogène si les défenses de l'hôte se trouvent affaiblies ou si elle acquiert des facteurs de virulence particuliers (**Nauciel et Vild, 2005**).

4-1-4- Pouvoir pathogènes :

▪ Infection urinaires :

E. coli est la bactérie le plus souvent en cause dans les infections urinaires communautaires qu'elles soient basses (cystite) ou hautes (pyélonéphrite). L'infection des voies urinaires se fait en générale par voie ascendante. Elle est plus fréquente chez la

femme en raison de la brièveté de l'urètre. La gravité augmente le risque de pyélonéphrite. Chez l'homme, l'infection est généralement secondaire à un obstacle sur les voies urinaires. Elle peut se compliquer de prostatite. *E. coli* est souvent impliqué aussi dans les infections urinaires nosocomiales (Nauciel et Vild, 2005).

▪ **Infection 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 physico-pathologiques varient selon les pathovars.

▪ **Infection méningées :**

Les méningées néonatales sont souvent graves (80% des souches possèdent l'antigène capsulaire K₁).

▪ **Infection abdominales :**

Ce sont des cholécystites, péritonites ou salpingites (Fauchère et Avril, 2002).

4-1-5- Résistance aux antibiotiques :

Les *E. coli* sont généralement sensibles à la plupart des antibiotiques actifs sur les Gram négatifs. Ceci dit, ces bactéries développent des résistances engendrées par les antibiothérapies. 40% des souches sont résistantes aux amino et aux carboxy-pénicillines, mais aussi à l'association amoxicilline-acide clavulanique par production de pénicillinases. Ces bactéries sont non seulement pathogènes mais peuvent aussi être un vecteur de transmission de gènes de résistance à d'autres bactéries pathogènes (Kouche, 2009).

4-2- *Staphylococcus aureus* :

4-2-1- Définition :

Le genre *Staphylococcus* appartient à la famille des Micrococcaceæ qui regroupe des espèces bactériennes constituées de cellules arrondies (cocci à Gram positif) immobiles et disposées en amas.

S. aureus est une bactérie aérobie, anaérobie facultative, immobile, non sporulée, catalase positive et oxydase positif. Son optimum de croissance est atteint à 37°C, mais végète à 10°C et à 40°C. Elle pousse sur des milieux contenant de fortes concentrations salines comme le milieu Chapman qui comporte 7,5% de NaCl (Djenadi, 2011).

4-2-2- Classification :

- Domaine : Bactéria
- Phylum : Ficcus
- Classe : Micrococci

- Ordre : Micrococcales
- Famille : Micrococcaceae
- Genre : *staphylococcus*
- Espèce : *staphylococcus aureus* (Prescott et al., 2003).

4-2-3- Habitat :

La bactérie est très répandue chez l'homme et dans de nombreuses espèces animales. Chez l'homme, environ un tiers des sujets sont des porteurs sains qui hébergent la bactérie au niveau des muqueuses (principalement les fosses nasales et des zones cutanées humides (périnée, aisselles) (Nauciel et Vild, 2005)

4-2-4- Pouvoir pathogène :

S. aureus est un pathogène majeur impliqué dans les infections respiratoires communautaires et nosocomiales. *S. aureus* provoque deux types de syndromes : les toxémies staphylococciques et les infections suppuratives (Hennekinne, 2009). *S.aureus*, est responsable d'infections pyogènes de la peau et des muqueuses (furoncle, impétigo, staphylococcie maligne de la face, staphylococcies bulleuses, etc) (Benzeggouta, 2005). 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 veineuse (Fauchère, et Avril, 2002).

4-2-5- Résistance aux antibiotiques :

S. aureus est multi-résistante aux antibiotiques, ce qui constitue un problème majeur de santé publique, contenu de la fréquence des infections à *S.aureus*. Le support génétique de la résistance aux antibiotiques peut être plasmidique ou chromosomique (Gras, 2006).

4-3- *Pseudomonas aeruginosa* :

4-3-1- Définition :

P. aeruginosa ou bacille pyocyanique est une bactérie à Gram négatif, fine, droite et très mobiles grâce à un flagelle polaire. Elle a une ciliature monotriche et est dépourvue de spores et de capsules. Elle est aérobic stricte, se cultivant facilement sur tous les milieux en aérobiose (Pibiri, 2005). Cette bactérie croit à 37°C et même à 42°C. Elle dégage une odeur aromatique de seringa. La caractéristique fondamentale de cette espèce est la production de pigments spécifiques : pyoverdine et pyocyanine (Fauchère et Avril, 2002).

4-3-2- Classification :

- Domaine : Bactéria
- Phylum : Proteobacteria

- Classe : Gammaproteobacteria
- Ordre : Pseudomonadales
- Famille : Pseudomonaceae
- Genre : *Pseudomonas*
- Espèce : *Pseudomonas Aeruginosa* (Prescott *et al.*, 2003).

4-3-3- Habitat :

C'est une bactérie répandue 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 des lavabos, des savons liquides, et humidificateurs. Elle vit également à l'état commensal dans l'intestin de l'homme et des animaux (Hallel, 2011).

4-3-4- Pouvoir pathogène :

La bactérie n'est pas pathogène pour le sujet normal, mais elle peut provoquer des infections parfois sévères chez des sujets dont les défenses sont amoindries.

Elle peut provoquer les infections suivantes :

- Infections urinaires
- Infections bronchiques (en particulier chez les sujets atteints de mucoviscidose)
- Infections pulmonaires (chez les immunodéprimés ou les malades ventilés)
- Infections oculaires (kératite ou endophtalmie)
- Infections ostéo-articulaires
- Elle peut aussi surinfecter des lésions cutanées et provoquer des otites externes (Nauciel et Vild, 2005).

4-3-5- Résistance aux antibiotiques :

Le *P.aeruginosa* est une bactérie très résistante aux antibiotiques. Elle s'adapte rapidement aux attaques médicamenteuses (Fauchère et Avril, 2002).

Elle présente une résistance naturelle à de nombreux antibiotiques et, au cours du temps, les souches développent une résistance acquise résultant d'une imperméabilité de la membrane externe. 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 (Kouche, 2009).

4-4- *Bacillus cereus* :

4-4-1- définition :

Les *B. cereus* sont des bacilles à Gram positif, à spore terminale, subterminale ou centrale. Ils sont aéro-anaérobies facultatifs ou parfois aérobies stricts. Ils appartiennent à la famille des *Bacillaceae*, bacilles formant des spores ovoïdes thermorésistantes (résistantes à 100 °C et donc à la pasteurisation). Les souches de *Bacillus cereus* sont constituées de bacilles, aux extrémités arrondies, généralement mobiles grâce à une ciliature péritriche, d'une longueur supérieure à 3 µm et d'un diamètre moyen de 1,4 µm, souvent groupés en chaînes (**Boubrit et Boussad, 2007**).

4-4-2- Classification :

- Domaine : Bactéria
- Phylum : Firmicutes
- Classe : Bacilli
- Ordre : Bacillales
- Famille : Bacillaceae
- Genre : *Bacillus*
- Espèce : *Bacillus cereus* (**Prescott et al., 2003**).

4-4-3- Habitat :

B. cereus est un germe ubiquiste. C'est une Bactérie vivant dans les sols et dans les eaux. Elle peut survivre dans l'environnement sous forme de spores (**Boubrit et Boussad, 2007**).

4-4-4- Pouvoir pathogène :

B.cereus peut contaminer surtout des aliments d'origine végétale (riz, épices) et de nombreux plats cuisinés. *B. cereus* se comporte comme un pathogène opportuniste et cette espèce est également responsable de toxi-infections alimentaires. La présence de spores de *B. cereus* pose de sérieux problèmes dans les industries agroalimentaires (notamment les industries laitières). *B. cereus* est également un contaminant des drogues (héroïne) et de médicaments tels que les topiques qui peuvent alors contaminer des plaies (**Boubrit et Boussad, 2007**).

4-4-5- Résistance aux antibiotiques :

Les souches de *Bacillus cereus* isolées lors d'infections sont habituellement résistantes aux antibiotiques bêta-lactames, y compris les céphalosporines de troisième génération, mais sont sensibles au chloramphénicol et à la clindamycine, à la vancomycine, à la gentamicine. Le support génétique de la résistance aux antibiotiques peut être plasmidique ou chromosomique (**Dromigny, 2008**).

4-5- *Vibrio cholerae* :

4-5-1- Définition :

Vibrio cholerae sont des bacilles à Gram négatif très mobiles grâce à un flagelle polaire, aéro-anaérobies facultatifs, et ayant un aspect caractéristique en virgule. Sa culture est aisée dans les milieux nutritifs usuels (**Flandrois et al., 1988**).

4-5-2- Classification :

- Domaine : Bactéria
- Phylum : proteobacteria
- Classe : Gamma Proteobacteria
- Ordre : Vibrionales
- Famille : Vibrionaceae
- Genre : *Vibrio*
- Espèce : *Vibrio cholerae* (**Prescott et al., 2003**).

4-5-3- Habitat :

La bactérie se multiplie dans l'intestin de l'homme (malade ou porteur sain) ainsi que dans les eaux contaminées par les matières fécales (**Nauciel et Vild, 2005**).

4-5-4- Pouvoir pathogène :

Le choléra a une incubation courte (de 1 à 5 jours) et se traduit par une émission de selles fréquentes, d'aspect eau de riz. Il en résulte des pertes liquidiennes pouvant atteindre 10 à 20 litres par 24 heures. En l'absence de traitement, les malades succombent à la déshydratation. En fait la plupart des malades infectés présentent des formes mineures de la maladie (aspect de diarrhée aqueuse banale) ou des formes inapparentes (**Nauciel et Vild, 2005**).

4-5-5- Résistance aux antibiotiques :

Les souches *vibrio* sont généralement sensibles à la plupart des antibiotiques actifs sur les Gram négatifs. Elles présentent une résistance naturelle à de nombreux antibiotiques et, au cours du temps, les souches développent une résistance acquise résultant d'une imperméabilité de la membrane externe [1].

4-6- *Proteus mirabilis* :**4-6-1- Définition :**

Proteus mirabilis est une bactérie à Gram négatif, aérobie facultatif, très mobile en forme de tige. Les *Proteus* sont très polymorphes, de formes longues et filamenteuses ou petits bacilles droits [2].

4-6-2- Classification :

- Domaine : Bactéria
- Phylum : Proteobacteria
- Classe : Gamma Proteobacteria
- Ordre : Enterobacteriales
- Famille : Enterobacteriaceae
- Genre : *Proteus*
- Espèce : *Proteus mirabilis* (Prescott *et al.*, 2003).

4-6-3- Habitat :

Les bactéries du genre *Proteus* peuplent habituellement l'intestin, le tractus urinaire et les reins de l'être humain, mais elles colonisent parfois l'épiderme et la muqueuse de la bouche. Elles sont très fréquentes chez les personnes hospitalisées pour une période prolongée [03].

4-6-4- Pouvoir pathogène :

Les proteus sont souvent en cause dans des infections urinaires (10 % des infections urinaires en ville), infections de plaie, surinfections diverses : tumeurs, voies respiratoires, etc... [03].

4-6-5- Résistance aux antibiotiques :

P.mirabilis est naturellement résistant à la colistine et aux polymyxines (colimycine). Ce sont des souches sensibles à toutes les bêta-lactamines [03].

II- Les Antibiotiques:

1- Définition:

Terme créé par Waksman qui veut dire: Ce sont des substances chimiques élaborées par des microorganismes; ces substances possèdent le pouvoir d'inhiber la croissance ou le développement d'autres microorganismes (bactéries), dans lesquelles ils pénètrent en perturbant le métabolisme ou en agissant spécifiquement sur une étape essentielle de ce dernier, sans être toxiques pour les autres cellules humaines ou animales (**Khiati, 1998**). Le cadre des antibiotiques était limité d'abord à des substances d'origine biologique produites par des champignons. Il s'est élargi par la suite et comprend actuellement d'autres produits possédant la même action antibactérienne, mais obtenus par synthèse (**Benzeggouta, 2005**).

2- Historique :

Les antibiotiques existent depuis déjà plusieurs décennies :

- **En 1877** Pasteur et Joubert avaient remarqué que certaines moisissures élaborent des substances empêchant le développement d'autres champignons.
- **En 1912**, Vandremmer montra que les extraits obtenus à partir de *l'Aspergillus fumigatus* avaient une activité antistaphylococcique.
- **En 1928**, Fleming montra que le champignon *Penicillium notatum* produisait une substance bactériostatique agissant sur de nombreux microbes et inhibant le développement des bactéries : il venait de découvrir la pénicilline.
- **Entre 1939 et 1945**, les applications thérapeutiques de la pénicilline et sa préparation industrielle furent étudiées par Chain et Florey, qui mirent en valeur son action antibiotique.
- La création de nouveaux antibiotiques s'est par contre arrêtée entre **1980 et 1990**, puisque des centaines de ces produits existaient. Cependant, aucune nouvelle classe d'antibiotiques, c'est-à-dire s'attaquant à une cible bactérienne inédite, n'a été commercialisée depuis 25 ans. Ceci constitue un point faible de l'antibiothérapie (**Messadié, 1995**).

3- La résistance bactérienne aux antibiotiques :

Souvent d'origine synthétique et produits par l'homme, les antibiotiques sont au départ des substances naturelles générées par des champignons mais aussi par certaines bactéries pour se "défendre" contre les autres bactéries. Les bactéries n'étant pas

suicidaires, les premières qui ont appris à synthétiser des antibiotiques ont développé dans le même temps les moyens de s'en protéger (**Lozniewski et Rabaud, 2010**).

3-1- La résistance naturelle :

C'est une insensibilité aux antibiotiques, existant naturellement chez tous les membres d'un genre ou d'une espèce bactérienne. Elle fait, partie du patrimoine génétique normal du germe (**Yala et al., 2001**). Elle est stable, transmise à la descendance (elle a pour support génétique le chromosome bactérien) mais elle n'est pas ou peu transmissible sur un mode horizontal (d'une bactérie à l'autre au sein d'une même espèce ou entre espèces différentes) (**Lozniewski et Rabaud, 2010**).

3-2- La résistance acquise :

C'est l'acquisition de nouveaux gènes capables de rendre la bactérie insensible à un antibiotique ou à un groupe d'antibiotiques. Ce nouveau gène peut être obtenu soit par mutation au niveau du chromosome qui est un phénomène rare (moins de 10% des cas), soit par transfert d'ADN de plasmides conjugatifs ou de transposons (mécanisme le plus fréquent près de 90%) (**Yala et al., 2001**). La résistance acquise est moins stable, mais elle se propage souvent de façon importante dans le monde bactérien. Elle résulte d'une modification du capital génétique de la bactérie, lui permettant de tolérer une concentration d'antibiotique plus élevée que celle qui inhibe les souches sensibles de la même espèce (**Lozniewski et Rabaud, 2010**).

4- Mode d'action des antibiotiques :

Les antibiotiques agissent à l'échelon moléculaire au niveau d'une ou de plusieurs étapes métaboliques indispensables à la vie de la bactérie (**Bergogne et al., 1995**).

Ils possèdent deux grands lieux d'action : la paroi et le cytoplasme (**Lavigne, 2007**).

Ils agissent par :

➤ Toxicité sélective au niveau de la :

- Synthèse de la paroi bactérienne
- Membrane cytoplasmique
- Synthèse des protéines
- Acides nucléiques (**Lavigne, 2007**).

➤ Inhibition compétitive :

Dans ce cas l'antibiotique est un analogue structural, il interfère avec une fonction essentielle à la bactérie (**Lavigne, 2007**) (voire **figure. 05**).

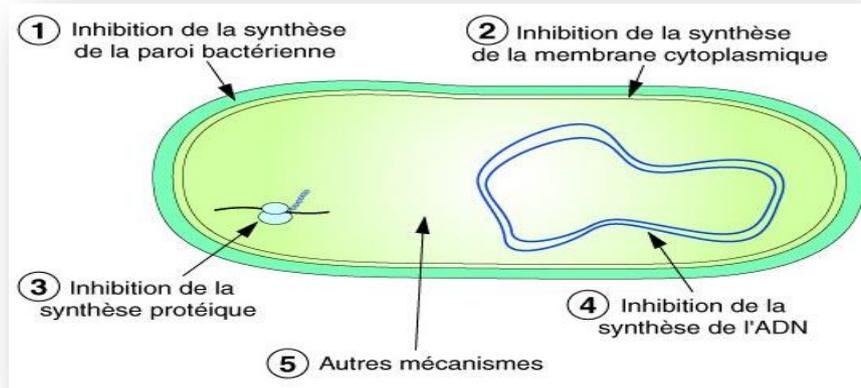


Figure. 05: Mode d'action des antibiotiques. (Auckenthaler *et al.*, 1995).

5- Mécanismes de résistance :

On peut classer les mécanismes de résistance en trois groupes (Flandrois *et al.*, 1988) :

5-1-Inactivation enzymatique :

Ces enzymes, produites par les bactéries, inactivent l'antibiotique en le modifiant ou en l'hydrolysant. C'est le mécanisme le plus souvent responsable de la résistance plasmidique (Flandrois *et al.*, 1988).

5-2-Résistance par diminution de la perméabilité :

Pour qu'un antibiotique soit efficace, il faut d'abord qu'il pénètre dans la bactérie et tout facteur altérant la perméabilité cellulaire induit une résistance.

La synthèse d'une porine ou du lipopolysaccharide peut être affectée, ce qui réduit la perméabilité externe : l'antibiotique ne peut plus atteindre sa cible. Il peut aussi s'agir d'un efflux actif de l'antibiotique de l'intérieur vers l'extérieur de la bactérie (Auckenthaler *et al.*, 1995).

5-3-Résistance par modification de la cible :

Pour qu'un antibiotique soit efficace, il faut qu'il se fixe à une cible dans la bactérie. Si cette cible est remplacée ou modifiée de telle manière que l'antibiotique ne puisse plus s'y fixer, la bactérie acquiert une résistance qui souvent s'étend à toute une famille d'antibiotiques (Auckenthaler *et al.*, 1995).

6- Critères de Classification :

La classification des antibiotiques peut se faire selon :

- **L'origine** : soit qu'ils sont élaborés par un organisme (naturel) ou produits par synthèse (synthétiques ou semi synthétiques).

- **Le mode d'action** : paroi, membrane cytoplasmique, synthèse des protéines, synthèse des acides nucléiques.
- **Le spectre d'activité** : liste des espèces sur lesquelles les antibiotiques sont actifs (spectre étroit ou large).
- **La nature chimique** : très variable, elle est basée souvent sur une structure de base (ex : cycle β lactame) sur laquelle il y a une héli synthèse.

La classification selon la nature chimique nous permet de classer les antibiotiques en familles (β lactamines, aminosides, tétracyclines...etc) (**Auckenthaler *et al.*, 1995**).

Chapitre III :
Généralités sur
lentisque
pistachier

1- Classification taxonomique et description botanique :

1-1- Classification taxonomique :

Le *Pistacia lentiscus* est une espèce appartenant à la famille des Anacardiaceae (syn. Pistaciaceae). Les espèces les plus importantes dans le monde du genre *Pistacia* sont :

- *Pistacia atlantica*, *Pistacia chinensis*, *Pistacia lentiscus* L. (pistachier lentisque), *Pistacia terebinthus* L. (pistachier térébinthe), *Pistacia vera* L. (pistachier vrai qui donne la pistache), *Pistacia integerrima*, *Pistacia palestina*, *Pistacia khinjuk*

En Algérie, le genre *Pistacia* est représenté par quatre espèces, en l'occurrence : *Pistacia lentiscus*, *Pistacia terebinthus*, *Pistacia vera* et *Pistacia atlantica* (Quezel, 1962).

Parmi les espèces du genre *Pistacia*, le *Pistacia lentiscus* L. est un arbrisseau très commun dans notre pays qui est classé comme suit (Baudière et al., 2002) :

Règne	PLANTAE
Embranchement	TRACHEOBIONTA – plantes vasculaires
Super-division	SPERMATOPHYTA – Les plantes à graines
Division	MAGNOLIOPHYTA – plantes fleuries
Classe	MAGNOLIOPSIDA
Sous-classe	ROSIDAE
Ordre	SAPINDALES
Famille	ANACARDIACEAE – La famille du sumac
Genre	<i>Pistacia</i> L. – pistache
Espèce	<i>Pistacia lentiscus</i> L. – Arbre de mastic



Figure. 06 : *Pistacia lentiscus* (Anacardiaceae).

1-2- Description botanique :

Pistacia lentiscus (Darou), est un arbrisseau de 1 à 3 mètres (**voir figure 07**), à odeur résineuse forte de la famille des Anacardiaceae. Il est particulièrement représentatif des milieux les plus chauds du climat méditerranéen. On le retrouve en association avec l'oléastre (olivier sauvage), la salsepareille et le myrte dans un groupement végétal nommé "l'Oléolentisque", mais également dans les boisements clairs à Pin d'Alep ou d'autres formations de garrigues basses. En Algérie, on le retrouve sur tous les types de sol, des zones subhumides et semi-arides, plus précisément dans le bassin du Soummam en association avec le pin d'Alep, le chêne vert et le chêne liège (**Coste, 1937**).



Figure. 07 : Description botanique de *Pistacia lentiscus* (**Coste, 1937**).

2- Produits et dérivés à base de *P. lentiscus* :

- **le bois :** pour sa robustesse et la finesse de sa texture, le bois de cette espèce est très apprécié en ébénisterie.
- **la résine :** Des branches et du tronc, exsude naturellement ou par incision une résine jaune claire fortement aromatique qui durcit au contact de l'air, qui est appelée mastic ou gomme mastic d'où son nom commun d'arbre à mastic. Généralement la production est d'environ 4 à 5 kilos par arbuste. Cette résine est produite à grande échelle dans de vastes plantations dans la région d'Emporio et Mesta, qui est d'ailleurs appelée "mastihohoria" qui se traduit par villages à mastic, d'où le nom commercial répandu de « Mastic de Chio ». Ce dernier entrait dans la confection d'eau-de-vie et de liqueurs, aromatiser certaines

confitures, confectionner des pâte ou des gommés à mâcher parfumées ou pastilles qui furent les douceurs favorites des sultans de l'empire ottoman et des femmes du Moyen-Orient. Cette pâte à mâcher au parfum subtil était aussi consommée telle quelle car elle avait entre autre la propriété de purifier l'haleine, blanchir les dents et traiter les problèmes de gingivites. Aujourd'hui encore le mastic est employé dans l'industrie agro-alimentaire évidemment comme agent masticatoire, dans l'industrie photographique et dans les soins dentaires (dans les amalgames). Depuis la plus haute antiquité le Mastic de Chio était réputé dans toute la méditerranée orientale pour traiter les affections pulmonaires.

- **l'essence de Mastic:** après distillation du mastic est récupérée une essence qui entre dans la confection de parfums, produits pharmaceutiques et cosmétologiques, de vernis de grande qualité recherchés par les peintres œuvrant à la peinture à l'huile et aussi dans l'industrie photographique.
- **l'essence des feuilles et rameaux :** de ces parties est extraite une huile essentielle qui est utilisée en aromathérapie et phytothérapie pour ses propriétés décongestionnantes, prescrite aussi pour traiter les problèmes veineux dont les hémorroïdes.
- **l'huile de lentisque :** du fruit comestible est extraite une huile qui autrefois était couramment utilisée pour l'alimentation, l'éclairage et elle entrait aussi dans la confection de savons (Yahya, 1992).

3- Etude chimique de l'espèce *Pistacia lentiscus* :

En raison de sa large utilisation en médecine traditionnelle, les différentes parties de *Pistacia lentiscus* on fait l'objet de plusieurs études phytochimiques à fin d'identifier leurs principes actifs. Ces études consacrées essentiellement au mastic ont montré la présence de flavonoïdes, des huiles essentielles, ainsi que des triterpenoïdes (Papageorgiou *et al.*, 1997).

3-1- Les fruits :

Selon Luigia *et al* (2007), les fruits de *Pistacia lentiscus* contiennent 5,4 mg/ml d'anthocyanines, essentiellement: cyanidine 3-O-glucoside (70%), delphinidine 3-Oglucoside (20%) et cyanidine 3-O-arabinoside (10%).

Deux polyphénols, l'acide gallique et le pentagolloylylucose, et l'acide digallique ont été isolés de l'extrait d'acétate d'éthyle des fruits de cette plante (Behouri *et al.*, 2011).

L'huile fixe représente 38,8 % du poids des fruits. Elle contient 53 % d'acides gras monoinsaturés.

Le principal acide gras est l'acide oléique (50 -72%), suivie de l'acide palmitique (23,2%) et l'acide linoléique (21,7%). Les autres acides gras sont retrouvés en faible quantités [acide palmitoléique (1.3%), stéarique (1.1%), linoléique (0.8%), gadoléique (0.2%) et arachidique (trace)]. Quatre stérols ont été trouvés dans l'huile fixe, le β -sitostérol (90%), le camestérol, le cholestérol et le stigmastérol (Trabelsi *et al.*, 2011).

Les travaux réalisés par Hamad et al (2011) ont montré que les protéines représentent 5% du poids des fruits de *Pistacia lentiscus*. La composition minérale de ces fruits, montre que la teneur en potassium est la plus élevée (2,67%), alors que celles du sodium, calcium et phosphore sont de : 0,46, 0,37 et 0,004 % respectivement (Congiu *et al.*, 2002).

3-2- Les feuilles :

La composition chimique des feuilles de *Pistacia lentiscus* est caractérisée par la présence de glycosides de flavonoles comme la quercétine, myricétine, luteoline ainsi que l'isoflavone genistéine. Elles contiennent 6 à 7% du gallotannins de faible poids moléculaire, à savoir l'acide gallique et les dérivés d'acide quinique 5-O-, 3,5-O-di- et 3,4,5-O-trigalloyl (Romani *et al.*, 2002).

3-3- Le mastic :

Des analyses chimiques réalisées sur le mastic de *Pistacia lentiscus* ont montrés la présence d'un polymère le cis-1,4-poly- β -myrcène. Le mastic contient également une petite fraction (environ 2%) d'huile essentielle et un certain nombre de constituants de triterpénoides (Papageorgiou *et al.*, 1997).

3-4- Les huiles essentielles :

L'étude bibliographique sur les huiles essentielles de *Pistacia lentiscus* à montrer la richesse en mono terpène et sesquiterpènes.

L'étude réalisée par Barazani et al (2003) sur l'extrait T-butyl méthyl éther d'huile de feuilles de *Pistacia lentiscus* à montrer la présence 12 de mono terpènes, 7 sesquiterpènes et un seul mono terpène linéaire. Les α -pinène, Sabinene, limonène, caryophyllène et Germacrene D.

Une étude phytochimique réalisé par Kivkok et ces al (2005) sur l'huile des feuilles de *Pistacia lentiscus* a permis d'identifier quantitativement l' α -tocophérol par l'utilisation de la méthode TLC-DC.

Le travail de Castola et al (2000) effectué sur 105 échantillons d'huiles essentielles des feuilles de *Pistacia lentiscus* de corse, révèle la présence de constituants majoritaires

comme : Myrcene, Limonene, Terpinen 4-ol, α -pinène, α -phellandrene, qui ont été détectés par C^{13} NMR et GC.

L'étude physico-chimique (GC et GC-MS) réalisée par Duru et al, (2003) indique que la présence de α -pinène, α -pinène, limonène, terpinén-4 ol et α -terpinéol comme constituants majoritaires des huiles essentielles des feuilles de *Pistacia lentiscus*, *Pistacia therbintus* et de *Pistacia vera*.

Daferara et al (2003) ont identifié les composés α -pinène et myrcene dans huile de mastic. Les deux constituants ont été isolés par FT-spectroscopie Raman.

En Algérie, une étude phytochimique a été effectuée sur les huiles essentielles obtenues à partir des parties aériennes de *Pistacia lentiscus* des régions (d'Alger, Tizi-Ouzou et d'Oran) par l'utilisation de méthodes GC et GC / MS. Les résultats indiquent la présence de Longifolene comme un composé majoritaire dans les huiles d'Alger (12,8%) et de Tizi- Ouzou (16,4%), tandis que α -pinène (19,0%) constitue le principal constituant de l'huile d'Oran. Les autres composés étaient présentes en quantités importantes dans les différentes huiles, l'huile d'Alger: γ -cadinene (6,2%), trans- β -terpinéol (5,0%) et α -acomeol (4,6%); l'huile de Tizi-Ouzou: trans- β -terpinéol (15,6%), terpinén-4-ol (7,0%) et γ -muurolene (5,7%); l'huile d'Oran: trans- β -terpinéol (13,1%), sabinene (12,6%) et β -pinene (6,5%).

Fougères et gymnospermes. Les proanthocyanidines sont des polymères de flavan-3-oles (Catéchine) et de flavan-3,4-dioles (leucoanthocyanidines), ou un mélange des deux.

Les chaînes de polymères comptent de 2 à 20 unités environ, et il existe de nombreuses hydroxylations possibles en différents endroits de chaque monomère. Cette diversité structurale explique les variations d'activité biologique (**Gardeli et al., 2008**).

4- Aspects Pharmacologiques et effets thérapeutiques :

Pistacia lentiscus est connue pour ses propriétés médicinales depuis l'antiquité.

La décoction des racines séchées est efficace contre l'inflammation intestinale et d'estomac ainsi que dans le traitement de l'ulcère (**Ouelmouhoub, 2005**).

La partie aérienne de *Pistacia lentiscus L.* est largement utilisée en médecine traditionnelle dans le traitement de l'hypertension artérielle grâce à ses propriétés diurétiques.

Les feuilles sont pourvues d'action anti-inflammatoire, antibactérienne, antifongique, antipyrétique, astringente, hépatoprotective, expectorante et stimulante. Elles sont également utilisées dans le traitement d'autres maladies telles que l'eczéma, les infections

buccales, les diarrhées, les lithiases rénales, la jaunisse, les maux de tête, les ulcères, les maux d'estomac, l'asthme et les problèmes respiratoires (**Paraschos *et al.*, 2007**).

La résine obtenue de *Pistacia lentiscus* est connue par son effet analgésique, antibactérien, antifongique, antioxydant, antithérogénique, expectorant, stimulant, diurétique et spasmolytique. Par conséquent, cliniquement, le mastic est souvent cité comme un remède efficace contre certaines maladies telles que l'asthme, la diarrhée, les infections bactériennes, les ulcères gastro-dodénaux et comme un agent antiseptique du système respiratoire (**Dedoussis *et al.*, 2004**).

La résine de *Pistacia lentiscus* a été traditionnellement considérée comme un agent anticancéreux, en particulier contre les tumeurs du sein, du foie, de l'estomac, de la rate, et de l'utérus. Ces croyances traditionnelles sont en accord avec de récentes études montrant que le mastic de Chios induit l'apoptose et dispose d'actions anti-prolifératrices contre les cellules cancéreuses du côlon.

L'huile essentielle de lentisque est connue pour ses vertus thérapeutiques en ce qui concerne les problèmes lymphatiques et circulatoires.

Des travaux précédents sur les huiles essentielles de *Pistacia lentiscus* révèlent la présence de certaines activités antalgiques, antioxydantes, anti-inflammatoires, et antimicrobiennes (**Balan *et al.*, 2007**).

Matériel

et

méthodes

I- Matériel :

1- Matériel végétal :

Le but de notre travail est de tester l'effet antibactérien d'une huile essentielle de *Pistacia lentiscus*. Nous avons choisi d'extraire cette huile à partir des feuilles de la plante.

2- Origine géographique :

Les feuilles de la plante étudiée ont été récoltées au mois de février à la commune de Hammâm n'bails de la wilaya de Guelma (Algérie).

3- Matériel microbiologique :

3-1- Les bactéries utilisées :

- **Cocci à gram positif** : *Staphylococcus aureus* ATCC 25923.
- **Bacilles à gram positif** : *Bacillus cereus* ATCC 11778.
- **Bacilles gram négatif** : *Escherichia coli* ATCC 25922, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Proteus mirabilis* ATCC 35659, *Vibrio cholerae* ATCC 19119.

3-2- Les milieux de culture utilisés :

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

- **La 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.
- **La gélose King A** : le milieu de King A permet la détection de la synthèse de pyocyanine pigment élaboré spécifiquement par *Pseudomonas aeruginosa*.
- **La Gélose Chapman** : la gélose Chapman est le milieu sélectif des bactéries halophiles. C'est un milieu semi-synthétique. qui est utilisé pour l'isolement des *Staphylococcus*.
- **La gélose Nutritif (GN)** : un milieu d'isolement ordinaire. L'isolement est réalisé dans le but de contrôler la pureté d'une souche bactérienne (repiquage).
- **La gélose GN AB** : gélose nutritive alcaline biliée.

- **La gélose Salmonella-Schegella (SS):** Milieu sélectif permettant l'isolement d'entérobactéries pathogènes. Il est très utilisé pour la recherche de *Salmonella* dans les selles et les denrées alimentaires peu pour les *Shigella* car trop sélectif (Guiraud, 1998).

II- Méthode :

1- La récolte du matériel végétal :

La récolte de la plante a été effectuée très soigneusement de manière à ne pas détériorer les éléments organiques et minéraux présents.

2- Séchage :

Après la récolte, les feuilles ont été rincées avec l'eau afin de leur enlever toutes traces d'impuretés telles que : terre, poussière, souillure, infections fongiques, contaminations animales, résidus d'insecticides...etc. Le séchage s'est fait à l'ombre et en plein air. La dessiccation de la drogue végétale inhibe la prolifération des bactéries. Des moisissures, oxydases, polymérase... De ce fait l'activité thérapeutique de la plante a été préservée au maximum.

3- Etude phytochimique :

Ce sont des techniques qui permettent de déterminer les différents groupes chimiques contenus dans un organe végétal. Ce sont des réactions physicochimiques qui permettent d'identifier la présence ou l'absence de certains principes actifs végétaux.

Ces tests sont décrits comme suit :

3-1- Test des saponosides :

2 g de poudre, de la plante est mélangé à 80 ml d'eau distillée puis porter à ébullition. On filtre. L'extrait est ensuite refroidi et agité verticalement. La formation d'une mousse plus ou moins importante indique la présence de saponosides (Benzahi, 2001).

3-2- Test des flavonoïdes :

10 g de la poudre de plante, sont mélangés dans 150 ml d'une solution d'HCl (1%). Ce mélange est macéré durant 24 h. Après filtration, on prend 10 ml du filtrat et on lui rajoute une goutte de NH₄OH. L'apparition d'une couleur jaune claire implique la présence des flavonoïdes (Chaouch, 2001).

3-3- Test des Tanins :

À 10 g de la plante, mise en poudre, on ajoute 200 ml de (C₂H₆O) à 1% puis on filtre. On ajoute au filtrat quelques gouttes de FeCl₃. L'apparition d'une couleur vert-noire indique la présence des tanins (**Chaouch, 2001**).

3-4- Test des mucilages :

À 1 ml de la solution aqueuse obtenue du test des saponosides, on ajoute 5 ml d'éthanol à 95%. L'apparition de précipités floconneux montre la présence de mucilages (**Benzahi, 2001**).

3-5- Test des alcaloïdes :

À 10 g de la poudre de plante, on ajoute 100 ml de HCL à 1%. On laisse le mélange en macération pendant 30 min. Le mélange est alors filtré. On ajoute ensuite, 10 ml du réactif de Mayer (5g de KI+ 1,358 g de HgCl₂ solubilisés dans 100 ml d'eau distillée). L'apparition d'une solution trouble indique la présence des alcaloïdes (**Benzahi, 2001**).

3-6- Test des stérols et terpènes :

Dans 210 ml d'éther de pétrole, on dissout 5g de poudre sèche. On filtre, puis on évapore l'éther de pétrole à sec dans le rota-vapeur. Le résidu obtenu est dissout dans 0,5 ml d'acide acétique et ensuite dans 0,5 ml de CHCl₃ la solution obtenue et transférée dans un tube à essai. On ajoute par la suite, 1 ml de H₂SO₄ concentré. Un cercle violet ou marron est alors formé dans la zone de contact entre les deux liquides. Ce dernier devient gris par suite. Ceci indique la présence de stérols et terpènes (**Benzahi, 2001**).

4- Extraction de l'huile essentielle de *Pistacia lentiscus*:

L'huile essentielle (HE) utilisée 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 :

1000 g de feuilles préalablement séchées et émiettées, ont été mises dans un ballon avec une quantité d'eau distillée et par la suite posées sur une chauffe ballon (**voir figure 08**).

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

L'huile essentielle obtenue est conservée à une température voisine de 4°C dans un tube en vers ombré, fermé hermétiquement pour la préserver de l'air, de la lumière et des variations de température qui sont de principaux agents de d'altération des HE (Hallei, 2011).



Figure. 08 : Montage d'hydrodistillation utilisé pour l'extraction de l'huile essentielle de *Pistacia lentiscus*

5- Calcul du rendement en huile essentielle :

La quantité de l'huile essentielle obtenue par hydrodistillation, est exprimée en pourcentage et est calculée par la formule suivante : $R = \text{Pb} / \text{Pa} \times 100$.

R : Rendement de l'huile essentielle.

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

Pa : Quantité de la plante utilisée en gramme (Hallei, 2011).

6- Etude de l'activité antibactérienne :

6-1- L'antibiogramme :

6-1-1- Principe :

L'antibiogramme méthode par diffusion en milieu gélosé ou encore méthode des disques a pour but de déterminer la Concentration Minimale Inhibitrice (CMI) d'une souche bactérienne vis-à-vis de divers antibiotiques. La détermination de cette valeur est peu précise, mais elle est consacrée par l'usage et elle bénéficie d'une masse importante d'informations recueillies à son sujet (**Burnichon, 2003**).

6-1-2- Mode opératoire :

- **Préparation de l'inoculum :**

Pour avoir des colonies jeunes de 18h, chaque souche étudiée, a été repiquée sur son milieu de culture approprié [*Escherichia Coli* (gélose nutritive), *Staphylococcus aureus* (Chapman), *Pseudomonas aeruginosa* (King A), *Proteus mirabilis* (gélose Salmonella-Shegela), *Bacillus cereus* (gélose nutritive), *Vibrio cholerae* (GN AB)].Après croissance bactérienne, 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).

L'inoculum doit êtreensemencé dans les 15 min qui suivent sa préparation.

- **Ensemencement :**

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

• **Application des disques :**

Les disques ont été appliqués à l'aide d'une pince préalablement flambée (11 disques d'antibiotiques). Une fois appliqué, le disque ne doit pas être déplacé (Hallei, 2011).

Pour toutes les bactéries utilisées (*Escherichia Coli*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Proteus mirabilis*, *Bacillus cereus*, *Vibrio cholerae*), neuf disques ont été choisis (voir tableau 02) (5 sur 1 boîte et 4 sur une autre boîte).

Tableau. 02 : Les disques d'antibiotiques qui appliquent pour toutes les bactéries utilisées.

Les souches testées	Les antibiotiques	
	Boite N° 01	Boite N° 02
<i>E. coli</i>	Bacitracin (B ⁸)	Imipenem (IPM ¹⁰)
	Ticarcillin (Ti ⁷⁵)	Rifampicin (RIF ⁵)
	Penicilin-G (P ¹⁰)	Chloramphénicol (C ³⁰)
	Nitrofurantoin (NIT ³⁰⁰)	Ciprofloxacine (CIP ⁵)
	Fusidic Acid (FC ¹⁰)	–
<i>S. aureus</i>	Bacitracin (B ⁸)	Imipenem (IPM ¹⁰)
	Ticarcillin (Ti ⁷⁵)	Rifampicin (RIF ⁵)
	Penicilin-G (P ¹⁰)	Chloramphénicol (C ³⁰)
	Nitrofurantoin (NIT ³⁰⁰)	Ciprofloxacine (CIP ⁵)
	Fusidic Acid (FC ¹⁰)	–
<i>P.aeruginosa</i>	Bacitracin (B ⁸)	Imipenem (IPM ¹⁰)
	Ticarcillin (Ti ⁷⁵)	Rifampicin (RIF ⁵)
	Penicilin-G (P ¹⁰)	Chloramphénicol (C ³⁰)
	Nitrofurantoin (NIT ³⁰⁰)	Ciprofloxacine (CIP ⁵)
	Fusidic Acid (FC ¹⁰)	–
<i>P.mirabilis</i>	Bacitracin (B ⁸)	Lincomycine (L ¹⁰)
	Ticarcillin (Ti ⁷⁵)	Penicilin-G (P ¹⁰)
	Nitrofurantoin (NIT ³⁰⁰)	Ciprofloxacine (CIP ⁵)
	Fusidic Acid (FC ¹⁰)	Vancomycine (VA ³⁰)
	Imipenem (IPM ¹⁰)	–
	Bacitracin (B ⁸)	Lincomycine (L ¹⁰)

<i>B.cereus</i>	Ticarcillin (Ti ⁷⁵)	Penicilin-G (P ¹⁰)
	Nitrofurantoin (NIT ³⁰⁰)	Ciprofloxacine (CIP ⁵)
	Fusidic Acid (FC ¹⁰)	Vancomycine (VA ³⁰)
	Imipenem (IPM ¹⁰)	–
<i>V.cholerae</i>	Bacitracin (B ⁸)	Lincomycine (L ¹⁰)
	Ticarcillin (Ti ⁷⁵)	Penicilin-G (P ¹⁰)
	Nitrofurantoin (NIT ³⁰⁰)	Ciprofloxacine (CIP ⁵)
	Fusidic Acid (FC ¹⁰)	Vancomycine (VA ³⁰)
	Imipenem (IPM ¹⁰)	–

- **Incubation :**

À 37° pendant 24h

- **Lecture :**

Pour chaque souche, et pour chaque antibiotique, on doit :

Mesurer avec précision, en millimètre le diamètre de la zone d'inhibition. Et le comparer aux valeurs critiques des zones d'inhibition dues aux antibiotiques. Les résultats de l'antibiogramme indiquent alors si la bactérie est sensible (S), intermédiaire (I), ou résistante (R) à l'antibiotique (Voir tableau 03).

Tableau. 03 : Valeurs critiques des zones d'inhibition dues aux antibiotiques (CASFM, 2009).

Familles des ATB	ATB testés	Sigle du disque d'ATB	Charge du disque d'ATB	Diamètres critiques (mm)	
				Sensible	résistant
Phénicolés	Chloramphénicol	C ³⁰	30 µg	≥ 23	≤ 19
Stérol	Fusidic Acid	Fc ¹⁰	10µg	≥ 22	≤ 15
Penicilin-G	Penicilin-G	P ¹⁰	10µm	≥ 29	≤ 8
Carboxypénicilline	Ticarcillin	Ti ⁷⁵	75µg	≥ 22	≤ 18
Polypeptides	Bacitracin	B ⁸	8µg	≥ 15	≤ 15

-	Nitrofurantoin	NIT ³⁰⁰	300µg	≥15	≤15
Quinolones	Ciprofloxacain	CIP ⁵	5µg	≥ 22	≤ 19
Carbapénème	Imipenem	IMP ¹⁰	10µg	≥ 22	≤ 17
-	Rifampicin	RIF ⁵	30µg	≥29	≤24
Macrolides- lincosamides	Lincomycine	L ¹⁰	10µg	≥ 21	≤ 17
Glycopeptides	Vancomycine	VA ³⁰	30µg	≥ 16	≤ 16

6-2- L'aromatogramme :

6-2-1- Principe :

L'aromatogramme est basé sur l'antibiogramme (Fauchère et Avril, 2002).

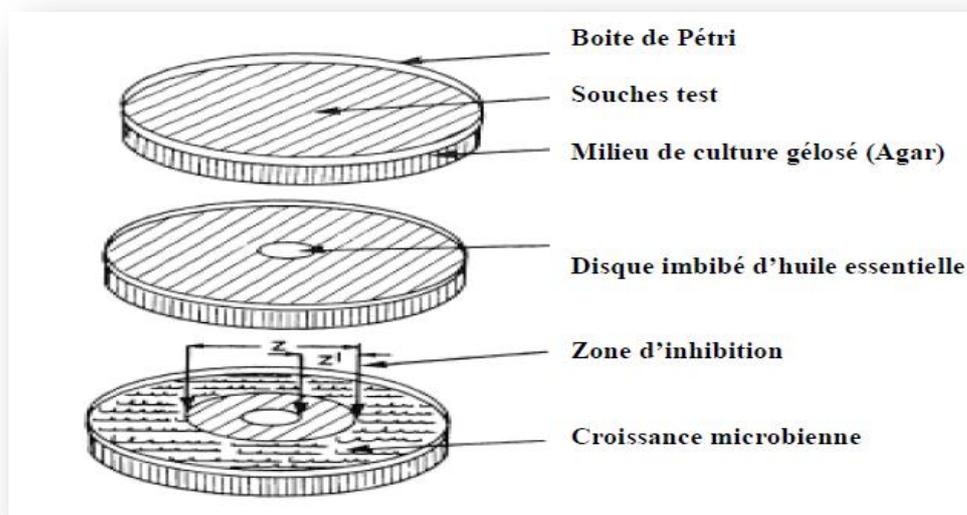


Figure. 09 : Illustration de la méthode des aromagrammes sur boîte de pétri (Pibiri, 2005).

6-2-2- Mode opératoire :

- **Préparation de l'inoculum :**

- Les souches bactériennes utilisées sont entretenues par repiquage et incubées 24h à 37°C sur les milieux de cultures favorables à leur croissance (afin d'obtenir des souches jeunes).

- Racler à partir d'une culture sur milieu de repiquage, et à l'aide d'une pipette pasteur stérile quelques colonies bien isolées et parfaitement semblables.
- Décharger ces colonies à l'aide de la pipette pasteur dans un tube contenant 5 ml d'eau physiologique stérile (0,9%).
- L'inoculum doit être ensemencé dans les 15 min qui suivent sa préparation.

- **Préparation des disques :**

Des disques stériles de papier Whatman de 6mm de diamètre ont été imprégnés d'huile essentielle de *Pistacia lentiscus*.

- **Ensemencement :**

- Couler le milieu Muller Hinton (MH) dans 6 boîtes de pétri (correspondant au nombre de souches et inoculum préparés) à une épaisseur de 4mm à proximité du bec bunsen, et laisser la gélose se solidifier.
- Tremper un écouvillon stérile dans chaque suspension bactérienne préalablement préparée et l'essorer en le pressant sur la paroi interne du tube afin de le décharger au maximum.
- Frotter l'écouvillon sur la totalité de la surface de la gélose de haut en bas, en stries serrés.
- Répéter l'opération en tournant la boîte deux fois de 60°.

- **Application des disques :**

Des disques de papier Whatman préalablement stérilisés sont imbibés d'huile essentielle.

À l'aide d'une pince flambée, décharger l'excès de l'huile absorbée par le disque avant de le déposer à la surface de la gélose ensemencée.

Des disques stériles imbibés d'eau distillée stérile ont été également placés à la surface de la gélose ensemencée en guise de témoins.

- **Incubation :**

À 37° pendant 24h (**Hallei, 2011**).

- **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.

- cette zone d'inhibition sera comparée à Une échelle d'estimation de l'activité antibactérienne (**Djenadi, 2011**).

- **Résistante** : diamètre < 8mm
- **Sensible** : diamètre compris entre 9 à 14 mm
- **Très sensible** : diamètre compris entre 15 à 19 mm
- **Extrêmement sensible** : diamètre > 20 mm

Résultats

et

discussion

I- Résultats :

1- L'étude phytochimique :

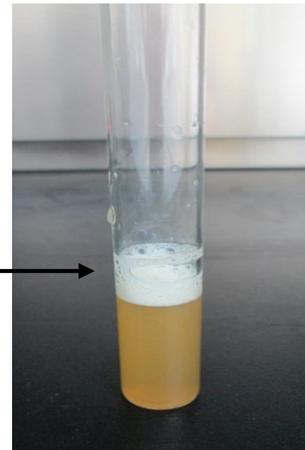
Les résultats des tests phytochimiques réalisés sur la poudre des feuilles de *Pistacia Lentiscus* indiquent la présence des composés suivants : les saponosides, les tannins, les flavonoïdes, et une absence des alcaloïdes et mucilages. Ils sont représentés par les figures suivantes :

Les saponosides (+)



Avant

L'apparition
d'une mousse



Après

Les tannins (+)



Avant

Apparition d'une
couleur vert-noire



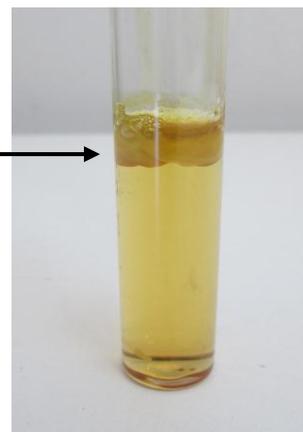
Après

Les flavonoïdes (+)



Avant

Apparition d'une
couleur jaune



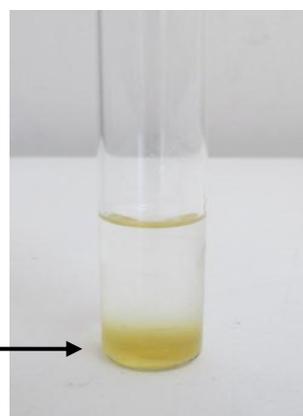
Après

Les mucilages (-)



Avant

Absence des
précipités floconneux



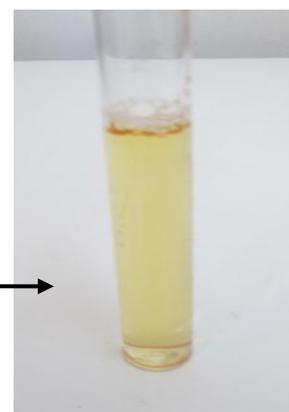
Après

Les alcaloïdes (-)



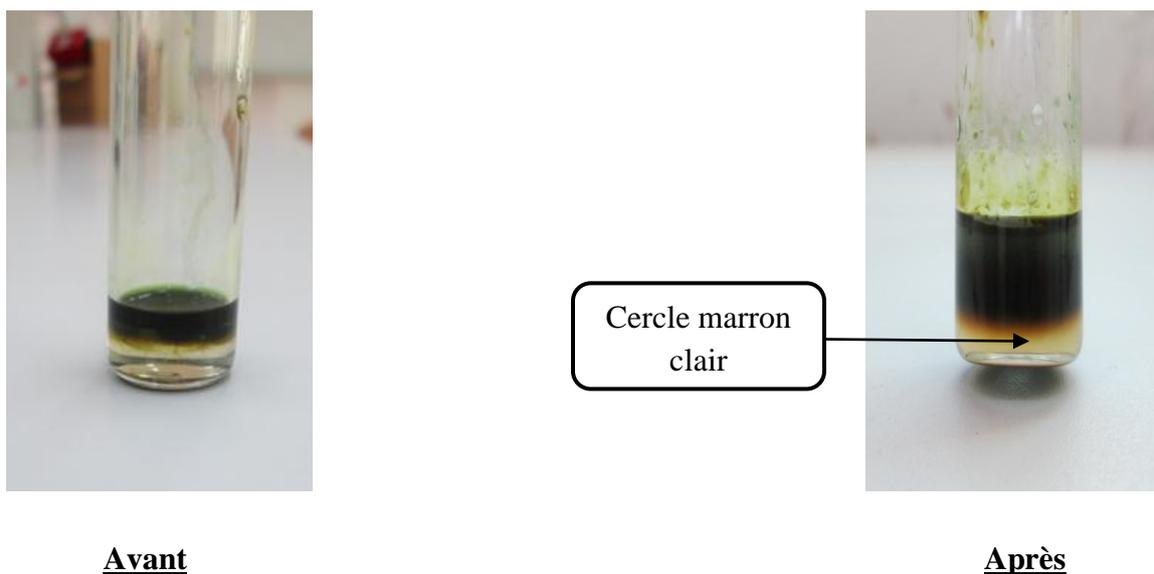
Avant

Absence d'une
solution trouble



Après

Les terpènes (+)



(+) : test positif (-) : test négatif

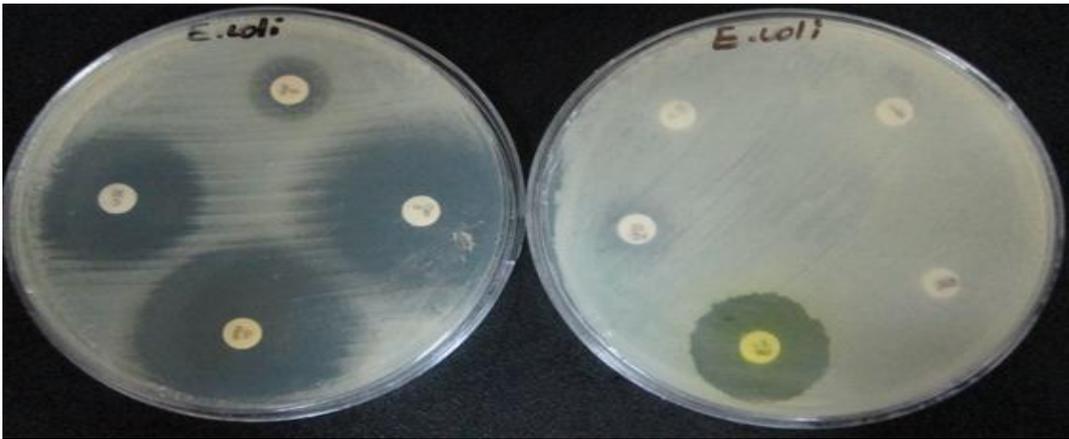
Figure. 10 : Résultat des tests phytochimiques sur la poudre des feuilles de *Pistacia lentiscus*.

2- Le rendement en huile essentielle :

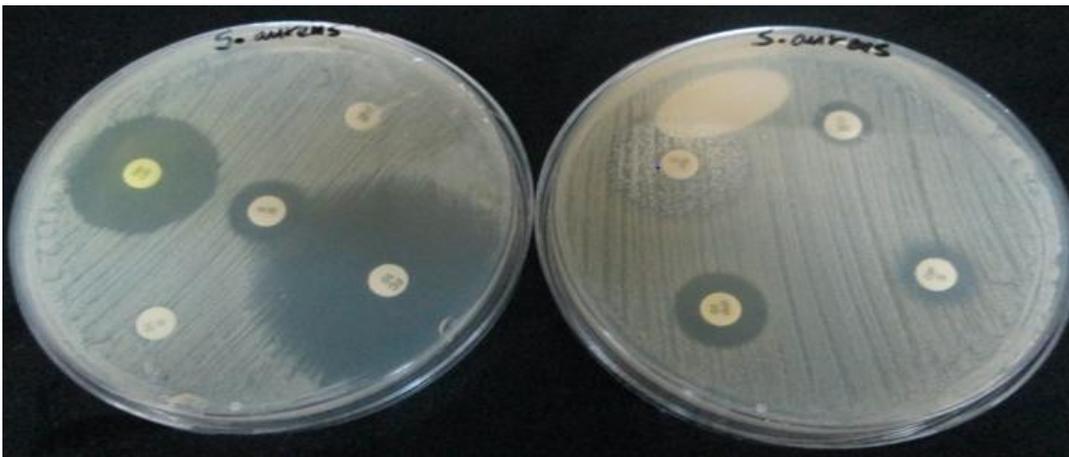
On a extrait, l'huile essentielle du lentisque pistachier (*Pistacia lentiscus*) à partir de ses feuilles. Ces dernières ont été cueillies du village de Hammâm n'bails « Guelma », au mois de février. Nous avons récolté une quantité d'huile essentielle avec un rendement égale à 0,082%.

3- Test de sensibilité aux antibiotiques : antibiogramme

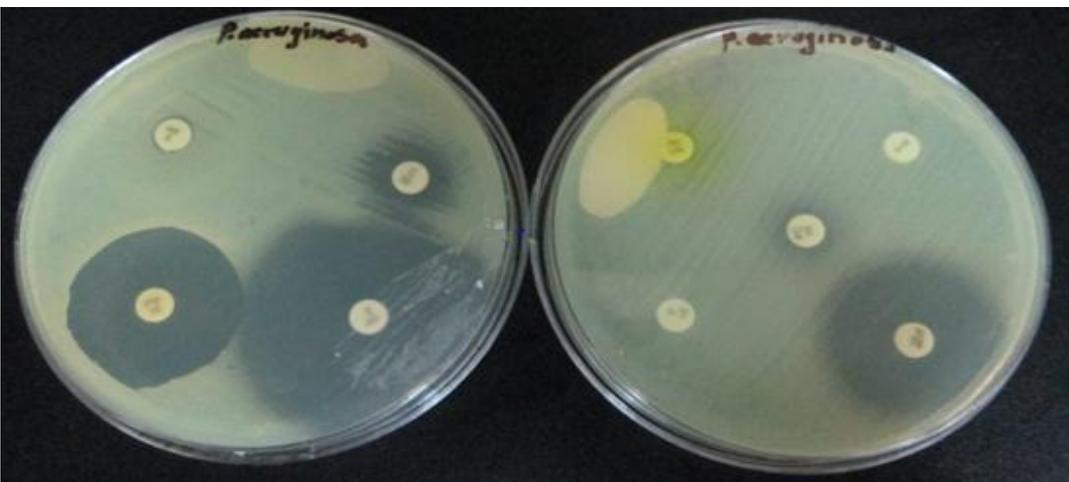
Les résultats de l'antibiogramme testés sur les souches de références : *E.coli*, *S.aureus*, *P.aeruginosa*, *B.cereus*, *P.mirabilis*, et *V.cholerae* sont présentés par la **figure 11** et le **tableau 04**.



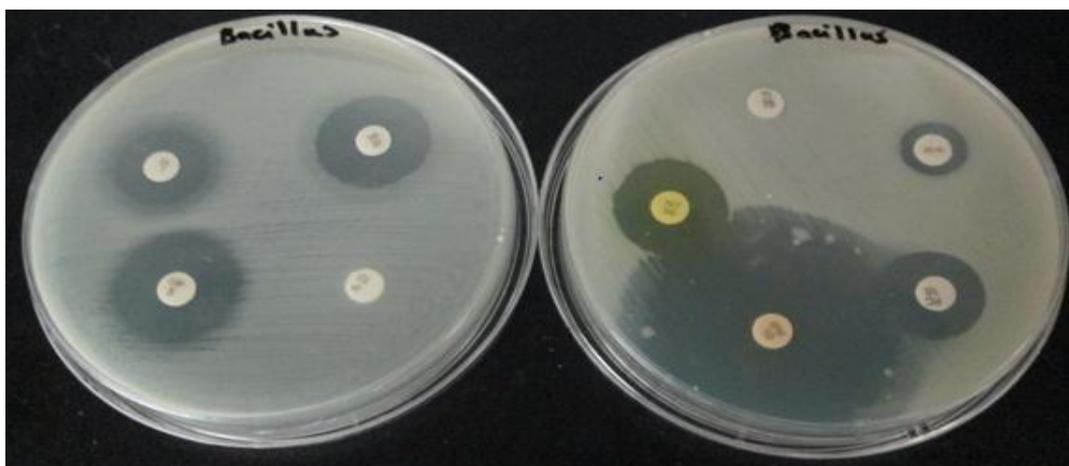
a) *Escherichia coli*



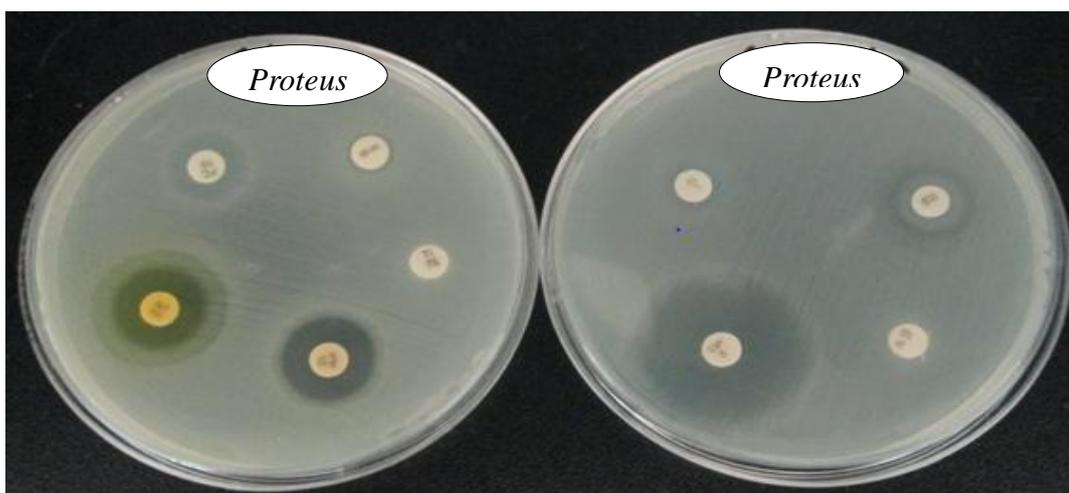
b) *Staphylococcus aureus*



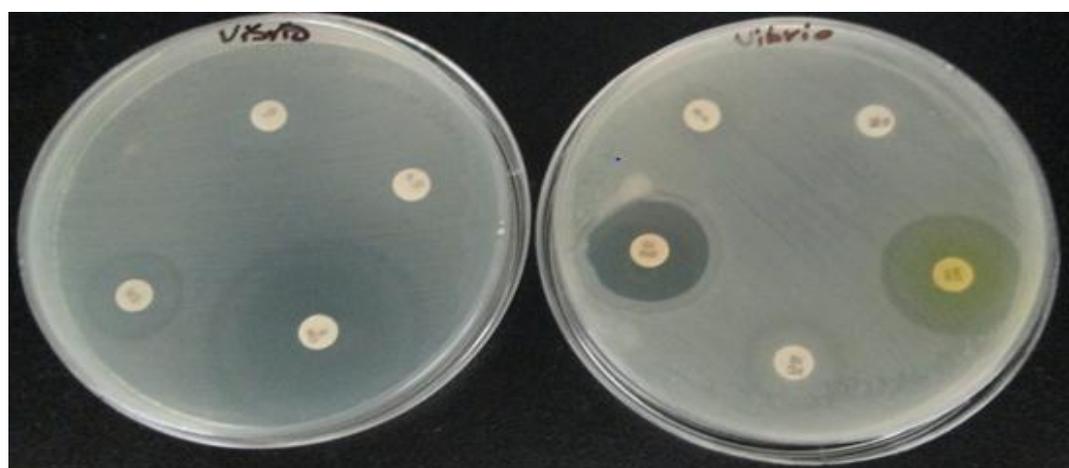
c) *Pseudomonas aeruginosa*



d) *Bacillus cereus*



e) *Proteus mirabilis*



f) *Vibrio cholerae*

Figure. 11 : Les antibiogrammes de différentes souches étudiées.

Tableau .04 : Résultats de l'antibiogramme

ATB	Les espèces bactériennes								
	<i>E.coli</i>			<i>S.aureus</i>			<i>P.aeruginosa</i>		
	D mm	Ini (%)	Sig	D mm	Ini (%)	Sig	D mm	Ini (%)	Sig
TI ⁷⁵	0	-	R	0	-	R	28	31,11	S
P ¹⁰	0	-	R	0	-	R	0	-	R
C ³⁰	27	30	S	10	11,11	R	16	17,77	R
NIT ³⁰⁰	22	24,44	S	26	28,88	S	0	-	R
B ⁸	0	-	R	14	15,55	R	0	-	R
Fc ¹⁰	0	-	R	40	44,44	S	0	-	R
CIP ⁵	33	36,66	S	11	12,22	R	41	45,55	S
IMP ¹⁰	36	40	S	15	16,66	R	29	32,22	S
RIF ⁵	13	14,44	R	25	27,77	I	8	8,88	R
	<i>B.cereus</i>			<i>P.mirabilis</i>			<i>V.cholerae</i>		
ATB	D mm	Ini (%)	Sig	D mm	Ini (%)	Sig	D mm	Ini (%)	Sig
TI ⁷⁵	0	-	R	0	-	R	0	-	R
P ¹⁰	0	-	R	0	-	R	0	-	R
NIT ³⁰⁰	14	15,55	R	22	24,44	S	24	26,66	S
B ⁸	11	12,22	R	0	-	R	11	12,22	R
Fc ¹⁰	16	17,77	I	0	-	R	15	16,66	R
CIP ⁵	22	24,44	S	27	30	S	35	38,88	S
IMP ¹⁰	40	44,44	S	16	17,77	R	21	23,33	I
L ¹⁰	17	18,88	R	0	-	R	0	-	R
Va ³⁰	20	22,22	S	13	14,44	R	17	18,88	S

TI⁷⁵ : Ticarcilline, P¹⁰ : Peniciline-G, C³⁰ : Chloramphenicol, NIT³⁰⁰ : Nitrofurantione, B⁸ : Bacitracine, Fc¹⁰ : Acide Fusidique, CIP⁵ : Ciprofloxacine, IMP¹⁰ : Imipeneme, RIF⁵ : Rifampicine, L¹⁰ : Lincomycine, Va³⁰ : Vancomycine.

D : Diamètre. Ini : Inhibition. Sig : Signification. R : Résistante. S : Sensible.

I : Intermédiaire. **ATB** : Antibiotiques.

Selon ces résultats, on Remarque que:

Les six souches étudiées *E.coli*, *S.aureus*, *P.aeruginosa*, *B.cereus*, *P.mirabilis*, et *V.cholerae* sont sensibles à certains antibiotiques et résistantes à d'autres :

- Sur les neuf antibiotiques utilisés : (**TI⁷⁵**, **P¹⁰**, **C³⁰**, **NIT³⁰⁰**, **B⁸**, **Fc¹⁰**, **CIP⁵**, **IMP¹⁰**, **RIF⁵**), *Escherichia coli* a été résistante vis-à-vis de cinq ATB (**TI⁷⁵**, **P¹⁰**, **B⁸**, **Fc¹⁰**, **RIF⁵**) et les quartes antibiotiques restants (**C³⁰**, **NIT³⁰⁰**, **CIP⁵**, **IMP¹⁰**) ont un effet antibactérien avec un plus grand diamètre d'inhibition pour l'**Imipeneme** qui est de 36mm et un pourcentage de la zone d'inhibition de 40%.
- *Staphylococcus aureus* a été sensible uniquement à deux antibiotiques (**Fc¹⁰**, **NIT³⁰⁰**). Ces deux antibiotiques ont un effet antibactérien avec un plus grand diamètre d'inhibition pour l'**Acide fusidique (Fc¹⁰)** qui est de 40mm et un pourcentage de la zone d'inhibition de 44,44%. *S.aureus* a une sensibilité intermédiaire pour la **Rifampicine (RIF⁵)** avec un diamètre d'inhibition de 25mm (27,77%), et les autres antibiotiques (**TI⁷⁵**, **P¹⁰**, **C³⁰**, **B⁸**, **CIP⁵**, **IMP¹⁰**) ont été inefficaces.
- *Pseudomonas aeruginosa* est sensible à trois antibiotiques (**TI⁷⁵**, **IMP¹⁰**, **CIP⁵**) avec un plus grand diamètre d'inhibition pour la **Ciprofloxacine (CIP⁵)** qui est de 41mm et un pourcentage de la zone d'inhibition de 45,55%. Cinq antibiotiques ont été inefficaces (**P¹⁰**, **C³⁰**, **NIT³⁰⁰**, **B⁸**, **Fc¹⁰**, **RIF⁵**).
- Sur les neuf antibiotiques utilisés (**TI⁷⁵**, **P¹⁰**, **NIT³⁰⁰**, **B⁸**, **Fc¹⁰**, **CIP⁵**, **IMP¹⁰**, **L¹⁰**, **Va³⁰**), *Bacillus cereus* est sensible à trois antibiotiques uniquement (**CIP⁵**, **IMP¹⁰**, **Va³⁰**) avec un plus grand diamètre d'inhibition pour l'**Imipeneme (IMP¹⁰)** qui est de 40mm (44,44%). Cette bactérie a une sensibilité intermédiaire pour l'**Acide fusidique (Fc¹⁰)** avec un diamètre d'inhibition de 16 mm (17,77%). Elle est résistante aux autres antibiotiques.
- *Proteus mirabilis* est sensible uniquement à deux antibiotiques (**NIT³⁰⁰**, **CIP⁵**) avec un plus grand diamètre d'inhibition pour la **Ciprofloxacine (CIP⁵)** qui est de 27mm (30%). Les sept antibiotiques restants sont inefficaces (**TI⁷⁵**, **P¹⁰**, **B⁸**, **Fc¹⁰**, **IMP¹⁰**, **L¹⁰**, **Va³⁰**).
- *Vibrio cholerae* est sensible à trois antibiotiques (**NIT³⁰⁰**, **CIP⁵**, **Va³⁰**, **Fc¹⁰**) avec un plus grand diamètre d'inhibition pour l'**Acide fusidique (Fc¹⁰)** et **Ciprofloxacine**

(CIP⁵) qui est de 35mm (38,88%). Cette bactérie possède une sensibilité intermédiaire pour l'Imipenem, et les quatre antibiotiques restants sont inefficaces (TI⁷⁵, P¹⁰, B⁸, L¹⁰, Fc¹⁰).

3-1- Teste de sensibilité à l'HE : l'aromatogramme :

Les résultats de l'aromatogramme sont représentés par les figures (12, 13, 14, 15, 16, 17) et résumé sur le tableau 05.

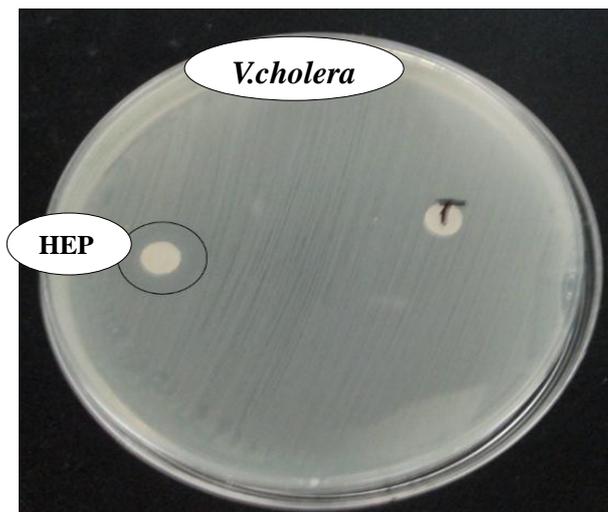


Figure. 12 : L'aromatogramme de la souche *Vibrio cholerae* ATCC 19119.

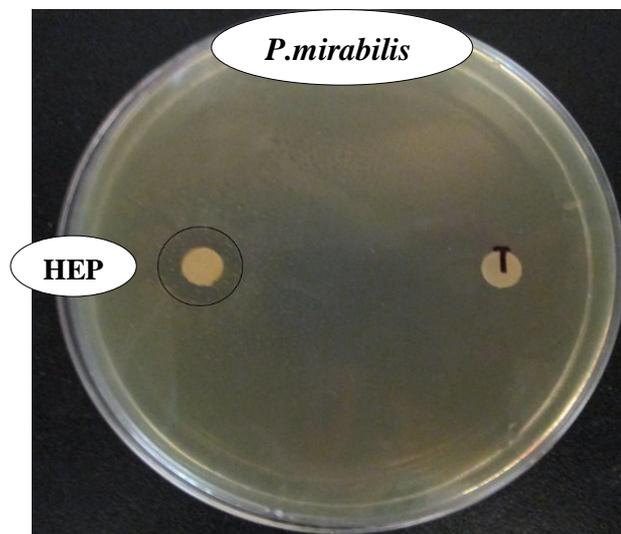


Figure. 13 : L'aromatogramme de la souche *Proteus mirabilis* ATCC 35659.

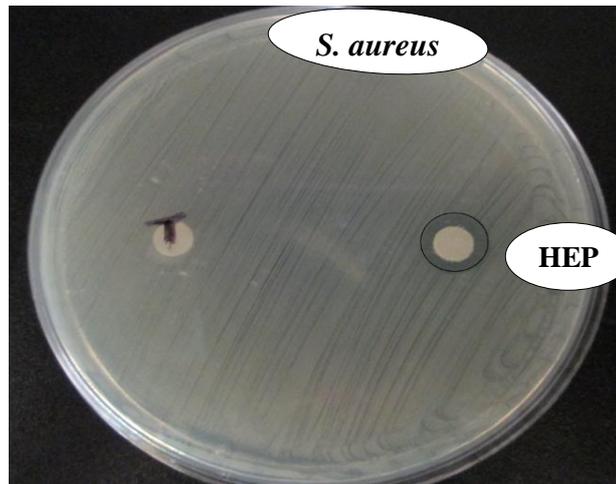


Figure. 14 : L'aromatogramme de la souche *Staphylococcus aureus* ATCC 25923.

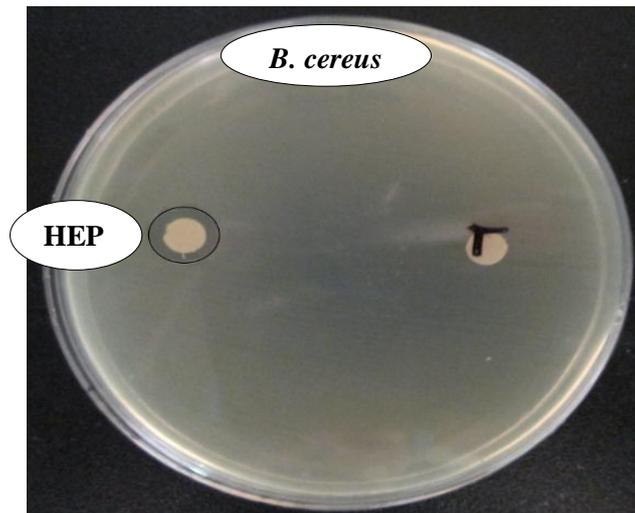


Figure. 15 : L'aromatogramme de la souche *Bacillus cereus* ATCC 11778.

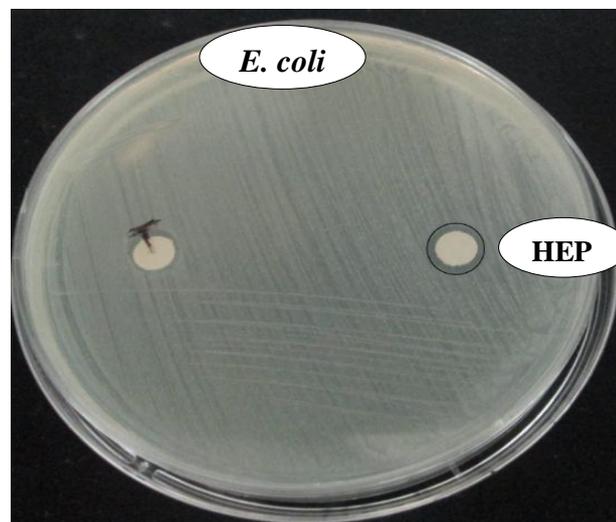


Figure. 16 : L'aromatogramme de la souche *Escherichia coli* ATCC 25922.

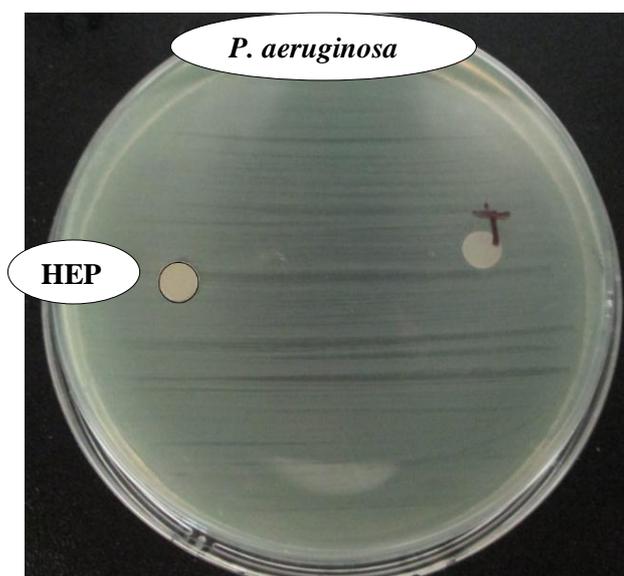


Figure. 17 : L'aromatogramme de la souche *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853.

Les résultats montrent que l'huile essentielle de *Pistacia lentiscus* est active sur toutes les souches testées sauf *P.aeruginosa* (voir tableau 05), mais la sensibilité varie selon la souche : *V.cholerae* est la plus sensible avec un diamètre d'inhibition de 15mm ensuite vient *P.mirabilis* (13mm), *S.aureus* (11mm), *B.cereus* (10mm), et enfin *E.coli* (8mm).

Tableau. 05 : Diamètre et pourcentage d'inhibition de souches testées.

Souche testé	HEP	
		Diamètre (mm)
<i>E.coli</i>	Inhibition(%)	8,88
	Signification	+
	Diamètre (mm)	11
<i>S.aureus</i>	Inhibition(%)	12,22
	Signification	++
	Diamètre (mm)	0
<i>P.aeruginosa</i>	Inhibition(%)	0
	Signification	-
	Diamètre (mm)	10
<i>B.cereus</i>	Inhibition(%)	11,11

	Signification	++
<i>P.mirabilis</i>	Diamètre (mm)	13
	Inhibition(%)	14,44
	Signification	+++
<i>V.cholerae</i>	Diamètre (mm)	15
	Inhibition(%)	16 ,66
	Signification	+++

+++ : Très sensibles, ++ : Assez sensibles, + : Faiblement sensible, - : Pas sensible.

HEP : huile essentielle de *Pistacia lentiscus*.

3-2- Comparaison entre l'activité antibactérienne de l'HE du lentisque et des ATB testés :

L'activité antibactérienne de l'HE de lentisque sur les 06 souches pathogènes testées a été comparée à celle des ATBs est représentée par les figure (18, 19, 20, 21, 22, 23).

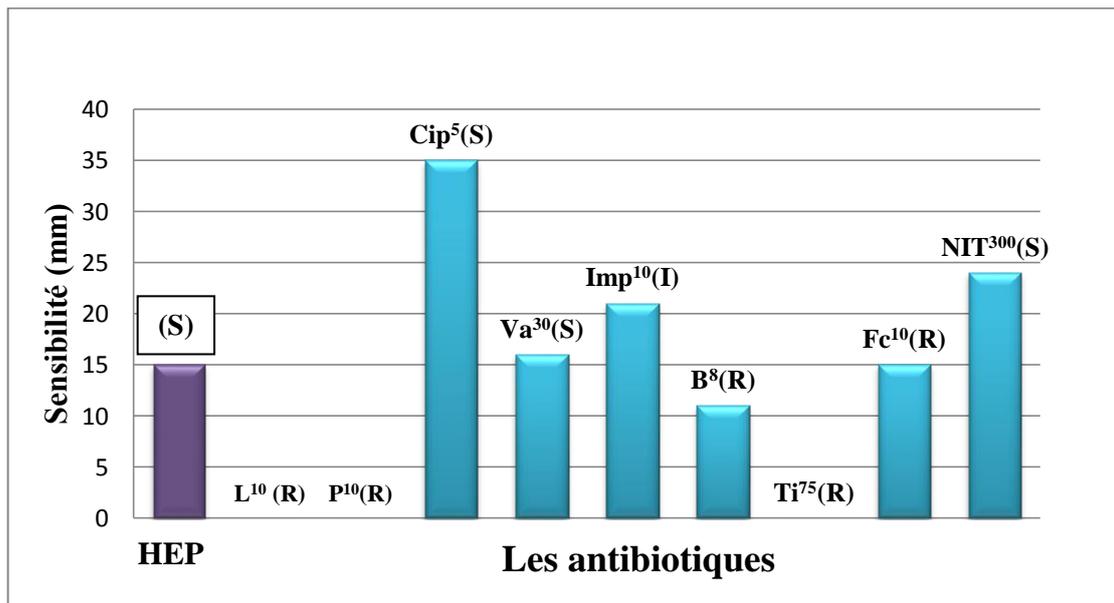


Figure. 18 : Présentation graphique des tests de l'aromatogramme et de l'antibiogramme sur *Vibrio cholerae* ATCC 19119.

En ce qui concerne *V.cholera*, on remarque que cette souche est plus sensible aux 4 ATBs (*Imp¹⁰*, *Cip⁵*, *Va³⁰*, *Nit³⁰⁰*) que l'HE de lentisque.

L'activité antibactérienne de l'HE est meilleur que celle des antibiotiques restants : (L^{10} , P^{10} , B^8 , Ti^{75} , Fc^{10}).

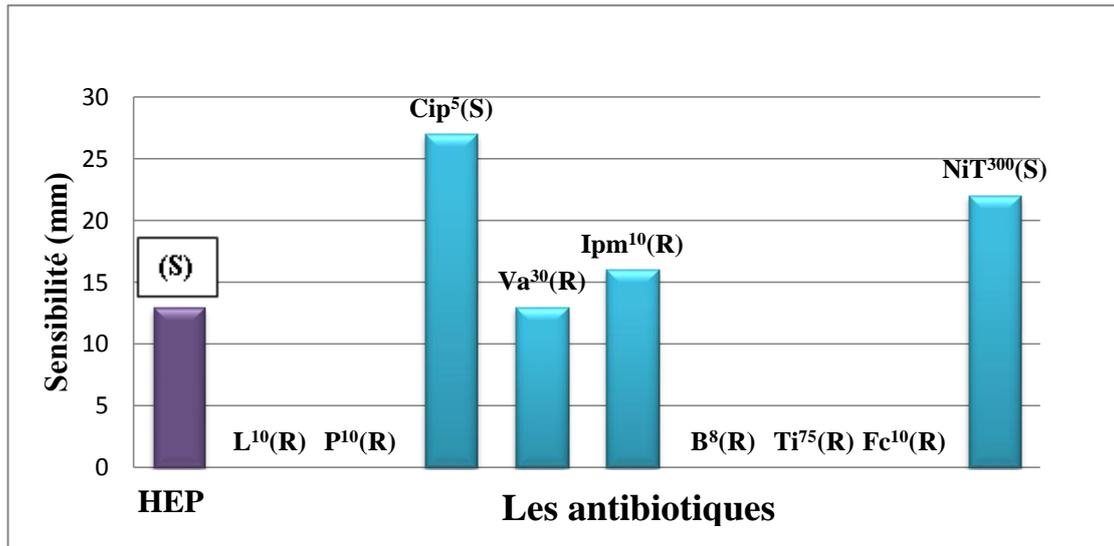


Figure. 19 : Présentation graphique des tests de l'aromatogramme et de l'antibiogramme sur *Proteus mirabilis* ATCC 35659.

En ce qui concerne *P. mirabilis*, il a été remarqué que l'activité antibactérienne de l'HE du lentisque est meilleure que celle des 7 ATB suivants : (L^{10} , P^{10} , B^8 , Ti^{75} , Fc^{10} , Va^{30} , Imp^{10}) sauf pour les deux ATBs (Cip^5 et Nit^{300}).

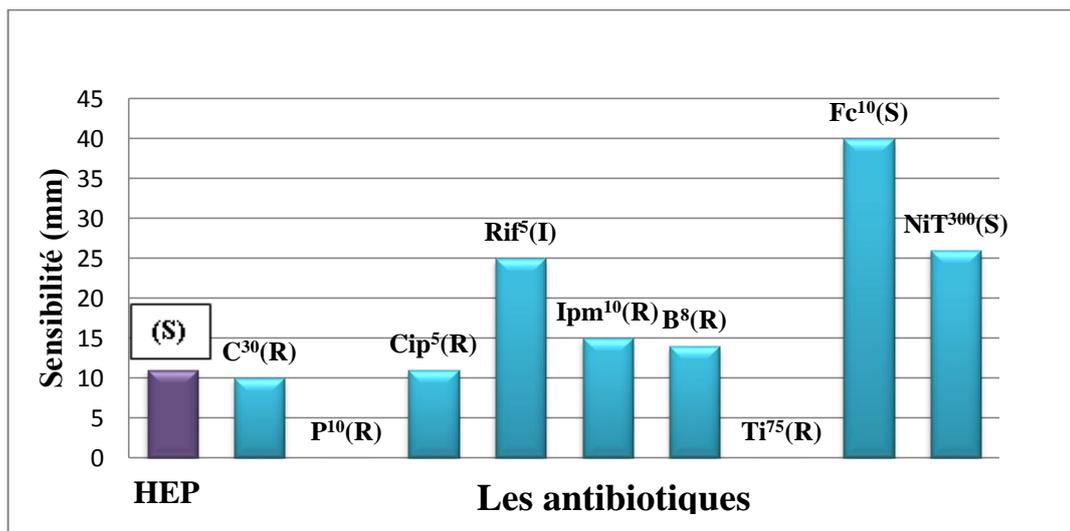


Figure. 20 : Présentation graphique des tests de l'aromatogramme de l'antibiogramme sur *Staphylococcus aureus* ATCC 25923.

En ce qui concerne *S. aureus*, l'activité antibactérienne de l'HE du lentisque est meilleure que celle des 6 ATBs (C^{30} , P^{10} , Cip^5 , Imp^{10} , B^8 et Ti^{75}).

On note que par contre les deux ATBs (Nit³⁰⁰ et Fc¹⁰) ont une activité antibactérienne meilleure à celle de l'HE.

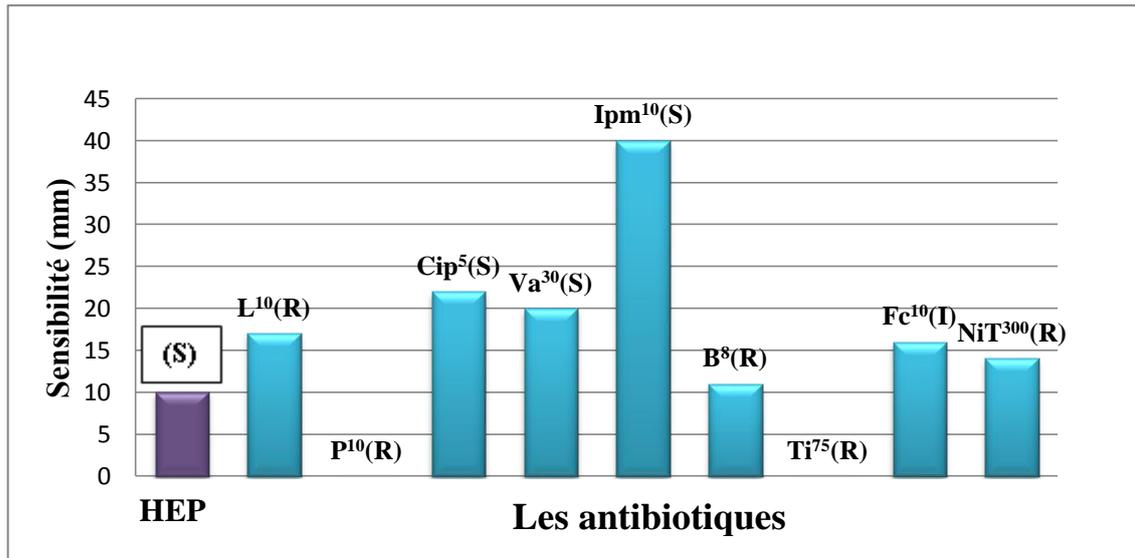


Figure. 21 : Présentation graphique des tests de l'aromatogramme et de l'antibiogramme sur *Bacillus cereus* ATCC 11778.

Pour *B.cereus*, l'HE du lentisque possède une activité antibactérienne meilleure que celle des 5 ATBs (L¹⁰, P¹⁰, B⁸, Ti⁷⁵, Nit³⁰⁰).

Par contre les 4 ATBs (Va³⁰, Imp¹⁰, Cip⁵, Fc¹⁰) sont meilleures que l'HE.

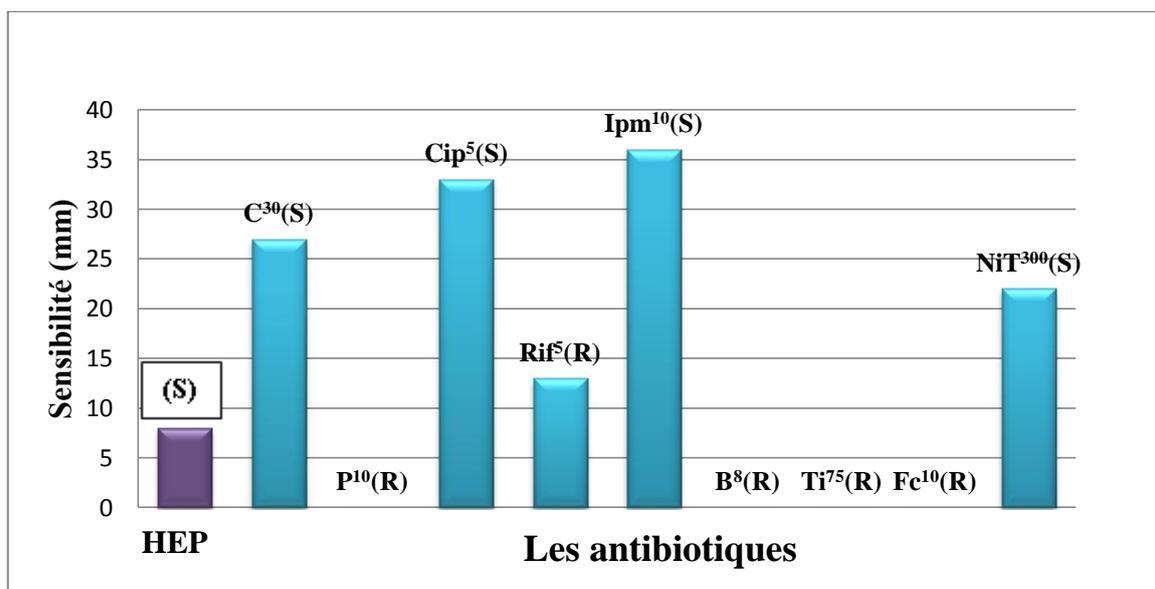


Figure. 22 : Présentation graphique des tests de l'aromatogramme et de l'antibiogramme sur *Escherichia coli* ATCC 25922.

En ce qui concerne *E.coli*, l'HE du lentisque possède d'une activité antibactérienne meilleure à celle des 5 ATBs (**P¹⁰**, **B⁸**, **Rif⁵**, **Ti⁷⁵** et **Fc¹⁰**).

Les 4 ATBs (**Imp¹⁰**, **Cip⁵**, **Nit³⁰⁰** et **C³⁰**) ont une activité antibactérienne meilleure à celle de l'HE.

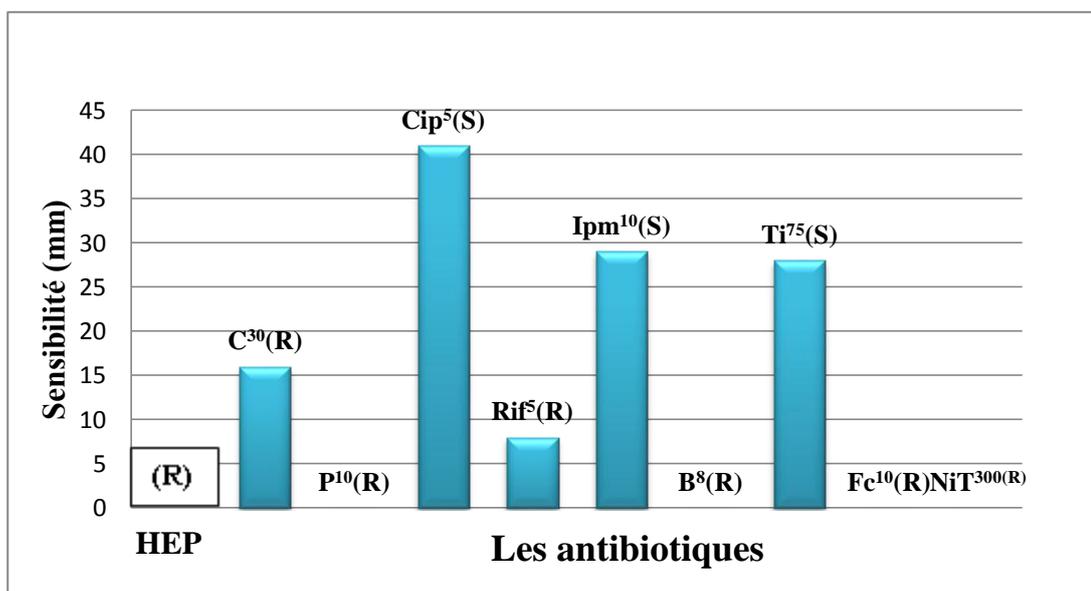


Figure. 23 : Présentation graphique des tests de l'aromatogramme et de l'antibiogramme sur *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853.

En ce qui concerne *P. aeruginosa*, l'HE du lentisque ne possède aucune activité antibactérienne. Par contre les ATBs suivants (**Imp¹⁰**, **Cip⁵** et **Ti⁷⁵**) en possèdent.

II- Discussion :

Le but de notre étude est d'extraire par hydrodistillation, l'huile essentielle contenue dans les feuilles de *Pistacia lentiscus*, et de déterminer l'effet antibactérien de cette dernière sur six souches bactériennes différentes.

L'étude phytochimique réalisée sur la poudre sèche des feuilles de *Pistacia lentiscus*, a prouvé l'existence de plusieurs principes actifs : flavonoïdes, terpènes, tanins, et saponosides. Avec absence des alcaloïdes et des mucilages.

Ces résultats sont en accord avec d'autres études menées sur la même espèce (**Lamnaouer, 2002**).

Après extraction de l'huile essentielle de *Pistacia lentiscus*, il a été remarqué que son rendement est égal à 0,082%. Ce taux est très faible par rapport à d'autres plantes aromatiques et aussi par rapport à la même espèce.

La variation dans le rendement des HEs peut être attribuée non seulement à l'origine de la plante, à la technique d'extraction mais également à la période de la cueillette de la matière végétale. Il est connu également que la quantité de l'HE est influencée par le cycle végétal de la plante (**Fellah et al., 2006**).

Sur les 6 souches potentiellement pathogènes (*E.coli*, *S.aureus*, *P.aeruginosa*, *P.mirabilis*, *B.cereus*, *V.cholerae*), 9 ATBs ont été testés en parallèle avec l'HE du lentisque afin de comparer l'effet antibactérien de ces ATB à l'huile.

En ce qui concerne l'antibiogramme, il a été remarqué que les bactéries à Gram⁺ (Ex : *S.aureus*, *B.cereus*, *E.coli*) plus sensible aux antibiotique que les Gram⁻ (Ex : *V.cholerae*, *P. mirabilis*). Ceci peut être expliqué par la présence de pompes "multi drug" qui traversent les deux membranes cellulaires (externes et internes), ce qui contribue à la résistance des bactéries à Gram négatif. Ces pompes peuvent expulser divers produits (détergents, colorants et antibiotiques). La membrane externe à elle seul contribue également à la résistance des bactéries à Gram négatif. Elle constitue une barrière de perméabilité par la présence des porines qui limitent la perméabilité des molécules hydrophiles d'une part et d'autre part, la couche lipopolysaccharidique diminue la diffusion des particules lipophiles (**Nikaido, 1998**).

On peut citer l'exemple de *Proteus mirabilis* qui a été résistante aux sept antibiotiques étudiés (TI⁷⁵, P¹, B⁸, Fc¹⁰, IMP¹⁰, L¹⁰, Va³⁰).

Les résultats de l'aromatogramme ont montré que la zone d'inhibition la plus importante, est celle de *V.cholerae* avec un diamètre et un pourcentage d'inhibition qui sont respectivement de (15 mm et 16,66%), ce qui fait d'elle la souche la plus sensible à l'HE, suivit de *P.mirabilis* avec un diamètre et un pourcentage d'inhibition de (13 mm et 14,44%), suivit de *S. aureus* (11 mm et 12,22%), suivit de *B.cereus* (10 mm et 11,11%), et en fin d'*E.coli* (8mm et 8,88%) qui a montré une faible sensibilité. *P.aeruginosa* n'a montré aucune sensibilité vis-à-vis de l'huile essentielle (diamètre égale à 0 mm).

Ces résultats concordent avec ceux (Benabderrahmane et al., 2009) et (Tassoua et Nycha, 1996), qui sont testé l'HE de la même plante sur les même souches étudiées.

En comparant chaque aromatoigramme de chaque souche étudiée à l'antibiogramme de la même souche, on remarque que : pour les 5 souches étudiées (*E.coli*, *S.aureus*, *P.aeruginosa*, *P.mirabilis*, *B.cereus*, *V.cholerae*), l'activité antibactérienne de l'huile essentielle de *P.lentiscus* peut rivaliser avec celle de certains antibiotique mais pas tous. Par contre, l'HE du lentisque n'a en aucun effet sur *P.aeruginosa*. Ceci pourrait être expliqué par la résistance de la souche. Il est connu que les bactéries à Gram⁻ sont plus résistantes que les bactéries à Gram⁺ (Nikaido, 1998), la diffusion de l'huile essentielle dans la gélose, peut également être limitée, vu son caractère hydrophobe et volatile. La capacité d'absorption des disques est aussi un obstacle majeur pour sa diffusion (Benzeggouta, 2005).

Conclusion
et
perspectives

Conclusion :

La connaissance et l'usage des plantes médicinales constituent un vrai patrimoine pour l'être humain.

Le traitement par les antibiotiques et l'apparition de souches multirésistantes a fait qu'actuellement, les recherches se sont tournées vers la nature en quête de nouvelles substances antimicrobiennes purement naturelles telles que les huiles essentielles qui représentent un groupe de métabolites secondaires constitué de composés aromatiques volatils produits habituellement par un grand nombre de plantes.

Ceci nous a amené à nous pencher sur l'étude de l'activité antibactérienne de l'huile essentielle extraite des feuilles de *Pistacia lentiscus* par la méthode de diffusion en disque (l'aromatogramme).

Il ressort de notre travail un certains nombres de résultats que nous pouvons citer comme suit :

- Les tests phytochimiques préliminaires, réalisés sur la poudre de plante ont révélé la présence des saponosides, tanins, flavonoïdes, et des terpènes.
- Pour les six souches étudiées (*E.coli*, *S.aureus*, *P. aeruginosa*, *B.cereus*, *P.mirabilis*, et *V. cholerae*), une activité antibactérienne importante de l'huile essentielle du lentisque a été enregistrée avec un effet supérieur vis-à-vis de *V.cholerae* suivi de *P.mirabilis*, puis *S. aureus*, *B.cereus* et enfin *E.coli*, alors que la souche *P.aeruginosa* semble n'avoir aucune sensibilité pour cette l'huile.
- Selon l'antibiogramme qui a été mis au point dans le but de comparer l'effet des antibiotiques par rapport à celui de l'huile essentielle. Il a été remarqué que les souches utilisées sont parfois plus sensibles à l'HE et dans d'autre cas plus sensibles à l'ATB.

Perspectives :

Les travaux que nous avons mené ont abouti aux résultats que nous venons de discuter. Ainsi nous insisterons sur certains points qui nous paraissent importants à poursuivre :

- ❖ Déterminer la composition chimique précise de l'huile essentielle de *Pistacia lentiscus* par 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 de différentes combinaisons de ces derniers.

- ❖ Elargir la gamme d'espèces bactérienne testées.
- ❖ Tester l'activité antibactérienne des dilutions de cette HE, sachant qu'il existe des substances agissant à faible dose.
- ❖ Refaire l'aromatogramme plusieurs fois pour s'assurer des résultats.
- ❖ Utiliser différentes méthodes d'aromatogramme, et comparer les résultats.
- ❖ Tester l'activité antibactérienne de l'HE du lentisque sur un model animal.

Référence

bibliographique

Livre:

Amjed H 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 :59-63.

Auckenthaler R., Bergogne-Berezin E., Dellamonica P., 1995. Activité antibactérienne. Spectre. Mode d'action. Cibles bactériennes In : Antibiothérapie en pratique clinique.Masson, P17-32

Bahrn T., 1996. Oxygen species scavenging activity of phenolic extracts from hawthorn fresh plant organs and pharmaceutical preparation, *arznemittel for schung/ Drug, Research*, 46 II (11) : 1086-1099P.

Balan K V., Demetzos C., Prince J., Dimas K., Cladaras M., Han Z., Wyche J H., Pantazis P., 2005. Induction of apoptosis in human colon cancer HCT116 cells treated with an extract of the plant product. Chios mastic gum.In *Vivo*, 19, 93-102.

Barrero A. F., Herrador. M. M., Arteaga. J. F., Akssira. M., 2005. Chemical composition of the essential oils of *Pistaciaatlantica*, Desf, *Journal of essential oil research JEOR*.

Baudiere A., Monange. Y., Gauquelin. T. H., 2002. *Le Monde des Plantes; Intermédiaire des Botanistes*, Toulouse; N° 477.

BELAICHE P., 1979. *Traité de Phytothérapie et d'Aromathérapie*, Ed MALOINE, p18-35.

Benabderrahmane M., Benali M., Aouissat H., Jordan Bueso M J., 2009. Activité antimicrobienne des huiles essentielles de *Pistaciaatlantica*Desf. De l'Algérie, *springer-verlag France 7* : 304-308, DOI 10.1007/s 10298-009-0505-5.

Benkiki N., 2006. Etude phytochimiques des plantes médicinales Algérienne : *Rutamontana*, *Matricaria pubescences* et *Hypericumperfoliatum*, Université de Batna, Thèse de Doctorat.

Benzahi K., 2001. Contribution à l'étude des flavonoides dans la Plante cynodnDactylon-Lchindent, Université d'Ouargla, mémoires de Magister, P, 15-17.

Benzeggouta N., 2004-2005. Etude de l'Activité Antibactérienne des Huiles Infusées de Quatre Plantes Médicinales Connues Comme Aliments, université Mantouri Constantine institut de chimie, Présentation en vue de l'Obtention du Diplôme de Magister en Pharmacochimie, P5-110.

Bergogne B., Dellamonica P., 1995. *Antibiothérapie en pratique clinique*, Masson, Paris, p 17-32.

Bernad M., 2003. *Phyto-aromathérapie pratique, plantes médicinales et huiles essentielles*, Ed Dangles.

Bhouri W., Skandrani I., Ben sghair M., Franca M G D., 2011. Digallic acid from *Pistacialentiscus* fruits induces apoptosis and enhances antioxidant activities, *Phytother Res*, Epub.

Brunechon J., 1987. Pharmacognosie, Ecole thchnique de documentation, Ed Ravoilie.

Bruneton J., 1999. Pharmacognosie, Phytochimie, plantes médicinales 3^{émé} Ed, Edition médicales internationales, 3^{émé} Ed, Edition tec&doc Lavoisier, Paris, 1120P.

Boubrit S., Boussad. N., 2007. Détermination "in vitro " du pouvoir antibactérien des huiles essentielles d'eucalyptus, myrte, clous de girofle et sarriette, et leur application à la conservation de la viande fraîche type hachée, Université Mouloud Mammeri de Tizi-ouzou, Ingénieur d'état en biologie, option contrôle de la qualité et analyses.

Burnichon N., Texier. A., 2003. L'antibiogramme. La détermination des sensibilités aux antibiotiques. Des bactériologies.

Burt S., 2004. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods , a review. *Int. J. Food Microbiol*, **94**: 223-253.

Callery E., 1998. le grand livre des herbes «le guide pratique de la culture du séchage et des vertus de plus de 50 herbes ».

CASFM, 2010. comite de l'antibiogramme de la société français de microbiologie recommandations, édition de janvier.

Chaouch N., 2001. Etude des alcaloïdes dans le coloquinte *Colocynthisvulgaris* (L) Schrad (Cucurbitacées), Région de Oued N'sa (Wilaya de ourgla), Mémoire de magister. Université d'Ouargla, 44P.

Chassaing V., 2006. L'Aromathérapie : les huiles essentielles au service du cheval, Ed VIOLAINE CHASSAING, p4- 8.

Cisowski W., 1985. Flavonoid compounds in *Myrrhisodorata*(L.) Scop. "*Herba Polonica*",**31**: 13-19.

Congiu R F D., Piras B M A., Porcedda S., 2002. Extraction and isolation of *Pistacialentiscus*L. essential oil by supercritical CO₂.*Flavour and Fragrance Journal*, **17**(4), 239–244.

Coste H., 1937. Flore descriptive et illustrée de la France de la Corse et des contrées limitrophes, Second Tirage, Paris - Librairie des Sciences et des Arts.

Daniel M., 2006. Medicinal Plants: chemistry and properties, Ed SCIENCE PUBLISHERS, p: 59-77.

Dedoussis G V Z., Kaliora A C., Psarras S., Chiou A., Mylona A., Papadopoulos N G., Andrikopoulos N K., 2004. Antiatherogenic effect of *Pistacialentiscus* via GSH restoration and downregulation of CD36 mRNA expression. *Atherosclerosis*, **174**, 293-303.

Djenadi F., 2011. Contribution à l'étude de l'activité antimicrobienne du genévrier (*Juniperus phoenicea*): essai des huiles essentielles et composés phénoliques, université A.Mira de Béjaia, Master en biologie option biochimie appliquée.

Dromigny E., 2008. monographies de microbiologie *Bacillus Cereus*, Lavoisier : TEC et DOC, ISBN : 978-2-7430-1073-7. 387p

Dorman H J D., Deans S G., 2000. Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils, *Journal of Applied Microbiology*, P308-316.

Flandrois J., Chomar M., Pager K., 1988. Bactériologie médicale, Dion, 362 p.

Fouche J G., Marquet A., Hambuckers A., 2000. Les plantes Médicinales, de la plante au médicament, Observatoire du monde des plantes Sart-Tilman.

Fouchere J L., Avril J L., 2002. bactériologie générale et médicale, paris ellipses, 141-239P.

Fournier P., 1999. Plantes médicinales et vénéneuses de France.

Françoise Vanbambeke, Drsc. Pharm. Paul Tulkens, DR. Med., 2008. Pharmacologie et Pharmacothérapie Anti-infectieuse.

Gardeli C., Papageorgiou V., Mallouchos A., Theodosis K., Gras D., 2006. étude des interactions entre les cellules épithéliales respiratoires humaines normales et mucoviscidiques et *staphylococcus aureus*, thèse de doctorat, université de Reims Champagne-Ardenne, 185P

Guiraud J P., 1998. microbiologie alimentaire, Dunod, Paris, 615P, ISBN : 2 10 003666 1.

Hallei Z., 2011. contribution à l'étude des propriétés antibactériennes et antioxydants de certaines huiles essentielles extraites *citrus*. Application sur la sardine (*sardinapilchardus*), mémoire de magister à l'université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou, 78P.

Heinrich G., Schultze W., Pfab I., Boettger M., 1983. The site of essential oil biosynthesis in *Poncirus trifoliata* and *Monarda fistulosa*. *Physiologie Vegetale*, 21: 257-268.

Hennekinn J A., 2009. nouvelles approches pour la caractérisation des toxi-infections alimentaires à staphylocoques à coagulase positive, Thèse de Doctorat, Institut des Sciences et Industries du Vivant et de L'environnement (Agro Paris Tech), 183P.

Jean P F., 1997. Bactériologie médicale, presses universitaires de Lyon, Lyon, 300p. ISBN : 2-7297-0567-8.

Jean-Philippe Z., 2010. Les huiles essentielles, 230 huiles essentielles 170 maux traités, Edité par Dophin, p40.

Johnson A W., 2003. Invitation à la chimie organique, Ed De Boeck, Paris Bruxelles.

Khiati M ., 1998 . Guide des maladies infectieuses et parasitaires. OPU, Alger.

Komaitis M., 2008. Essential oil composition of Pistacia lentiscus L, and Myrtus communis L :Evaluation of antioxidant capacity of methanolic extracts, Food Chemistry, 107, 1120-1130.

Kouche M ., 2009. Détermination de l'effet antibactérienne de l'huile essentielle d'eucalyptus globulus, Mémoire de magister, université de Badji Moukhtar, Annaba.

Lardy J M., Haberkorn V., 2007. L'aromathérapie et les huiles essentielles, *Revue de Kinésithérapie* 61, 14-17.

Lucchesi M E., 2005. Extraction sans solvant assistée par micro-ondes conception et application à l'extraction des huiles essentielles, Thèse de doctorat en sciences, discipline : Chimie. Université de la Réunion, Faculté des sciences et Technologies.

Lavigne J P., 2007. Bactériologie, collège des universitaires, paris, p 80.

Lozniewski A., Rabaud C., 2010. Nancy Fiches conseils pour la prévention du risque infectieux – Infections associées aux soins.

Messadie G., 1995. Les compacts: les grandes découvertes de la science, Casbah, Alger.

Mohammedi Z., 2006. Etude du pouvoir antimicrobien et antioxydant des huiles essentielles et flavonoides de quelques plantes de la région de Tlemcen. Mémoire de magistère, Université de Tlemcen, 105 p.

Montel M P., 2009. contamination des aliments par les escherichia coli producteurs de siph toxine acido-résistance, shiga-toxines (STEC) en France, et importance de l'acido-résistance des souches, Thèse de Doctorat, école pratique des hautes études, Lyon-France, 72P.

Naghbi F., Mosaddegh M., Mohammadi M S., Ghorbani A., 2005. Labiatae Family in folk Medicine in Iran, From Ethnobotany to Pharmacology Iranian. Journal of Pharmaceutical Research, vol 2 : 63-79.

Nauciel C., Vilde J L., 2005. bactériologie médicale. 2^{ème} édition. masson. Paris, 255P, ISBN : 2-294-01858-3.

Ouelmouhoub S., 2005. Gestion multi-usage et conservation du patrimoine forestier: cas des subéraies du Parc National d'El Kala (Algérie).

Papageorgiou V P., Bakola C N M., Apazidou K K., 1997. Gas chromatography mass spectroscopic analysis of the acidic triterpenic fraction of mastic gum, *Journal of Chromatography*, 729, 263-273.

Papageorgiou V P., Sageredos A N., Moser R., 1981. GLC-MS computer analysis of the essential oil of mastic gum, *ChimicaChronika*, new series 10, 119-124.

Paraschos S., Magiatis P., Mitaku S., Petraki K., Kaliaropoulos A., Maragoudakis P., Menti A., 2007. In vitro and in vivo activity of chios mastic gum extracts and constituents against *Helicobacter pylori*. *Antimicrob. Agents Chemother.*, 51, 551-559.

Pibiri M C., 2005. Assainissement microbiologiques de l'air et des systèmes de ventilation au moyen d'huiles essentielles, Thèse de Doctorat de la Faculté Environnement Naturel, Architectural et Construit, Lausanne, P161.

Pitman V., 2004. Aromatherapy: A Pratical Approach, Ed NELSON THORNES, p1-137.

Porter N., 2001. Essential oils and their production, Grop& Food Research, 39P.

Prescott L., Harley J., Klein D., 2003. microbiologie, 2^{ème} Edition de boeckunivercite-bruxelles, 1137P.

Quezel P., Santa S., 1962. Nouvelle Flore d'Algérie et des Régions Désertiques Méridionales, Tome I, Centre Nationale de la Rrcherche Scientifique, p 611

Revuz J E R., 1996. Traité EMC: cosmétologie et dermatologie, Ed Elsevier Masson, 500P.

Richard H., 1974. Quelques épices et aromates et leurs huiles essentielles, *In Actualités scientifiques et techniques en industries agro-alimentaires*, IalineAgorial – Normandie.

Robinson T., 1991. The organic constituents of higher plants. The chemistry and interrelationships. Cordus Press, MA, USA.

Romani P., Pinelli C., Galardi N., Mulinacci M T., 2002. Identification and quantification of galloyl derivatives, flavonoid glycosides and anthocyanins in leaves of *PistaciaLentiscus*L. *Phytochem Anal* , 79-86.

Roux D., 2008. Conseil en aromathérapie, Ed Pro-officina, 187p.

Rose J., Earle S., 1996 . the word of aromatherapy, Ed Frog Books, 368p.

Sawamura M., 2011. Citrus essential oils: flavor and fragrance, Ed John Wiley and Sons, 398 p.

Sebai M., Boudali M., 2009-2012. la phytothérapie entre confiance et méfiance, mémoire professionnel infirmier de la sante publique, institut de formation paramédicale CHETTIA, P9-12, 56.

Shelef L A., Naglik A Bogen D W., Sensitivity of some common foodborne bacteria to the spices sage, rosemary and allspice. *J. FdSci.*, 45, 1042-1044.

Singleton P., 2005. traduit de l'anglais par dusart. J, bactériologie pour la médecine, la biologie et la biotechnologie, 6^{ème} édition, Dunod,Paris, P33.

Svoboda K P., Hampson J B., 1999. Bioactivity of essential oils of selected temperate aromatic plants : antibacterial, antioxidant, anti-inflammatory and other related pharmacological activities, Plant Biology Departement, SAC Auchincruive, Ayr Scotland.

Tassou C C., Nychas G J E., 1996. antimicrobial activity of the essential oil of Mastic Gum (*Pistacialentiscus var. chia*) on Gram Positive and Gram Negative Bacteria in Broth and in Model Food System, Elsevier Science Limited 411-420, 0964-8305/95.

Trabelsi H., Cherif O A., Sakouhi F., Barouh N., 2011. Total lipid content, fatty acids and 4- desmethylsterols accumulation in developing fruit of *Pistacialentiscus*L. growing wild in Tunisia, *Food Chemistry*, Epub.

Willem J P., 2004. Les huiles essentielles, médecine d'avenir, Ed du Dauphin, 318p.

Wilson R., 2002. Aromatherapy: Essential oils for Vibrant Health and Beauty; Ed PENGUIN PUTNAM, P1- 24.

Yahya M., 1992. La Thérapeutique par les Plantes Communes en Algérie, Ain Taya , p59.

Yala D., Merad A S., Mohammedi D., Ouarkorich M N., 2001. Résistance bactérienne aux antibiotiques. Médecine de Maghreb, p14, 91.

Zhiri A., A 2006. Aromathérapie Nutranews, Ed FONDATION LIBRE CHOIX, p2-16.

Zhiri A., 2006 Les huiles essentielles un pouvoir antimicrobien avéré, Nutra News, Science, Nutrition, Prévention et santé, Edité par la Fondation pour le libre choix.

Site web :

(01) :<http://www.phac-aspc.gc.ca/lab-bio/res/psds-ftss/vibrio-cholerae-fra.php> le 13/ 03/ 2014 à 16: 05

(02):<http://www.medilexicon.com> le 19/ O3/ 2014 à 16 :23

(03) :www.medical-actu.com le 19/03/2014 à 16 :27

(04) :<http://angines-et-compagnie.blogspot.com> le 02/03/2014 à 23 :34

ANNEXES

Annexe I : composition des milieux de culture en g/ l (Guiraud, 1998).**Gélose SS :**

Pour 1 litre de milieu :

Peptone pancréatique de viande.....	5,0 g
Extrait de viande.....	5,0 g
Lactose	10,0 g
Sels biliaires.....	8,5 g
Citrate de sodium	10,0 g
Thiosulfate de sodium.....	8,5 g
Citrate ferrique ammoniacal.....	1,0 g
Rouge neutre.....	25,0 mg
Vert brillant.....	0,33 mg
Agar agar bactériologique.....	15,0 g

PH = 7

Chapman :

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

PH= 7,4

Gélose Mueller Hinton :

Extrait de viande..... 03g

Hydrolysate acide de caséine7,5 g

Agar 18g

PH= 7,4

King A :

Peptone.....20g

Agar purifié12 g

K₂SO₄ (anhydre)..... 10 g

MgCl₂ (anhydre)..... 1,4 g

PH = 7,1

Gélose nutritive:

Peptone..... 10 g

Extrait de viande..... 5 g

Chlorure de sodium5g

Gélose15g

PH = 7,2

Gélose nutritive alcaline :

Peptone20 g

Chlorure de sodium..... 5 g

Gélose20 g

PH = 8

Résumé :

Les huiles essentielles et leurs constituants ont une longue histoire comme agents antibactérien. Notre étude est axée sur l'extraction de l'huile essentielle de *Pistacia lentiscus* issue de la région de Guelma, à partir de ses feuilles et tester son activité sur des bactéries potentiellement pathogènes : Gram⁻ (*Escherichia coli* ATCC 25922, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Proteus mirabilis* ATCC 35659 et *Vibrio cholerae* ATCC 19119) et des bactéries Gram⁺ (*Staphylococcus aureus* ATCC 25923 et *Bacillus cereus* ATCC 11778).

Les résultats obtenus ont montré que les diamètres d'inhibition varient selon les souches : *Vibrio cholerae* et la plus sensible à l'huile essentielle avec un diamètre de 15 mm, par la suite vient *P.mirabilis* avec un diamètre de 13mm, 11 mm pour *S. aureus*, 10 mm pour *B.cereus*, 8 mm pour *E.coli* et enfin aucune zone d'inhibition pour *P.aeruginosa* (souche insensible à l'HE). L'activité antibactérienne de l'huile essentielle de *Pistacia lentiscus* rivalise bien avec celle des antibiotiques.

Mots clé : Huiles essentielles, *Pistacia lentiscus*, activité antibactérienne, antibiotiques, bactéries pathogènes.

Abstract:

Essential oils and their constituents have a long history as antibacterial agent. Our study focuses on the extraction of the essential oil of *pistacia lentiscus*, collected in the region of guelma from their leaves and tested the antibacterial activity of this oil to potentially pathogenic bacteria : Gram⁻ (*Escherichia coli* ATCC 25922, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Proteus mirabilis* ATCC 35659 et *Vibrio cholerae* ATCC 19119) and Gram⁺ bacteria (*Staphylococcus aureus* ATCC 25923 et *Bacillus cereus* ATCC 11778).

The results obtained demonstrated that inhibition diameters vary depending on the strain : *V.cholerae* is the most sensitive to the essential oil with a diameter of 15 mm, after *P.mirabilis* 13 mm, 11 mm for *S. aureus*, 10 mm for *B.cereus*, 8 mm for *E.coli* and no inhibition are a for *P.aeruginosa* (no sensitive strain). The antibacterial activity of essential oil of *pistacia lentiscus*, rivals well with the antibiotics activity.

Keywords: Essential oils, *Pistacia lentiscus*, antibacterial, antibiotics, pathogenic bacteria.

المخلص:

ان الزيوت الأساسية وناخبهم لها تاريخ طويل كعوامل مضادة للجراثيم. وتركز دراستنا على استخراج الزيت العطري من الضرور لمنطقة قالمة، من أوراقها واختبار نشاطه على الجراثيم المحرصة : غرام⁻ (الإشريكية القولونية ATCC 25922، الزائفة الزنجارية ATCC 27853 ، المتقلبة الرائحة ATCC 35659 وضمة الكوليرا ATCC 19119) البكتيريا غرام⁺ (المكورات العنقودية الذهبية ATCC 25923 والعصوية الشمعية ATCC 11778).

أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن أقطار التثبيط تختلف تبعا لسلالة : ضمة الكوليرا هي الأكثر حساسية للزيوت الأساسية التي يبلغ قطرها 15 ملم، و بعدها تأتي المتقلبة بقطر 13ملم، و 11 ملم المكورات العنقودية الذهبية، 10 ملم والعصوية الشمعية ، 8 ملم الإشريكية القولونية ، وأخيرا لا توجد منطقة تثبيط للزائفة الزنجارية (سلالة حساسة للزيت العطري). النشاط المضاد للبكتيريا للزيت العطري للضرور يقارن بأنه احسن من المضادات الحيوية.

الكلمات الرئيسية: الزيوت العطرية، الضرور، مضاد للجراثيم، المضادات الحيوية، البكتيريا المسببة للا مراض.