

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

UNIVERSITE 8 Mai 1945 de GUELMA

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DES VIE ET DES SCIENCES
DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS

DEPARTEMENT DES SCIENCES 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: Etude de l'activité antibactérienne de l'huile essentielle des fleurs de *Jasminum officinalis* de la région de Guelma

Présenté par :

- Bouchair Karima
- Zamitti Fairouz

Membres de jury :

Président : Mr. Younci Mourad	M.C.B	Université de Guelma
Examinatrice : Mme.Drif Fahima	M.C.B	Université de Guelma
Encadreur : M ^{elle} .Zidi Sourour	M.A.A	Université de Guelma

Juin 2015

REMERCIEMENTS

Nos remerciements, avant tout d'abord à Dieu « الله » le tout puissant pour la volonté, la santé, et la patience qu'il nous a donné durant toutes ces années.

On tient à exprimer notre gratitude à Mr. YOUNCI M. M.C.B et Mme.DRIFE F M.C.B. à l'Université de 08 Mai 1945 de Guelma pour avoir accepté de juger ce travail.

Nous tenons en fin, à exprimer notre profonde reconnaissance à notre encadreur M^{elle} ZIDI SOUROUR. Maitre-assistant à l'université de Guelma d'avoir accepté de nous encadrer durant ce travail. Son soutien scientifique, ses remarques et critiques, sa modestie nous ont aidé à mener à bien ce travail.

Nos vifs remerciements s'adressent également au Dr.DJAHOUDI A. Maitre de conférence en Microbiologie pour son aide très précieuse et au Dr.BENAADJA S. Maitre de conférence en botanique médicale, de la faculté de Médecine -Département de Pharmacie- Annaba, pour ses valeureux conseils.

Nous remercions très sincèrement Mme.ASSIA l'ingénieur du laboratoire de recherche de Chimie Analytique «LCA», et Mr. AMAR du laboratoire de chimie, de l'Université du 08 Mai 1945 -Guelma.

Nous tenons à remercier Mr.DJIRADI ABEDERAHMAN de la DDS de Guelma ainsi que Mr.MOUHAMED BOUCHAREB- le chef du laboratoire de Bactériologie de l'hôpital Ibn Zohr - Guelma.

A la technicienne du laboratoire de biochimie,-Université de Guelma-, Mme Ratiba, de nous avoir soutenu durant toute cette période de travail au sein de ce laboratoire, sans oublier Ghaniya ,Wafa ,Asma et Houria qui nous ont facilité la tâche.

Un grand merci à nos parents, pour tout l'amour et le soutien qu'ils nous ont apporté, pendant toute notre vie. Ils ont toujours été une source de tendresse et un modèle de travail, de sagesse et d'humilité.

Nos sincères remerciements vont aussi :

-A nos frères.

-A nos amies et camarades.



Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction.....01

Partie bibliographique

Chapitre I : Des bactéries aux antibiotiques

I. Les bactéries.....	0	Erreur ! Signet non défini.
I.1. Vue d'ensemble sur le monde bactérien	0	Erreur ! Signet non défini.
I.2. Bactériologie médicale.....	0	Erreur ! Signet non défini.
2.1. <i>Escherichia coli</i>	0	Erreur ! Signet non défini.
2.1.1. Définition	0	Erreur ! Signet non défini.
2.1.2. Habitat	0	Erreur ! Signet non défini.
2.1.3. Pouvoir pathogène.....	0	Erreur ! Signet non défini.
2.1.4. Sensibilité aux antibiotiques.....	0	Erreur ! Signet non défini.
2.2. <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0	Erreur ! Signet non défini.
2.2.1. Définition	0	Erreur ! Signet non défini.
2.2.2. Habitat	0	Erreur ! Signet non défini.
2.2.3. Pouvoir pathogène.....	0	Erreur ! Signet non défini.
2.2.4. Sensibilité aux antibiotiques.....	0	Erreur ! Signet non défini.
2.3. <i>Klebsiella pneumoniae</i>	0	Erreur ! Signet non défini.
2.3.1. Définition	0	Erreur ! Signet non défini.
2.3.2. Habitat	0	Erreur ! Signet non défini.
2.3.3. Pouvoir pathogène.....	0	Erreur ! Signet non défini.
2.3.4. Sensibilité aux antibiotiques.....	0	Erreur ! Signet non défini.
2.4. <i>Staphylococcus aureus</i>	0	Erreur ! Signet non défini.
2.4.1. Définition	0	Erreur ! Signet non défini.



2.4.2. Habitat	0	Erreur ! Signet non défini.
2.4.3. Pouvoir pathogène	0	Erreur ! Signet non défini.
2.4.4. Sensibilité aux antibiotiques.....	0	Erreur ! Signet non défini.
II. L'antibiothérapie.....	0	Erreur ! Signet non défini.
II.1. Définition d'un antibiotique	0	Erreur ! Signet non défini.
II.2. Mode d'action des antibiotiques.....	0	Erreur ! Signet non défini.
II.3. La résistance aux antibiotiques.....	0	Erreur ! Signet non défini.
3.1. La résistance naturelle	0	Erreur ! Signet non défini.
3.2. La résistance acquise.....		Erreur ! Signet non défini.
II.4. Spèctre d'activité et de sensibilité.....		Erreur ! Signet non défini.

Chapitre II :Les plantes médicinales et les huiles essentielles

I. La phytothérapie		Erreur ! Signet non défini.
I.1. Définition		Erreur ! Signet non défini.
I.2. Les différents types de la Phytothérapie		Erreur ! Signet non défini.
2.1. L'aromathérapie		Erreur ! Signet non défini.
2.2. La gemmothérapie.....		Erreur ! Signet non défini.
2.3. L'herboristerie.....		Erreur ! Signet non défini.
2.4. L'homéopathie		Erreur ! Signet non défini.
2.5. La phytothérapie pharmaceutique		Erreur ! Signet non défini.
I.3. Les avantages et les inconvénients de la phytothérapie.....		Erreur ! Signet non défini.
3.1. Les avantages		Erreur ! Signet non défini.
3.2. Les inconvénients.....		Erreur ! Signet non défini.
I.4. Les plantes médicinales		Erreur ! Signet non défini.
4.1. Définition		Erreur ! Signet non défini.
4.2. Les métabolites secondaires.....		Erreur ! Signet non défini.



4.2.1. Définition	Erreur ! Signet non défini.
4.2.2. Classification	Erreur ! Signet non défini.
A. Les polyphénols.....	Erreur ! Signet non défini.
a. Les acides phénoliques	Erreur ! Signet non défini.
b. Les lignines	Erreur ! Signet non défini.
c. Les coumarines	Erreur ! Signet non défini.
d. Les quinones.....	Erreur ! Signet non défini.
e. Les flavonoïdes.....	Erreur ! Signet non défini.
f. Les tanins	Erreur ! Signet non défini.
B. Les alcaloïdes	Erreur ! Signet non défini.
C. Terpènes et stéroïdes.....	Erreur ! Signet non défini.
D. Les saponines	Erreur ! Signet non défini.
II. L'aromathérapie.....	Erreur ! Signet non défini.
II.1. Définition des huiles essentielles.....	Erreur ! Signet non défini.
II.2. Composition chimique.....	Erreur ! Signet non défini.
II.3. Généralités sur les huiles essentielles	Erreur ! Signet non défini.
II.4. Méthodes d'extraction	Erreur ! Signet non défini.
II.5. Le mode d'action des huiles essentielles (action antimicrobienne).....	Erreur ! Signet non défini.
II.6. Domaine d'utilisation des huiles essentielles	Erreur ! Signet non défini.
6.1. L'alimentation	22
6.2. L'industrie cosmétique.....	Erreur ! Signet non défini.
6.3. Domaine médical.....	23

Chapitre III: *Jasminum officinalis*

I. Description botanique	24
I.1. Les tiges	24
I.2. Les feuilles	24



1.3. Les fleurs	24
1.4. Les racines.....	24
I.5. Habitat et origine.....	25
II. Systématique.....	26
III. La culture du jasmin	26
IV. Rendement en fleurs et cueillette	27
V. L'huile essentielle de jasmin	27
VI. Etude des propriétés pharmacologiques du Jasmin.....	27
VI.1. Activité antibactérienne	28
VI.2. Activité anti-ulcère et anti-oxydante	28
VI.3. Activité anti-acnéique	28
VI.4. Antifongique	28
VI.5. Activité cicatrisante.....	28
VI.6. Action anticancéreuse sur les cellules animales	29

Partie expérimentale

Matériel et méthodes

I. Etude phytochimique	Erreur ! Signet non défini.
I.1. Récolte et séchage du matériel végétal	Erreur ! Signet non défini.
I.2. Tests préliminaires	Erreur ! Signet non défini.
II. Extraction des huiles essentielles.....	Erreur ! Signet non défini.
III. Etude bactériologique.....	Erreur ! Signet non défini.
III.1. Les souches bactériennes testées	Erreur ! Signet non défini.
III.2. Les milieux de culture utilisés.....	Erreur ! Signet non défini.
III.3. Méthode d'étude du pouvoir antibactérien de l'huile essentielle de Jasmin.....	Erreur ! Signet non défini.
3.1. Préparation de l'inoculum	Erreur ! Signet non défini.
3.2. Mode d'ensemencement.....	Erreur ! Signet non défini.



3.3. Méthode de diffusion en milieu solide **Erreur ! Signet non défini.**

3.4. Méthode des microdilutions en milieu liquide **Erreur ! Signet non défini.**

Résultats et discussion

I. Résultats **Erreur ! Signet non défini.**

I.1. L'étude phytochimique **Erreur ! Signet non défini.**

I.2. Le rendement en huile essentielle **Erreur ! Signet non défini.**

II. Résultats de l'activité antibactérienne **Erreur ! Signet non défini.**

II.1. Antibiogramme **Erreur ! Signet non défini.**

II.2. Méthode de dilution en milieu solide (Aromatogramme) **Erreur ! Signet non défini.**

II.3. Méthode de dilution en milieu liquide **Erreur ! Signet non défini.**

3.1. La Concentration Minimale Inhibitrice (CMI) **Erreur ! Signet non défini.**

3.2. La concentration minimale bactéricide (CMB) **Erreur ! Signet non défini.**

II.4. Comparaison entre l'activité antibactérienne de l'HE de *J.officinalis* et des
ATB..... **Erreur ! Signet non défini.**

Conclusion 52

Résumé

Abstract

ملخص

Références bibliographiques

Annexes

Liste des abréviations

°C : degré Celsius

µl : Microlitre

ADN : Acide désoxyribonucléique

ARN : Acide ribonucléique

ATCC: American Type Culture Collection

C₂H₃NaO₂ : Acétate de sodium

C₂H₆O : Ethanol absolu

C₂H₈O₇ : Acide acétique

CHCL₃ : Chloroform

Cm : centimètre

CMB : Concentration Minimale Bactéricide

CMI : Concentration Minimale Inhibitrice

DMSO : Diméthylsulfoxyde

DO : Densité Optique

FeCL₃ : Chlorure ferrique

g : gramme

h : heure

H₂SO₄ : Acide sulfurique

HCL : Acide hydrochloride

HE : Huile essentielle

HES: Huiles Essentielles

HgCL₂ : Chlorure de mercure

J : Jasminum

KI : Potassium Iodure

ml : millimètre

mm : millimètre

NaOH : Sodium hydroxide

NH₄OH : Hydroxyde d'ammonium

nm : nanomètre

UFC : Unité Française Colonie

UV : Ultra-Violet

Listes des figures

Figure N°	Les titres des figures	N° page
Figure 1	Mode d'action des antibiotiques	09
Figure 2	La composition chimique des huiles essentielles	19
Figure 3	Schéma du principe de la technique d'hydrodistillation	20
Figure 4	Action des huiles essentielles et de leurs constituants sur la cellule bactérienne	22
Figure 5	La feuille et la tige du Jasmin	25
Figure 6	La fleur et la racine du Jasmin	25
Figure 7	Appareil d'hydrodistillation	33
Figure 8	Principe de L'Aromatogramme	37
Figure 9	La dilution de l'HE	39
Figure 10	Méthode de détermination de CMI et CMB en milieu liquide	41
Figure 11	Détermination de la CMI pour <i>E.coli</i> et <i>S. aureus</i>	45
Figure 12	Détermination de la CMI pour <i>K. pneumoniae</i> et <i>P. aeruginosa</i>	46
Figure 13	La CMB des souches <i>S. aureus</i> et <i>P.aeruginosa</i>	47
Figure 14	Présentation graphique des tests de l'aromatogramme et de l'antibiogramme sur <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923	48
Figure 15	Présentation graphique des tests de l'aromatogramme et de l'antibiogramme sur <i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	48

Figure 16	Présentation graphique des tests de l'aromatogramme et de l'antibiogramme sur <i>Klebsiella pneumoniae</i> ATCC 700603	49
Figure 17	Présentation graphique des tests de l'aromatogramme et de l'antibiogramme sur <i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 27853	49

Liste des tableaux

Tableaux N°	Les titres des tableaux	N° page
Tableau 1	Les espèces bactériennes sélectionnées	34
Tableau 2	Valeurs critiques des zones d'inhibition formées par les antibiotiques appliqués pour toutes les bactéries utilisées	37
Tableau 3	Evaluation de l'effet antibactérien des HES selon le diamètre d'inhibition	39
Tableau 4	Screening phytochimique de la poudre des fleurs du <i>J.officinalis</i> .	42
Tableau 5	Résultats de l'antibiogramme	43
Tableau 6	Diamètre et pourcentage d'inhibition des souches testées	44



Depuis longtemps, Les plantes médicinales ont été employées en phytothérapie comme remèdes aux maladies humaines, et leurs vertus curatives se sont transmises de génération à génération vue leur richesse en certaines, voire en milliers de composants de valeur thérapeutique. (**Verdrager ,1978 ; Iserin,2001**).

De nos jours, l'action de la médecine moderne soulage dans les cas extrêmes, les patients de manière indéniable et sauve de nombreuses vies, toutefois malgré les énormes progrès réalisés par cette médecine, les effets secondaires induits par les produits pharmaceutiques inquiètent les utilisateurs qui se tournent vers des soins moins agressifs pour l'organisme. La phytothérapie offre de multiples avantages notamment dans le cas où l'efficacité des médicaments décroît, en prenant l'exemple du phénomène de la résistance bactérienne due aux antibiotiques (**Larousse,2001 ;Fernandez,2003**).

Certaines plantes font l'objet de nombreuses recherches *in vitro* comme *in vivo* et peuvent constituer une source majeure de médicaments grâce à leur richesse en constituants naturels appelés métabolites secondaires représentés par les composés phénoliques, les saponosides, les alcaloïdes et les huiles essentielles...etc (**Guignard et Henry ,1985**).

Les HES comptent parmi les plus importants principes actifs des plantes aromatiques. Leur activité thérapeutique dépend principalement de leur composition chimique. Elles possèdent des propriétés plus ou moins connues comme leur usage en tant qu'anti-infectieux, cependant, l'évaluation de ces propriétés phytothérapeutiques notamment leur activité antibactérienne demeure une tâche très intéressante et utile en particulier pour les plantes médicinales les plus connues et les plus utilisées en médecine traditionnelle, (**Boyd et al., 2003 ; El Ajjouri et al 2008**).

Parmi ces dernières, on a le Jasmin ou *Jasminum officinalis* qui est un groupe important de plantes à fleurs parfumées, largement cultivées et utilisées en cosmétologie et par les industries pharmaceutiques, en effet, plusieurs recherches scientifiques sur leurs différentes parties ont été réalisées et ont touché notamment le domaine des anticancéreux (**Azalenko, 2005**).

En raison des différentes vertus de cette plante et du grand problème de la résistance bactérienne due aux antibiotiques, nous nous sommes orientées et intéressées dans notre



travail, à l'étude d'un autre effet du Jasmin qui est l'évaluation de l'activité antibactérienne de son HE extraite à partir de ses fleurs.

Notre étude sera donc initiée par :

-Une partie bibliographique qui regroupe trois chapitres dont le premier concerne les bactéries et les antibiotiques, suivit d'un chapitre qui sera consacré aux principaux éléments actifs des plantes médicinales, leur classification et leurs propriétés pharmacologiques. Une description détaillée de la plante étudiée sera donnée dans le dernier chapitre.

La deuxième partie est une partie expérimentale portant sur l'évaluation du pouvoir antibactérien de l'HE du Jasmin vis-à-vis de certaines souches bactériennes référencées (*E. coli* ATCC 25922, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Klebsiella pneumoniae* ATCC 700603).



I. Les bactéries

I.1. Vue d'ensemble sur le monde bactérien

L'examen superficiel du monde microbien montre que les bactéries sont un des groupes les plus importants quel que soit les critères utilisés : nombre des organismes, importance écologique, ou importance pratique pour l'homme. En outre, la plus grande partie de notre compréhension des phénomènes en biochimie et en biologie moléculaire vient de la recherche sur les bactéries (**Paul, 2005**).

Les bactéries sont des micro-organismes unicellulaires classées parmi les procaryotes, car ils ne possèdent pas de membrane nucléaire. Ce caractère les distingue des autres organismes unicellulaires classés parmi les eucaryotes (champignons, algues, protozoaires). On distingue aussi les bactéries proprement dites (Bacteria) des bactéries primitives (Archaea). Toutes les bactéries rencontrées en pathologies appartiennent aux Bactéria.

Les cellules procaryotes ont généralement un diamètre inférieur à 1 μ m. On peut les voir au microscope optique à l'état frais ou après coloration. Leur forme peut être sphérique (Cocci), en bâtonnet (bacilles), incurvée (vibrion) ou spirale spirochètes. Les détails de leur structure ne sont visibles qu'en microscopie électronique (**Nauciel et Lvildé, 2005**).

Les caractères morphologiques parois et membranes, ou autres structures tels que les antigènes somatiques, capsulaires, flagellaires..., représentent une architecture essentielle pour s'adapter aux situations de l'environnement (température, osmose, Ph) et pour se fixer sur des supports (cellules), se nourrir, coloniser, infecter et pour résister aux substances antibactériennes (**Leclerc et al., 1995**).

I.2. Bactériologie médicale

Avec la diversité des bactéries responsables de maladies infectieuses plus ou moins graves, il ne sera évoqué que celles faisant l'objet des expérimentations pratiques. La plupart des bactéries étudiées ont un pouvoir pathogène naturel et sont résistantes naturellement à certains antibiotiques (**Leclerc et al., 1995**).

2.1. *Escherichia coli*

2.1.1. Définition

Escherichia coli sont des entérobactéries. Ce sont des bacilles à Gram négatif dont la plupart sont mobiles grâce à des flagelles disposés d'une manière péri triche. Elles se cultivent



facilement sur les milieux usuels et sont aéro-anaérobies facultatifs, capable de fermenter le lactose et de produire de l'indole (Nauciel et Lvildé ,2005).

2.1.2. Habitat

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 (Denis et Marie ,2013).

2.1.3. Pouvoir pathogène

Les infections à *E. coli* sont de deux types :

- **L'infection intestinale**

Responsable de gastro-entérites ayant des traductions cliniques variables : diarrhée d'allure banale, diarrhée sanglante, diarrhée cholériforme. Chez le nourrisson, elle peut entraîner assez rapidement un état de déshydratation

- **Les infections extra-intestinales**

E. coli est la bactérie la plus souvent en cause dans les infections urinaires. Elle est plus fréquente chez la femme en raison de la brièveté de l'urètre. Chez l'homme, l'infection est généralement secondaire a un obstacle sur les voies urinaires. Elle peut se compliquer de prostatite, et peut se traduire aussi par une méningite ou une septicémie qui peut s'agir d'infections communautaires ou nosocomiales (Nauciel et Lvildé ,2005 ; Denis et Marie ,2013).

2.1.4. Sensibilité aux antibiotiques

Les souches de type sauvage sont sensibles à tous les antibiotiques actifs sur les bactéries à Gram négatif. Malheureusement beaucoup de souche ont acquis des résistances surtout en milieux hospitalier. Il s'agit en particulier de souches productrices de pénicillinase (Leclerc et al ., 1995).

2.2. *Pseudomonas aeruginosa*

2.2.1. Définition

P. aeruginosa sont les espèces du genre *Pseudomonas*, bactéries pathogènes opportunistes par excellence. Ce sont des bacilles fins à Gram négatif, mobiles aérobies et



anaérobies facultatifs largement répandus dans le sol et les eaux. Leur métabolisme est respiratoire. Elles sont responsables de suppurations (**Benzeggouta, 2005**).

2.2.2. Habitat

P. aeruginosa sont des espèces bactériennes ubiquitaires, comme toutes les espèces du genre *Pseudomonas* ou apparentés. Ces bactéries ont des exigences nutritives peu importantes et sont capables de survivre dans l'environnement (eaux, air, aliments) et particulièrement en milieu humide. En milieux hospitaliers elles surviennent chez les sujets âgés, immunodéprimés (cancéreux) (**Denis et Marie, 2013**).

2.2.3. Pouvoir pathogène

Les souches de *P. aeruginosa* isolées du tractus respiratoire des sujets (plus de 90) atteints de mucoviscidose,... etc présentent des particularités morphologiques et physiologiques à prendre en compte lors de l'analyse bactériologique.

Dans les infections nosocomiales, elles sont impliquées dans les pneumopathies chez les malades sous respirateur, les infections urinaires chez les malades sondés, les infections cutanées secondaires a des brûlures, les infections ostéo-articulaires sur matériel (**Leclerc et al.,1995 ;Nauciel et Lvildé ,2005**).

2.2.4. Sensibilité aux antibiotiques

P. aeruginosa est naturellement résistante à de très nombreuses β -Lactamines : par une mauvaise perméabilité membranaire, l'existence de mécanismes d'efflux actif et par une production d'une céphalosporinase chromosomique inductible (**Nauciel et Lvildé ,2005**).

2.3. *Klebsiella pneumoniae*

2.3.1. Définition

Le genre *Klebsiella* rassemble des bacilles à Gram négatif de 0.3 à 1.0 μ m de diamètre sur 0.6 à 6 μ m de longueur, se présentant de manière isolée, ou groupés par deux ou en courtes chaînes et présentant les caractères généraux de la famille des enterobacteriaceae (**Ayan et al.,2003**).

Ce sont des bactéries immobiles, non sporulées, aero-anaérobies, ayant un métabolisme respiratoire et fermentatif, fermentant le glucose avec production de gaz, oxydase négative, catalase positive ...etc. ne produisant pas d'hydrogène sulfuré et fermentant de nombreux sucres dont l'inositol (**Jarlier et Nordmann , 2000**).



2.3.2. Habitat

K.pneumoniae est une espèce ubiquiste, isolée des eaux de Surface, des eaux usées, des effluents industriels, du sol, du bois, de végétaux divers et des aliments .Elle est également retrouvée dans la flore fécale d'environ 30% des animaux et de l'homme. Elle existe à l'état commensal sur la peau et les muqueuses, notamment respiratoires (**Baerwolf et al.,2002**).

2.3.3. Pouvoir pathogène

K.p est responsable d'infections survenues dans 25 % des cas : infections suppuratives, urinaires, respiratoires, biliaires, hépatiques intra-abdominales, bactériémies, septicémies,et surtout des infections nosocomiales.

Exemple :

- L'arthrite à *K.p* est rare mais elle peut détruire l'articulation provoquant un handicap définitif
- *K.p* est pathogène chez l'immunodéprimé, souvent traité par les antibiotiques, chez lequel elle est parfois inoculée lors de manœuvres dans un but diagnostique ou thérapeutique (**Chung et al., 1992**).

2.3.4. Sensibilité aux antibiotiques

K. pneumoniae est naturellement résistante aux aminopénicillines (Amoxicilline, Tétracycline) par production d'une β -lactamase de classe A (**Paul, 2005**).

2.4. *Staphylococcus aureus*

2.4.1. Définition

Les staphylocoques dorés ou *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*), sont des cocci à Gram positif, groupés en Amas ayant la forme de grappes de raisin, immobiles, non sporulés (**Benzeggouta, 2005**).

Les bactéries se cultivent facilement dans les milieux usuels et aussi sur les milieux riches en NaCl. *S. aureus* doit son nom d'espèce à l'aspect pigmenté de ses colonies. Elle possède une coagulase (Enzyme provoquant la coagulation du plasma), ce qui la distingue de la plupart des autres espèces de staphylocoques et peut produire de nombreuses toxines (**Leclerc et al ., 1995**).



2.4.2. Habitat

S.aureus est un commensal de la peau et des muqueuses de l'homme et des animaux (rhino-Pharynx, intestin). On le trouve sur la muqueuse (principalement, les fosses nasales) et des zones cutanées humides (épisiotomie, aisselles) (Nauciel et Lvildé ,2005).

2.4.3. Pouvoir pathogène

Responsable de diverses infections purulentes : furoncles, anthrax, infections des plaies, ostéomyélites ou post-chirurgicales ainsi que dans les arthrites suppurées. Il peut être également responsable de gastro-entérites alimentaires (Leclerc et al., 1995).

Des atteintes pulmonaires peuvent s'observer notamment chez le nourrisson et chez les malades sous ventilation assistée. Elles peuvent parfois se compliquer de pleurésie purulente.

2.4.4. Sensibilité aux antibiotiques

Les souches communautaires sont généralement résistantes aux pénicillines G et A, mais sensibles aux pénicillines M (et aux céphalosporines).Elles sont souvent sensibles aux macrolides, aux synergistines, et aux fluoroquinolones (Nauciel et Lvildé ,2005 ; Denis et Marie, 2013).

II. L'antibiothérapie

II.1. Définition d'un antibiotique

En 1942, Waksman a défini les antibiotiques comme des substances chimiques, produites par des micro-organismes et capables, à faible concentration, d'inhiber la croissance d'autres micro-organismes ou même de les détruire (Singh et Barrett,2006); dans lesquelles elles pénètrent en perturbant le métabolisme (Garnier, 1992), ou en agissant spécifiquement sur une étape essentielle de ce dernier (Berche et al., 1989) , mais qui sont dépourvus de toxicité pour les autres cellules humaines ou animales (Leclerc et al., 1995).

Le cadre des antibiotiques était limité d'abord à des substances d'origine biologique produites par des champignons. Il s'est élargi plus tard, et comprend actuellement d'autres produits possédant la même action antibactérienne, mais obtenus par synthèse (Garnier, 1992).



Les antibiotiques utilisables en thérapeutique sont très nombreux et sont regroupés en famille selon leur structure chimique, leur mode d'action, leur spectre antibactérien, leur pharmacocinétique et leurs effets secondaires (Martinez , 2008). La plupart des antibiotiques sont des substances hémi- synthétiques, issues de la modification chimique des molécules naturelles (Newman et al., 2003).

II.2. Mode d'action des antibiotiques

Le mode d'action des antibiotiques est, soit bactériostatique (empêche le développement microbien); soit bactéricide (qui détruit les germes) (Garnier, 1992 ; Khiati, 1998). Chaque antibiotique possède un spectre d'action, qui est la flore microbienne sur laquelle il exerce son activité bactéricide ou bactériostatique, il est d'autant plus large, ou étendu, que le nombre des espèces microbiennes sensibles est grand. Le spectre d'action varie d'un antibiotique à l'autre (Garnier ,1992).

- **Action sur la paroi bactérienne** : L'antibiotique bloque la synthèse de la paroi, ce qui empêche la formation de nouvelles bactéries et peut entraîner la destruction de celles déjà existantes.
- **Action sur la membrane cellulaire** : L'antibiotique a des propriétés de surfactant qui lui permettent de s'insérer parmi les phospholipides de la membrane externe. Cela perturbe la perméabilité membranaire qui augmente de façon anormale et permet la diffusion de substances hydrosolubles hors de la bactérie, ce qui entraîne sa destruction.
- **Action sur la synthèse protéique** : L'antibiotique interfère avec la synthèse protéique bactérienne.
- **Action sur l'ADN** : l'antibiotique va se fixer sur l'ADN et empêcher la progression de l'ADN polymérase. Cela inhibe la réplication de l'ADN, indispensable à la formation de nouvelles bactéries, ainsi que la transcription. L'antibiotique est un analogue structurel d'une molécule précurseur des bases entrant dans la composition des acides nucléiques. La bactérie va l'insérer dans son métabolisme mais les légères différences de structure entre l'antibiotique et le précurseur vont entraîner le blocage des voies métaboliques. La cellule ne peut plus synthétiser les acides nucléiques (voir figure.01) (1).

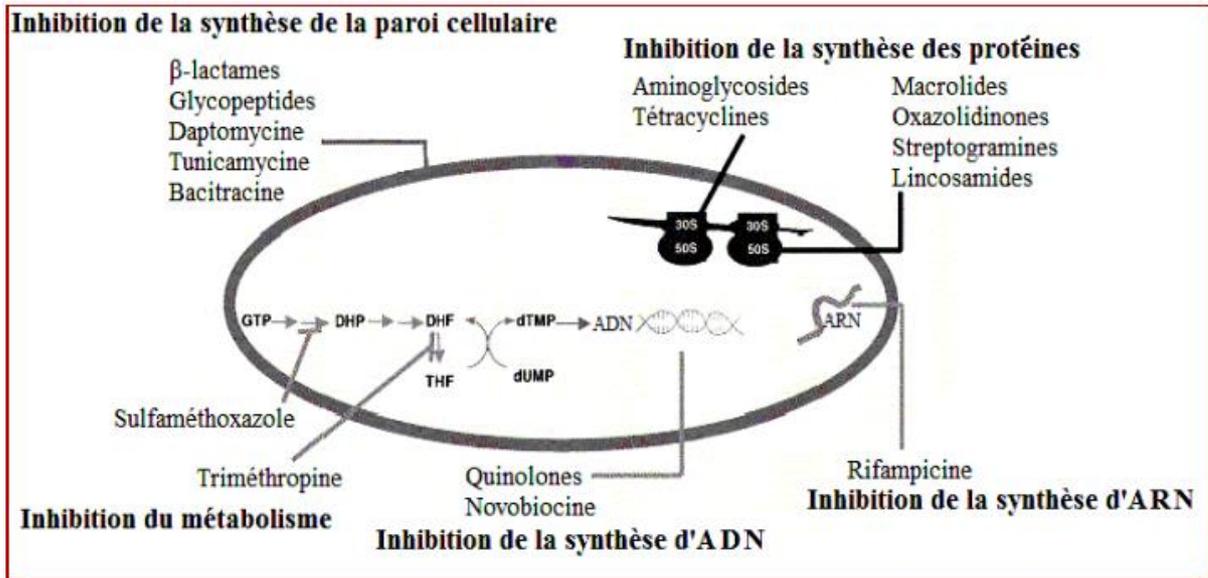


Figure.01 : Mode d'action des antibiotiques (El amri, 2014).

II.3. La résistance aux antibiotiques

La résistance aux antibiotiques est un phénomène général observé pour toutes les espèces bactériennes rencontrées chez l'homme. De plus, on peut assister à des multi-résistances : une bactérie peut être résistante à plusieurs familles d'antibiotiques. Les bactéries ont un grand pouvoir d'adaptation qui leur permet d'acquérir de nouvelles propriétés (modification de leur génome ou information génétique nouvelle) leur permettant de résister aux antibiotiques.

On distingue la résistance naturelle et la résistance acquise :

3.1. La résistance naturelle

Elle concerne toutes les souches d'une espèce bactérienne et préexiste à l'usage des antibiotiques. Cette résistance est chromosomique et a un caractère permanent transmissible aux cellules filles lors de la répllication bactérienne (Normak ,2002).

3.2. La résistance acquise

Elle ne concerne qu'une partie des souches d'une espèce bactérienne normalement sensible et apparait à la suite de l'utilisation des antibiotiques. L'acquisition d'un nouveau mécanisme de résistance résulte :

- Soit d'une mutation survenant sur le chromosome bactérien.



- Soit de l'acquisition d'une information génétique provenant d'une bactérie déjà résistante (Goossens ,2006).

II.4. Spèctre d'activité et de sensibilité

Le spectre d'activité d'un antibiotique, c'est la liste des espèces sur lesquelles il est actif. Le spectre d'activité d'un antibiotique est une notion théorique qui dépend de la résistance naturelle des souches dites sauvages mais diverses modifications génétiques peuvent entraîner une résistance acquise chez certaines souches dont la fréquence peut augmenter considérablement grâce à la pression de sélection exercée par l'antibiotique au cours de son utilisation, limitant ainsi son spectre initial. (Simonet et Sow ,1988).



I. La phytothérapie

I.1. Définition

Traitement ou prévention des maladies par l'usage des plantes, ou la seule "partie Active" de ces plantes ayant des propriétés thérapeutiques. La phytothérapie fait partie des médecines parallèles ou des médecines douces.

Les préparations peuvent être obtenues par macération, infusion, décoction, ou sous forme de teinture, poudre totale, extraits,... etc. Les plantes médicinales peuvent être des espèces cultivées mais dans la plupart des cas des espèces sauvages (**Zaghad, 2009 ; Mohammedi, 2013**).

I.2. Les différents types de la Phytothérapie

2.1. L'aromathérapie

Est une thérapeutique qui utilise les essences des plantes, ou huiles essentielles, substances aromatiques secrétées par de nombreuses familles de plantes. Ces huiles sont des produits complexes à utiliser souvent à travers la peau.

2.2. La gemmothérapie

Se fonde sur l'utilisation d'extraits alcooliques de tissus jeunes de végétaux tels que les bourgeons et les radicules.

2.3. L'herboristerie

Correspond à la méthode de phytothérapie la plus classique et la plus ancienne. L'herboristerie se sert de la plante fraîche ou séchée; elle utilise soit la plante entière, soit une partie de celle-ci.



2.4. L'homéopathie

A recours aux plantes d'une façon prépondérante, mais non exclusive; les trois quarts des souches sont d'origine végétale, le reste étant d'origine animale et minérale.

2.5. La phytothérapie pharmaceutique

Utilise des produits d'origines végétales obtenus par extraction et qui sont dilués dans de l'alcool éthylique ou un autre solvant. Ces extraits sont dosés en quantités suffisantes pour avoir une action soutenue et rapide. Ils sont présentés sous forme de sirop, de gouttes, de gélules, de lyophilisats (**Zaghad, 2009**).

I.3. Les avantages et les inconvénients de la phytothérapie

3.1. Les avantages

Malgré les énormes progrès réalisés par la médecine moderne, la phytothérapie offre de multiples avantages. Aujourd'hui, les traitements à base de plantes reviennent au premier plan, car l'efficacité des médicaments tels que les antibiotiques (considérés comme la solution quasi universelle aux infections graves) décroît, les bactéries et les virus se sont peu à peu adaptés aux médicaments et leur résistent de plus en plus.

3.2. Les inconvénients

Bien sur certaines plantes peuvent s'avérer dangereuses (allant jusqu'à provoquer la mort) mais elles ne seront jamais prescrites, ou seront prescrites à dose minimale. De plus, ce sont des traitements qui conviennent rarement aux enfants ; on les conseille donc rarement (**Zaghad, 2009 ; Mohammadi, 2013**).



I.4. Les plantes médicinales

4.1. Définition

Une plante médicinale est une plante que l'on cultive ou que l'on cueille dans son milieu naturel pour ses propriétés médicinales. *In vivo*, Elle produit sa propre matière organique (comme les glucides, les lipides, donc les principes actifs) à partir de sels minéraux puisés dans le sol et de dioxyde de carbone, assimilé par les feuilles grâce à l'énergie solaire.

L'être humain utilise des plantes depuis des Milliers d'années pour traiter divers maux ; le monde végétal est à grand nombre de médicaments. Récemment, des chercheurs ont estimé qu'il existe environ 400 000 espèces de plantes dans le monde, dont environ le quart ou le tiers ont été utilisées par les sociétés à des fins médicinales (**Essou, 2011 et Rakholiya, 2013 ;Dossevi**).

4.2. Les métabolites secondaires

4.2.1. Définition

Les métabolites secondaires représentent une variété très large de composés organiques sans fonction directe dans la croissance et le développement des plantes. Cependant, ils jouent d'autres rôles importants, dans : l'odorat, la protection contre les insectes, les herbivores et les radiations ultra-violettes solaires. Comme ils ont aussi un rôle important dans les interactions de la plante avec son environnement, tel que l'attraction des insectes pollinisateurs (**Greathead , 2003**).

4.2.2. Classification

Les métabolites secondaires sont produits en très faible quantité, il existe plus de 200 000 métabolites secondaires classés selon leur appartenance chimique en l'occurrence, les terpènes, les alcaloïdes, les composés acétyléniques, les cires, et les composés phénoliques (**Vermerris, 2006**).



On distingue trois classes principales :

A. Les polyphénols

Les polyphénols ou composés phénoliques forment une grande classe de produits chimiques qu'on trouve dans les plantes au niveau des tissus superficiels. Ce sont des composés photochimiques polyhydroxylés et comprenant au moins un noyau aromatique à 6 carbones. Ils se subdivisent en sous classes principales; les acides phénols, les flavonoïdes, les lignines, les tanins... (**Sarni-manchado et Veronique, 2006**).

a. Les acides phénoliques

Les phénols ou les acides phénoliques sont des petites molécules constituées d'un noyau benzénique et au moins d'un groupe hydroxyle. Elles peuvent être estérifiées, ou étherifiées et liées à des sucres sous forme d'hétérosides. Ces phénols sont solubles dans les solvants polaires, et leur biosynthèse dérive de l'acide benzoïque et de l'acide cinnamique. Les phénols possèdent des activités anti-inflammatoires, antiseptiques et analgésiques (**Wichtl et Anton, 2009**).

b. Les lignines

Composés qui s'accumulent au niveau des parois cellulaires (tissus des sclérenchymes ou le noyau des fruits), et au niveau de la sève brute. Ils permettent la rigidité des fibres, et ils sont le résultat d'association de trois unités phénoliques de base dénommées monolignols de caractère hydrophobe (**Sarni-manchado et Veronique, 2006**).

c. Les coumarines

Les coumarines sont parmi les composés phénoliques les plus connus. Elles sont substituées en C-7 par un hydroxyle. La 7-hydroxycoumarine, connue sous le nom d'ombelliférone. Les coumarines sont de différents types. Elles se trouvent dans de nombreuses espèces végétales et sont connues par leurs activités cytotoxiques, antivirales, immunostimulantes, tranquillisantes, vasodilatatrices, anticoagulantes (au niveau du cœur), hypotensives ; elles sont également bénéfiques en cas d'affections cutanées (**Igor, 2002**).



d. Les quinones

Ce sont des substances colorées et brillantes, en général rouges, jaunes ou orange possédant deux fonctions cétones. On trouve les quinones dans les végétaux, les champignons, et les bactéries. Les organismes animaux contiennent également des quinones, comme par exemple la vitamine K, qui est impliquée dans la coagulation du sang. Les quinones sont utilisées dans les colorants, dans les médicaments et dans les fongicides (Kansole, 2009).

e . Les flavonoïdes

Les flavonoïdes (flavus, jaune en latin) représentent une large gamme de composés naturels, appartenant à la famille des polyphénols, considérés comme des pigments quasi universels des végétaux, dont plusieurs sont responsables de la couleur vive des fleurs, des fruits et des feuilles [2].

Les flavonoïdes sont des dérivés benzo-y-pyranne. Leur structure de base est celle d'un diphenyl propane à 15 atomes de carbone (C6-C3-C6) (voir figure.02 annexe), constitué de deux noyaux aromatiques qui désignent les lettres A et B, reliés par un hétérocycle oxygéné, qui désigne la lettre C (voir figure.03 annexes) (Ghestem et Seguin, 2001).

Les flavonoïdes peuvent être subdivisés en plusieurs classes dont les plus importantes sont: Flavones, isoflavandiols, flavanols, flavondiols, aurones, chalcones, anthocyanins (Effendi et al., 2008).

f. Les tanins

Les tanins sont des substances polyphénoliques de structure variée, de saveur astringente ayant en commun la propriété de tanner la peau, c'est-à-dire le tannage des peaux d'animaux (le cuir). Cette aptitude est liée à leur propriété de se combiner aux protéines. Leur poids moléculaire est compris entre 500 et 3000 Da [2].

On distingue habituellement chez les végétaux supérieurs, deux groupes de tanins différents par leur structure aussi bien que par leurs origines biogénétiques: Les tanins hydrolysables et les tanins condensés [2].



- **Tanins hydrolysables**

Ce sont des polyesters de glucose (ou de molécules apparentées) et d'un nombre variable d'acide phénolique qui est : soit l'acide gallique dans le cas des tanins galliques, soit l'acide hexahydroxydiphénique (HHDP) et ses dérivés d'oxydation dans le cas des tanins éllagiques (**voir figure.01 annexes**) (**Ghestem et Seguin ,2001**).

- **Tanins condensés**

Les tanins condensés sont des polymères flavanoliques constitués d'unités flavan-3-ols, le plus souvent épicatechine et catéchine. Les tanins condensés sont des molécules hydrolysables, leur structure est voisine de celle des flavonoïdes et est caractérisée par l'absence de sucre (**voir figure.01 annexes**) (**Sarni et Cheynier ,2006**).

B. Les alcaloïdes

Ce sont des substances organiques azotées d'origine végétale, de caractère alcalin et de structure complexe (noyau hétérocyclique). On les trouve dans plusieurs familles de plantes. La plupart des alcaloïdes sont solubles dans l'eau et l'alcool et ont un goût amer et certains sont fortement toxiques (**Wichtl et Anton, 2009**). Certains alcaloïdes sont utilisés comme anticancéreux (vincristine et la vinblastine) et comme moyen de défense contre les infections microbiennes (nicotine, caféine, morphine, lupinine) (**Hopkins, 2003; Wichtl et Anton, 2009**).

C. Terpènes et stéroïdes

Les terpénoïdes sont une vaste famille de composés naturels près de 15000 molécules différentes avec un caractère généralement lipophile. Leur grande diversité est due au nombre de base qui constituent la chaîne principale de formule $(C_5H_8)_n$. Selon la variation du nombre n, les composés résultants seront soit des monoterpènes, sesquiterpènes, diterpènes, ou triterpènes, ... (**Wichtl et Anton, 2009**). Ces molécules se présentent sous forme d'huiles essentielles; parfums et donnent le goût aux plantes. Elles peuvent également être des



pigments (carotène), des hormones (acide abscissique), ou des stérols (cholestérol) (**Hopkins, 2003**).

D. Les saponines

Le mot saponine est dérivé du mot latin *sapo*. Les saponines ont reçu leur nom du fait qu'elles produisent une mousse semblable à celle du savon. Les saponines sont des glycosides à poids moléculaire élevé, regroupant un ensemble complexe et chimiquement très diversifié de molécules triterpéniques ou stéroïdes. Elles se composent d'une fraction aglycone hydrophobe (un noyau stéroïdique ou triterpénique) liée à une chaîne mono ou polysaccharidique hydrophile (**Hart et al., 2008**).

II. L'aromathérapie

Le terme Aromathérapie désigne, l'emploi thérapeutique exclusif des huiles essentielles en usage interne par absorption ou en usage externe (**Bernadet, 2000**).

II.1. Définition des huiles essentielles

Les huiles essentielles, essences ou huiles volatiles sont: des produits naturels aromatiques légers volatils, issues du métabolisme secondaire, généralement liquides à température ambiante et insolubles dans l'eau, mais solubles dans les lipides et les solvants organiques et possèdent une densité inférieure à celle de l'eau (**Bakkali, 2008**). S'expriment par une odeur ou un arôme et donne à la plante son cachet particulier (**Baba, 2000**). Elles jouent un rôle de protection des plantes contre les excès de lumière et attirent les insectes pollinisateurs (**Dunstan et al., 2013**). Elles sont obtenues à partir de plantes aromatiques par plusieurs procédés d'extraction (**Burt, 2004**).

II.2. Composition chimique

Les huiles volatiles sont des mélanges très complexes, dont les constituants sont principalement des mono terpènes et des sesquiterpènes de formule générale $(C_5H_8)_n$. Les composés oxygénés dérivés de ces hydrocarbures incluent des alcools, des aldéhydes, des esters, des éthers, des cétones, des phénols et des oxydes. On estime qu'il y a plus de 1000 mono terpènes et 3000 structures sesquiterpènes. D'autres composés incluent des phénylpropanes et des composés spécifiques contenant le soufre ou l'azote (**Svoboda, 1999**).



La **figure .02** illustre la structure de quelques composants retrouvés dans les HES (**Smallfield, 2001**).

II.3.Généralités sur les huiles essentielles

- **Origine**

Plusieurs hypothèses ont été avancées pour essayer d'expliquer l'origine des HES dans la plante. Parmi celles-ci, nous citerons celles d'**Emde** (1921) qui considère que les HES résultent d'un processus physiologique initié à partir des sucres présents dans la plante. Ce processus aboutit à la formation des composés qui par la suite vont subir des oxydations, des estérifications, des isomérisations ou des cyclisations contrôlées par des enzymes spécifiques. L'ensemble de ces transformations explique la diversité de ces composés. **Francesco** (1928) soutient, que les HES sont des résidus du métabolisme des sucres, des protéines ou de certains acides aminés. (**Anton et Lobstein, 2005**).

- **Rôle des huiles essentielles dans la plante**

Les HES sont des signaux chimiques permettant à la plante de contrôler ou réguler son environnement (rôle écologique): attraction des insectes pollinisateurs, action répulsive sur les prédateurs, inhibition de la germination des graines, voire communication entre les végétaux (émission de signaux chimiques signalant la présence d'animaux herbivores par exemple) (**EL kalamouni, 2010**).

- **Localisation dans les plantes**

Les HES se rencontrent dans tout le règne végétal. Elles sont particulièrement abondantes chez certaines familles : Conifères, Rutaceae, Umbellifères, Myrtaceae, Lamiaceae, et Annonaceae. Tous les organes peuvent en renfermer : les sommités fleuries (Lavandes, Menthes, Mélisse), les racines ou rhizomes (Vétiver, Gingembre), les écorces (Cannelles), les fleurs (Ylangylang), le bois (Camphrier), les fruits (Persil, Citrus), les grains (Poivre). A noter que dans la même espèce, on peut rencontrer les HES simultanément dans des organes différents et que la composition de celle-ci peut varier d'un organe à l'autre..Elles sont produites dans le cytoplasme des cellules sécrétrices qui se situent, dans des poils sécréteurs ou trichomes (*Lamiaceae*), dans des poches sécrétrices (*Myrtaceae* ou *Rutaceae*) ou dans des canaux sécréteurs (*Apiaceae* ou *Asteraceae*) (**Bruneton, 1993 ; Anton et Lobstein, 2005**).

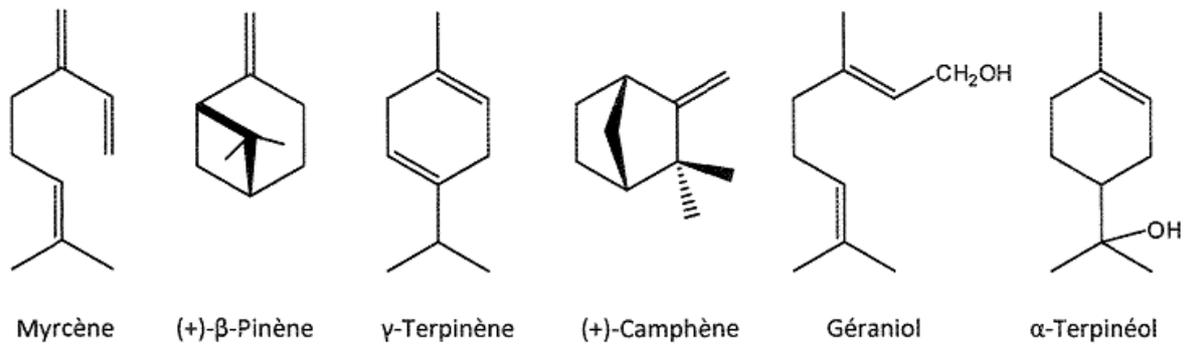


Figure.02.a : Exemples de structures des monoterpènes.

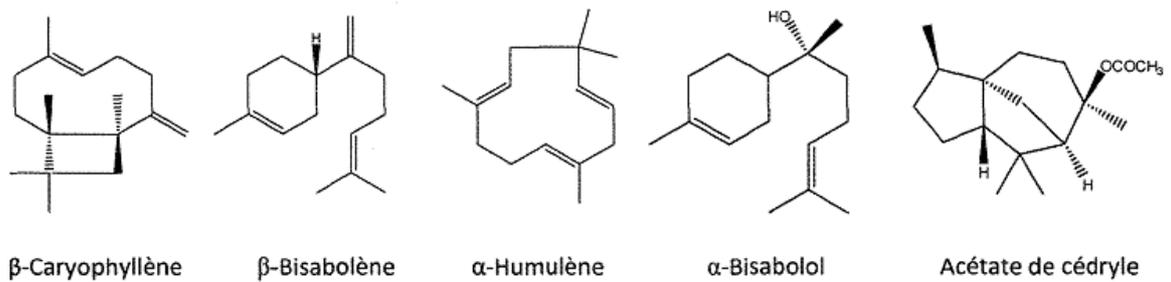


Figure02.b : Exemples de structures des sesquiterpènes.

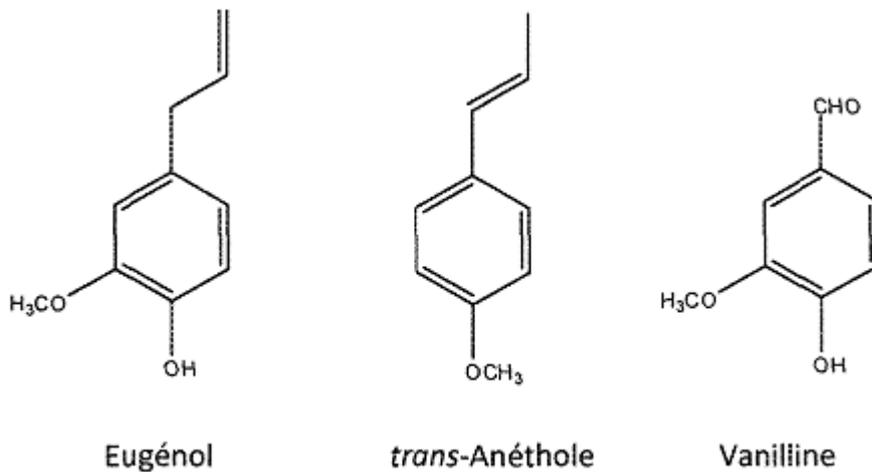


Figure.02.c : Exemples de structures de composés dérivés du phénylpropane.

Figure.02 : La composition chimique des huiles essentielles (Piochon, 2008).

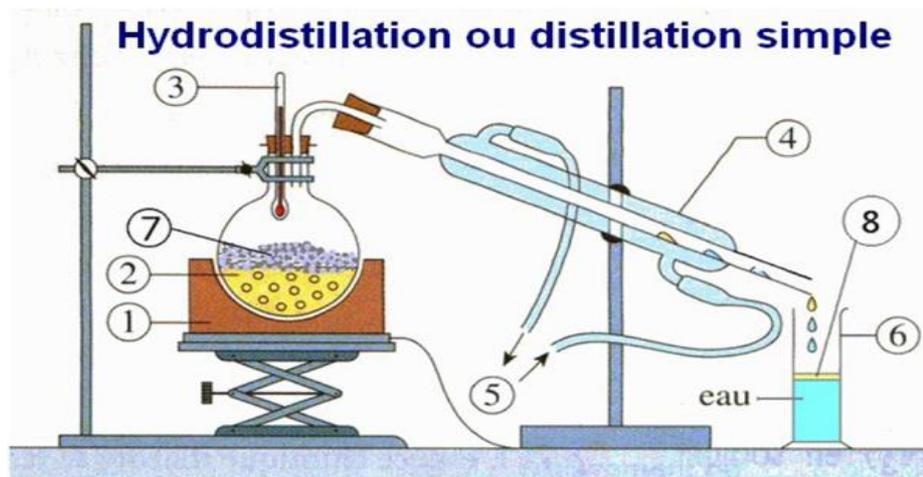


II.4. Méthodes d'extraction

Différentes méthodes sont mises en œuvre pour l'extraction des essences végétales .En général le choix de la méthode d'extraction dépendra de la nature du matériel végétal à traiter (par exemple: graines, fleurs,feuilles, rameaux).

➤ Hydrodistillation

Il s'agit de la méthode la plus simple et, de ce fait la plus anciennement utilisée. La matière végétale est immergée directement dans un alambic rempli d'eau, placé sur une source de chaleur, le tout est ensuite porté à l'ébullition. Les vapeurs sont condensées dans un réfrigérant et l'HE se sépare de l'hydrolysât par simple différence de densité. L'HE étant plus légère que l'eau, elle surnage au-dessus de l'hydrolysât (**voir figure.03**).Cependant, l'hydrodistillation possède des limites. En effet, un chauffage prolongé et trop puissant engendre la dégradation de certaines molécules aromatiques. (**Lucchesi, 2005**).



1. Chauffe ballon

2. Ballon

3. Thermomètre

4. Réfrigérant

5. Entrée sortie d'eau

6. Erlenmeyer

7. Matière à extraire l'essence

8. La couche d'HE

Figure.03: Schéma du principe de la technique d'hydrodistillation (**Lucchesi, 2005**).

Il existe d'autres méthodes d'extraction des huiles essentielles :

- ✓ L'hydrodiffusion.
- ✓ L'entraînement à la vapeur d'eau.
- ✓ Extraction à froid.



- ✓ Extraction assistée par micro-ondes.
- ✓ Extraction par les solvants et les graisses.
- ✓ Extraction par fluides supercritique. (Lucchesi, 2005).

II.5. Le mode d'action des huiles essentielles (action antimicrobienne)

Du fait de la variabilité des quantités et des profils des composants des HES, il est probable que leur activité antimicrobienne ne soit pas attribuable à un mécanisme unique, mais à plusieurs sites d'action au niveau cellulaire. De façon générale, il a été observé une diversité d'actions toxiques des HES sur les bactéries comme la perturbation de la membrane cytoplasmique, la perturbation de la force motrice de proton, fuite d'électrons et la coagulation du contenu protéique des cellules. Le mode d'action des HES dépend en premier lieu du type et des caractéristiques des composants actifs, en particulier leur propriété hydrophobe qui leur permet de pénétrer dans la double couche phospholipidique de la membrane de la cellule bactérienne. Cela peut induire un changement de conformation de la membrane, une perturbation chémo-osmotique et une fuite d'ions (K^+): ce mécanisme a été observé avec l'huile de l'arbre à thé sur les bactéries à Gram+ (*Staphylococcus aureus*) et Gram - (*E. coli*) et levures (*Candida albicans*) *in vitro*.

Certains composés phénoliques des HES interfèrent avec les protéines de la membrane des micro-organismes comme l'enzyme ATP ase, soit par action directe sur la partie hydrophobe de la protéine, soit en interférant dans la translocation des protons dans la membrane prévenant la phosphorylation de l'ADP. Les HES peuvent inhiber la synthèse de l'ADN, ARN, des protéines et des polysaccharides, et inhiber la décarboxylation des acides aminés chez Entérobactéries. Les études sur les mécanismes d'action de cette activité sont en nombre négligeable. Jusqu'à présent, il n'existe pas d'étude pouvant nous donner une idée claire et précise sur le mode d'action des HES. Etant donné la complexité de leur composition chimique, tout laisse à penser que ce mode d'action est assez complexe et difficile à cerner du point de vue moléculaire. Il est très probable que chacun des constituants des HES a son propre mécanisme d'action ; d'une manière générale, leur action se déroule en trois phases :

- Attaque de la paroi bactérienne par l'HE, provoquant augmentation de la perméabilité puis la perte des constituants cellulaires.



- Acidification de l'intérieur de la cellule, bloquant la production de l'énergie cellulaire et la synthèse des composants de structure.
- Destruction du matériel génétique, conduisant à la mort de la bactérie

Le mode d'action des HES dépend aussi du type de microorganismes: en général, les bactéries à Gram négatifs sont plus résistantes que les bactéries de à Gram positifs (**voir figure .04**) (Sikkema *et al.*,1995).

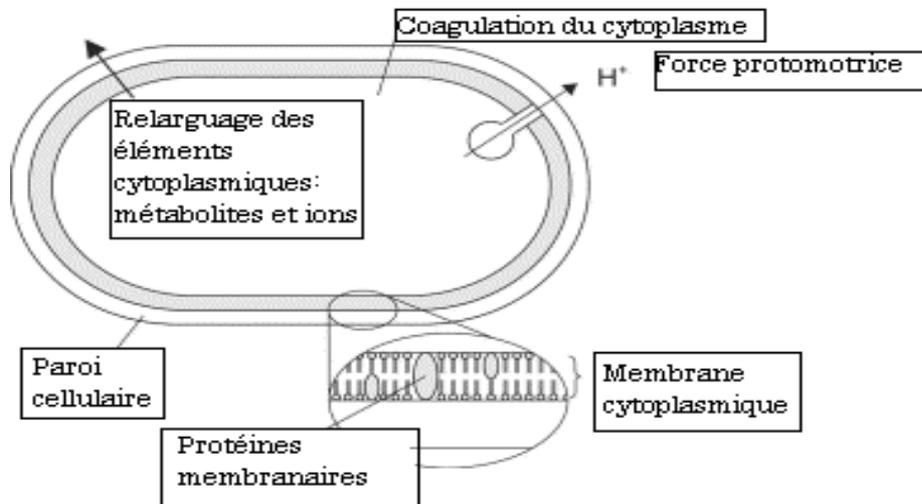


Figure.04 : Action des huiles essentielles et de leurs constituants sur la cellule bactérienne (Guinoiseau, 2010).

II.6. Domaine d'utilisation des huiles essentielles

Les HES sont étroitement liées à l'histoire de l'humanité. En effet depuis les anciennes civilisations, l'homme utilise les substances odorantes à chaque instant de sa vie quotidienne. Les principaux domaines d'application étant les suivants :

6.1. L'alimentation

Les HES entrent dans la composition des aliments sous formes d'aromates ou d'épices et parfois comme condiments. C'est le cas des *Ocimums* (les basilics), du *Zingiber officinalis* (gingembre), du *Petroselinum crispum* (persil), des *piper* (poivre), des extraits des Citrus.



6.2. L'industrie cosmétique

C'est l'une des plus grandes consommatrices de substances odorantes. En effet, les produits de toilettes (parfums, savons, laits, shampooings, pâtes et poudres, dentifrices), sont appréciés selon leur fragrance. L'homme étant toujours à la recherche de sensations nouvelles, les industries de parfumerie et de cosmétique utilisent abondamment les substances odorantes volatiles pour l'élaboration des gammes de produits de plus en plus diversifiés.

6.3. Domaine médical

L'emploi des HES en thérapeutique est lié à leurs propriétés pharmacodynamiques diverses et souvent marquées. Parmi les plantes à huiles essentielles, on trouve les antiseptiques surtout employés dans les maladies des voies respiratoires ou urinaires, certaines sont eupeptiques et carminatives (régularisent la digestion), d'autres agissent comme stimulants du système nerveux central, pouvant provoquer des convulsions à hautes doses. Leurs actions antispasmodiques, cholérétiques, stomachiques et vermifuges ne sont pas non plus, à négliger. A noter aussi que les EHS renfermant la thucyone, le sabinol ou le méthylenonyl-cétone qui présentent des effets emménagogues et abortifs à faible dose. C'est le cas des huiles essentielles de *Ruta graveolens*, de *l'Artemisia absinthum* et de *Tanacetum vulgare*. (Grysole, 2004).



I. Description botanique

Le jasmin officinalis, ou jasmin blanc, est une liane arbustive vivace qui se cultive comme une grimpante, très populaire partout dans le monde, surtout dans les régions à climat doux pousse bien en plein soleil, avec un sol bien drainé à 17°C (Albert et Camilli, 1936). Il existe de très nombreuses espèces de jasmins, mais le jasmin officinal, est l'une des plus rustiques, des plus courantes et des plus faciles à vivre elle Possède :

I.1. Les tiges

Striées anguleuse, souples et d'un vert foncé portent des feuilles, et qui s'enroulant sur des supports, Leur longueur est de 1 à 6 cm et leur largeur est de 0,5 à 2,5 cm, elles sont aiguës ou acuminées. En vieillissant les tiges deviennent brun clair (**voir figure.01**) (Gilly, 1997).

I.2. Les feuilles

Opposées caduques, de couleur vert foncé persistant à semi persistant selon le climat, chaque feuille comporte de 3 à 9 folioles ovales, glabre, pointues à l'extrémité avec une base asymétrique, elles poussent en paires tout le long de la tige (**voir figure .05**) [4 ,5].

I.3. Les fleurs

Petites, aspect étoilé, délicieusement parfumé, composées de cinq pétales d'un blanc éclatant, pur, gras et luisant. A la base, on remarquera une teinte légèrement rosée, qui s'avère être un vestige de la couleur du bouton floral. Ces fleurs sont disposées en cymes terminales de trois à cinq fleurs chacune (**Judd et al., 2002**). Les dents du calice sont linéaires de 0,5 à 1 cm de longueur. La corolle, de 2,5 cm de diamètre, a quatre ou cinq lobes presque aussi long que le tube (**Gilly, 1997**). Le calice comprend cinq sépales qui sont soudés en forme de cloche et terminés en pointe fine. Les sépales de la corolle sont soudés d'abord en tube puis s'évasent ensuite. La fleur n'est constituée que de deux étamines très courtes insérées sur le tube de la corolle. Le pistil à ovaire biloculaire donne une baie globuleuse, noire et luisante de la grosseur d'un pois (**voir figure .06**) (**Grasse, 1996**).

I.4. Les racines

Vivaces rampantes, atteignent 1 à 2 m, de couleur brune à l'extérieur (**Temana, 2008**), composés d'un pivot (organe de fixation). Les racines axiales, qui assurent la nutrition en eau,



partent du pivot. Un réseau superficiel de racines latérales explore le sol sur une profondeur assurément la nutrition en minéraux (voir figure .06) [3].



Figure.05 : La feuille et la tige du Jasmin [4,5].



Figure.06: La fleur et la racine du Jasmin (Grasse, 1996).

I.5. Habitat et origine

Le jasmin ou *J.officinalis* est une plante originaire du pied de l'Himalaya. Il a ensuite été exporté en Espagne au cours du XVIème siècle, puis toute la région méditerranéenne, 100 ans plus tard [3]. Actuellement, on obtient l'huile essentielle de Jasmin à partir des plantes cultivées dans le sud de la France (Grasse), en Inde, en Sicile, en Egypte, Algérie et bien d'autres pays... Le Jasmin intervient par ailleurs dans la conception de parfums, notamment en Chine où il est très répandu : cette senteur a un côté très féminin (Botineau ,2010).



II. Systématique le jasmin appartient à :

L'embranchement : des Spermaphytes (plante à graines).

Le sous-embranchement : Angiospermes (plante à fleurs).

La classe : Dicotylédones (Magnoliopsida).

La sous-classe : Asteridae.

L'ordre : Scrophulariales.

La famille : Oléacées.

Le genre : *Jasminum*.

L'espèce : *Jasminum officinalis*. (**Angiosperm, 2009**).

III. La culture du jasmin la culture du Jasmin peut se faire de deux façons :

Dans les zones tempérées à basses températures durant l'hiver, comme dans la région de Grasse, on utilisera le greffage.

Dans les régions à hivers doux, comme l'Afrique du Nord, on utilisera plutôt la technique des plants directs. La principale différence entre les plants directs et les plants greffes est la qualité. Le Jasmin greffe est bien supérieur au jasmin en plant directe. Cela s'explique par la nouvelle variété née de la greffe ainsi que par le climat, les températures trop chaudes qui nuisent à la finesse du parfum.

Un sol perméable, bien drainé, largement irrigué, un bel ensoleillement (s'est-il-dire une exposition midi ou sud-ouest), l'absence d'arbres dans le voisinage immédiat sont les conditions optimales de la culture du jasmin (**Albert et Camilli, 1936**). Il est préférable d'utiliser un terrain qui est depuis longtemps en jachère car la plantation d'autres arbres ou fleurs est susceptible de favoriser l'apparition du pourridié. Un terrain sur lequel a déjà été



planté du jasmin ne peut être réutilisé qu'après au moins quinze ans d'autres cultures (Deluchi et Safra,1979).

IV. Rendement en fleurs et cueillette

Les fleurs de Jasmin constituent la partie la plus intéressante de la plante. La floraison de *J.officinalis* s'étend de Mai à Aout. Les feuilles sont annuelles. C'est en Aout à Septembre que le rendement en fleurs est maximal. Les fleurs d'Aout sont plus lourdes, il en faut huit à dix mille pour un kilogramme, et quatorze mille en octobre. La cueillette a lieu dès le lever du soleil puisque les fleurs fraîchement écloses donnent la meilleure qualité et le meilleur rendement (Grasse, 1996).

V. L'huile essentielle de jasmin

L'extraction de l'HE de jasmin se fait par distillation à la vapeur d'eau. Ce processus demande patience et douceur et passe par un appareil bien connu sous le nom d'alambic. C'est à la sortie de cet alambic que se trouve un essencier qui permet d'obtenir deux produits en même temps : l'huile essentielle concentré a la surface, et en dessous l'hydrolat (appelé aussi eau florale de jasmin ou eau de lavande), qui correspond à l'eau de distillation.

- **Caractères organoleptiques** : Liquide limpide, jaune pâle, d'une odeur suave et herbacée parfois un peu âcre.
- **Principaux constituants biochimiques** : L'huile essentielle de Jasmin contient notamment : Benzyl acétate (2 à 17%),Benzoate de benzyl (10 à 28%) ,Géranyl linalol (5 à 16%) ,Alpha tocophérol (Vitamine E) (5 à 12%) ,Composés naturels susceptibles d'être allergènes (exigences et restrictions à indiquer pour un usage cosmétique et médicale[5]).

VI. Etude des propriétés pharmacologiques du Jasmin

Bien que l'utilisation la plus connue du jasmin soit la parfumerie et la cosmétique, dans la médecine traditionnelle, les feuilles et les fleurs de Jasmin étaient utilisées pour traiter les maladies de peau, les ulcères, les stomatites ulcératives, les blessures ou encore les hyperkératoses du pied (Umamaheswari et al .,2007).

De nombreuses études ont été réalisées sur ces diverses propriétés et l'étude des feuilles, des tiges, des racines du jasmin et de ses composants a permis la mise en évidence de



nouvelles approches thérapeutiques, dont la plus récente touche le domaine des anticancéreux (Flescher, 2007).

VI.1. Activité antibactérienne

Dans une étude sur l'activité antibactérienne d'extraits de *J.grandiflorum* et *J. officinalis*, in vitro a montré une activité à la fois efficace contre les pathogènes testés. *J. grandiflorum* a reçu le plus élevé avec *Salmonella typhi* et le plus bas avec *Proteus mirabilis* (Joy et Raja, 2008).

VI.2. Activité anti-ulcère et anti-oxydante

Une étude a essayé de mettre en évidence l'activité anti-ulcère et anti-oxydante du *jasmin* Celles-ci ont été évaluées à partir d'un extrait alcoolique de feuilles à 70% sur des rats albinos (Mahajan et al., 2009). Les résultats de l'expérience ont montrés une diminution dose-dépendante des lésions de l'ulcère. Cette amélioration est due à l'activité anti sécrétoire de *Jasmin* mise en évidence par la diminution du volume d'acide gastrique.

Cela permet de conclure sur sa capacité à guérir un ulcère grâce à son mécanisme antioxydant (Umamaheswari et al.,2007).

VI.3. Activité anti-acnéique

Les étiologies de l'acné sont multifactorielles mais une bactérie anaérobie gram positif nommée *Propionibacterium acnes* joue un rôle important dans la formation des comédons et l'induction de l'inflammation est provoquée par les cytokines. Des études ont montrés que des extraits de jasmin avait la propriété d'inhiber la croissance de cette bactérie, donc ils pourraient avoir leur rôle dans le traitement anti-acné (Tsai et al., 2010).

VI.4. Antifongique

Étude présentait une activité antifongique contre les champignons provoquant onychomycose chez les patients cancéreux. Sans effets secondaires importants. Il significative retardé la croissance des champignons *Alternaria sp* [5].

VI.5. Activité cicatrisante

L'influence d'un extrait éthanoïque de fleurs de *J.officinalis* a été étudiée pendant dix jours en utilisant des modèles de blessures d'excision chez les rats. La coupe histologique des blessures traitées a montré de grandes bandes de collagène bien organisées, la présence de nombreux fibroblastes et peu de cellules inflammatoires, et cela dix jours après le traitement (Nayak et Mohan , 2007).



VI.6. Action anticancéreuse sur les cellules animales

Actuellement, 60% des agents anticancéreux sont des dérivés de sources naturelles (plantes, organismes marins et micro-organismes). L'un des métabolites secondaires du Jasmin est le jasmonate, Il s'agit d'une phytohormone produite par la plante lorsque celle-ci est agressée par des insectes ou une maladie, assurent les fonctions de croissance, de différenciation et de développement au niveau de la plante (**Goldin et al ., 2008**).Concernant son mode d'action, le jasmonate et ses dérivés s'attaquent au métabolisme énergétique des cellules cancéreuses.

Les études *in vivo* effectuées chez l'animal ont montré que des tumeurs métastatiques du poumon pouvaient ainsi être éliminées sous traitement de méthyljasmonate qui est la molécule la plus avancée dans les études sur les jasmonates (**Flesher, 2006**). Les essais cliniques ont commencé depuis 2009.



Le but de notre travail est de tester l'effet antibactérien de l'huile essentielle du *J.officinalis*. L'extraction de cette huile a été faite à partir des fleurs de la plante.

I. Etude phytochimique

I.1. Récolte et séchage du matériel végétal

Afin de déterminer la présence ou l'absence des principaux principes actifs de plantes, au niveau des fleurs (source de l'huile essentielle), une collecte de cet organe a été faite en début de matinée, au mois d'avril (période de pleine floraison). Cette partie aérienne a été rincée avec l'eau afin de lui enlever toutes traces d'impuretés telles que : poussière, souillure, infections, fongique, contaminations animales, résidus d'insecticides ...etc, et a été étalée sur du papier filtre puis laissée sécher à température ambiante, à l'ombre et à l'abri de la lumière et de l'humidité, puis broyée en poudre pour être prête à l'utilisation.

I.2. Tests préliminaires

Ce sont des réactions physicochimiques qui permettent de déterminer les différents groupes phytochimiques contenus dans un organe végétal. Ces groupes sont nombreux, mais dans notre étude on s'est limité aux principaux qui sont : les alcaloïdes, les polyphénols (flavonoïdes, tanins), les saponosides, les stéroïdes, les coumarines, les stérols, les terppènes...etc.

✚ Tanins

Dans un Erlenmeyer, on disperse 5g de poudre dans 100ml d'eau bouillante. Après infusion et pendant 15 mn, on filtre et on complète le filtrat à 100 ml avec de l'eau distillée. A 5ml du filtrat, on ajoute quelques gouttes d'une solution de chlorure ferrique ($FeCl_3$) à 2%, puis on agite le mélange. Le test positif est révélé par l'apparition d'une couleur brun vert (**Karumi et al., 2004**).

- **Différenciation des tanins**

- **Tanins catéchiques**

A 5 ml de solution, on ajoute 5 ml d'HCl concentré. L'ensemble est porté à ébullition pendant 15 mn, puis on filtre sur papier filtre. En présence de tanins catéchiques, il se forme un précipité rouge (**Karumi et al., 2004**).



➤ **Tanins Galliques (Réaction de Stiasny)**

A 30 ml de solution, on ajoute 15 ml de réactif de Stiasny, puis on chauffe le mélange au bain-marie à 90°C pendant 15 mn environ. Après filtration, le filtrat sera saturé par 5g d'acétate de sodium. On ajoute 1 ml goutte à goutte d'une solution de FeCl₃ à 1 %. L'obtention d'une teinte bleue noire montre la présence de tanins galliques non précipités par le réactif de Stiasny (**Karumi et al., 2004**).

✚ **Mucilages**

On introduit 1ml du décocté à 10% dans un tube à essai et on ajoute 5 ml d'éthanol absolu. Après une dizaine de minutes, l'obtention d'un précipité floconneux indique la présence de mucilages (**Karumi et al., 2004**).

✚ **Coumarines**

1g d'échantillon de la poudre végétale est placé dans un tube à essai en présence de quelques gouttes d'eau distillée. Le tube est recouvert avec un papier imbibé d'une solution de NaOH et porté dans un bain marie pendant quelques minutes. Puis on ajoute 0,5ml de NH₄OH dilué (10%). On met deux taches sur un papier filtre et on examine sous la lumière ultraviolette. La fluorescence des taches confirme la présence des coumarines (**Rizk, 1982**).

✚ **Saponosides**

A 2g de la poudre de plante, on ajoute 80 ml d'eau distillée et on met le mélange à ébullition. Après filtration, on laisse refroidir la solution. Par la suite on agite le filtrat verticalement. L'apparition d'une mousse qui dure quelques instants indique la présence des saponines (**Karumi et al., 2004**).

✚ **Alcaloïdes**

A 10g 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. L'apparition d'une solution trouble indique la présence des alcaloïdes (**Benzahi, 2001**).



Flavonoïdes

Mètre 3g de la poudre végétale séchée avec 75ml d'eau distillée dans une fiole. Le mélange est porté à ébullition pendant 15 minutes puis on filtre sur papier filtre et on laisse refroidir.

En milieu alcalin, les flavonoïdes se dissolvent facilement en donnant des colorations allant du jaune au brun. A 2ml d'extrait, on ajoute quelque millilitres de soude au 1 /10 dans un tube à essai. Le test positif est révélé par l'apparition d'une couleur jaune orangé

(Okmu, 2005).

Stérols et terpènes

Dissoudre 5g de la poudre végétale dans 210 ml d'éther de pétrole. Filtrer puis évaporer (à l'aide d'un rota-vapeur). Le résidu obtenu est dissout dans 0,5 ml d'acide acétique et ensuite dans 0,5 ml de CHCl_3 ; la solution obtenue est transférée dans un tube à essai, puis on ajoute 1 ml de H_2SO_4 concentré. La formation d'un cercle marron ou violet indique la présence des stérols et terpènes (Benzahi,2001).

II. Extraction des huiles essentielles

L'extraction des HES a été faite à partir des fleurs du *J.officinalis*, par la méthode de l'hydrodistillation classique au niveau du Laboratoire de Botanique, Département de Pharmacie, Université Badji Mokhtar Annaba. L'hydrodistillation simple (voir figure.07) consiste à immerger directement le matériel végétal à traiter, intact ou broyé, dans un alambic rempli d'eau, qui est ensuite porté à ébullition. Les vapeurs hétérogènes sont condensées sur une surface froide et l'HE se sépare par différence de densité.

Pour réaliser cette extraction, un mélange de 100 g de matériel végétal (fleurs du jasmin) est mis à ébullition pendant 3 h dans 1000 ml d'eau distillée. Les HES obtenues sont conservées à 4°C dans des flacons bien fermés, en verre ombré (Bruneton, 1999).



Figure.07: Appareil d'hydrodistillation.

- **Calcul du rendement**

Le rendement en HE est le rapport entre le poids de l'huile extraite et le poids de la plante à traiter (la matière sèche) (Mrabet et al., 1999).

Le rendement s'exprime en pourcentage et est calculé par la formule suivante :

$$R = \frac{PB}{PA} \times 100$$

R : rendement de l'huile en %. **PA** : poids de la plante en g. **PB** : poids de l'huile en g.

III. Etude bactériologique

III.1. Les souches bactériennes testées

Les souches utilisées dans les tests d'activité antibactérienne de l'HE du Jasmin font partie de la flore pathogène qui menace la santé humaine (voir tableau.01).



Tableau .01 : Les espèces bactériennes sélectionnées.

Nom de la souche	Gram	Référence	Famille
<i>Staphylococcus aureus</i>	+	ATCC 25923	Micrococcaceae
<i>Escherichia coli</i>	-	ATCC 25922	Enterobacteriaceae
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	-	ATCC 27853	Pseudomonadaceae
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	-	ATCC 700603	Enterobacteriaceae

Ces souches sont maintenues en vie par des repiquages continus, sur gélose nutritive en boîtes de Pétri, après ensemencement, incubation à 37°C (18h-24h), puis conservation au réfrigérateur à 4°C.

III.2. Les milieux de culture utilisés

Suivant les techniques employées et selon les souches étudiées, nous avons utilisé les milieux de culture suivants :

-Gélose King A : le milieu de King A permet la détection de la synthèse de pyocyanine pigment élaboré spécifiquement par *Pseudomonas aeruginosa*.

-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*.

-Gélose nutritive (GN) : un milieu d'isolement non sélectif utilisé dans le but de contrôler la pureté de la souche bactérienne, et le repiquage de cette dernière.

-Gélose de Mueller Hinton (MH) : est reconnu 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 antibactérienne.



- **Le bouillon nutritif** : constitue un milieu d'utilisation générale pour un grand nombre de micro-organismes ne présentant pas d'exigences particulières (**Guinoiseau, 2010**).

III.3. Méthode d'étude du pouvoir antibactérien de l'huile essentielle de Jasmin

3.1. Préparation de l'inoculum

Les bactéries à tester sont ensemencées par stries sur des boîtes de Pétri contenant la gélose nutritive (GN) puis incubées pendant 24 h, afin d'obtenir une culture jeune et des colonies bien isolées. A partir de ces boîtes, et à l'aide d'une anse de platine, quelques colonies isolées et identiques sont prélevées et mises dans 5ml d'eau physiologique stérile. La suspension bactérienne est bien homogénéisée puis la densité optique lue à 625 nm est justifiée de 0.08 à 0.10 nm afin d'obtenir une charge bactérienne de l'ordre de 0,5 Mc Farland, donc l'inoculum est ajusté soit en ajoutant de la culture s'il est trop faible ou de l'eau physiologique stérile s'il est trop concentré (**Mohammedi, 2006**).

3.2. Mode d'ensemencement

L'ensemencement doit se faire au moins 15 min après la préparation de l'inoculum.

- Couler les milieux de culture : Le milieu utilisé est celui de Mueller- Hinton (MH) pour toutes les espèces choisies. Les milieux de culture sont préalablement fondus et préparés à une épaisseur de 4mm, à 45°C et refroidis dans des boîtes de Pétri à proximité du bec bunsen, pour laisser la gélose se solidifier.
- Tremper un écouvillon stérile dans la suspension bactérienne (pour éviter la contamination du manipulateur et de la paille).
- L'essorer en le pressant fermement, et en le tournant sur la paroi interne du tube, afin de le décharger au maximum de la suspension.
- Frotter l'écouvillon sur la totalité de la surface gélosée, sèche, de haut en bas, en stries serrées. Répéter l'opération deux fois, en tournant la boîte de Pétri de 60° à chaque fois, sans oublier de faire pivoter l'écouvillon sur lui-même.
- Finir l'ensemencement en passant l'écouvillon sur la périphérie de la gélose. Dans le cas de l'ensemencement de plusieurs boîtes de Pétri, il faut recharger l'écouvillon à chaque fois.



Pour l'évaluation de l'activité antibactérienne des HES des fleurs de *J.officinalis*, nous avons utilisé la méthode des puits.

3.3. Méthode de diffusion en milieu solide

La méthode de diffusion en milieu solide a été utilisée pour mettre en évidence l'activité antibactérienne des germes pathogènes vis-à-vis des antibiotiques et de l'extrait volatil (HE).

a. Test de sensibilité aux antibiotiques (L'Antibiogramme)

Ce test a été réalisé pour étudier l'antibiogramme standard des germes utilisés et le comparer avec l'effet de notre extrait volatil. Les disques d'antibiotiques sont déposés à la surface d'un milieu gélosé (MH), préalablementensemencé avec une culture pure de la souche à étudier. Il se forme alors sur la gélose une zone circulaire autour du disque d'antibiotique dont la concentration décroît, plus on s'éloigne du disque. Il se pourrait que cette zone soit absente, que la croissance des bactéries ne soit pas inhibée par la concentration d'antibiotique à laquelle elles sont soumises. Celles qui peuvent se multiplier forment alors des colonies visibles à l'œil nu après incubation à 37°C pendant 24 h.

On a utilisé huit antibiotiques différents (**voir tableau.02**). Le choix a été fait en fonction de la sensibilité des souches vis-à-vis de certains antibiotiques (une gamme précise d'antibiotiques) et de la disponibilité de ces derniers (**Mohammedi, 2013**).

b. Test de sensibilité vis-à-vis de l'HE du Jasmin (L'Aromatogramme)

L'aromatogramme est identique à l'antibiogramme, la seule différence est le remplacement des disques d'antibiotiques par des puits remplis d'extraits aromatiques (exemple : huile essentielle) (**voir Figure.08**) (**Guinoiseau, 2010**).



Tableau.02 : Valeurs critiques des zones d'inhibition formées par les antibiotiques appliqués pour toutes les bactéries utilisées (Rahel et al.,2008).

Antibiotiques	Charge des disques	Diamètre	
		Sensibles	Résistantes
Acide Fusidique (FC ¹⁰)	10µg	≥22	≤ 15
Amoxiciline (AMC ¹⁰)	25µg	≥23	≤ 16
Ampicilline (AMP ¹⁰)	10µg	≥21	≤ 16
Fosfomycine (FO ²⁰⁰)	200µg	≥ 16	≤ 13
Erytromycine (E ¹⁵)	15µg	≥22	≤ 17
Gentamicine (GM)	15µg	≥18	≤16
Pénicilline G (P ¹⁰)	10µg	≥29	≤ 8
Voncomycine (Va ³⁰)	30µg	≥16	≤ 16

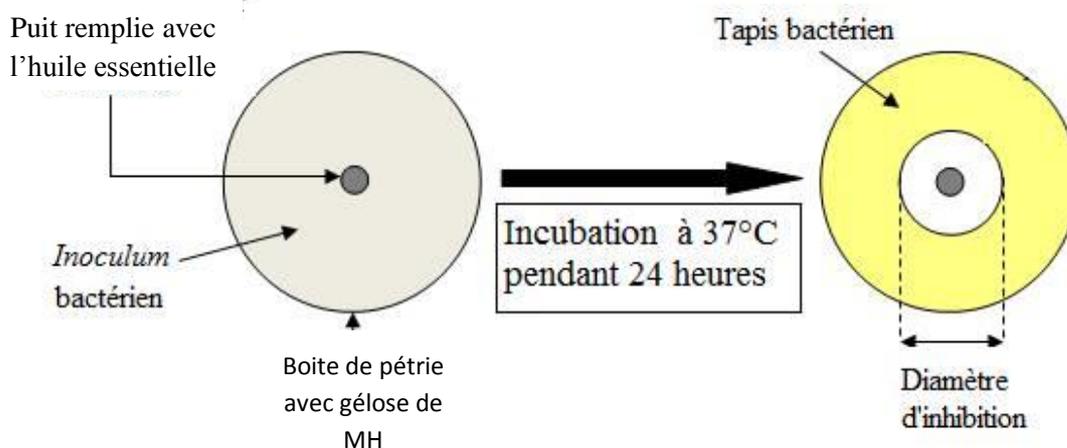


Figure.08 : Principe de L' Aromatogramme (Guinoiseau, 2010).



La méthode des puits est la technique choisie pour déterminer l'activité antibactérienne de l'HE à tester. Cette méthode repose sur le pouvoir migratoire des HES sur un milieu solide à l'intérieur d'une boîte de Pétri. Cette méthode nous permet de mettre en évidence l'effet antibactérien de l'HE sur les bactéries, ainsi que la détermination de la résistance ou la sensibilité de ces bactéries vis-à-vis cette dernière. Cette méthode consiste à faire des puits remplis d'une quantité de l'HE à la surface de la gélose ensemencée par les germes à tester et de mesurer les diamètres d'inhibition en millimètre (mm) après incubation (**Ponce et al., 2003**).

➤ Mise en œuvre pratique

Couler aseptiquement le milieu de culture MH en surfusion dans les boîtes de Pétri à raison de 15 ml par boîte, on laisse refroidir et solidifier sur la paille. Chaque suspension de culture bactérienne est étalée à la surface du milieu gélosé MH à l'aide d'un écouvillon. Creuser des puits de 6 mm de diamètre à l'aide d'une pipette Pasteur stérile. Dans le but d'éviter la surfusion d'HE sous la gélose et on remplit chaque puits avec 10µl d'HE brute et avec des autres différentes concentrations (1/2 à 1/256) (**voir figure.09**).

Les boîtes de Pétri sont ensuite fermées et laissées diffuser à la température ambiante pendant 30 min, ensuite mises à l'étuve à la température de 37 °C pendant 24h (**Ponce et al., 2003**).

➤ Lecture

A la sortie de l'étuve, l'absence de la croissance microbienne se traduit par un halo translucide autour du puits, identique à la gélose stérile, dont le diamètre est mesuré à l'aide d'une règle en (mm). Les résultats sont exprimés par le diamètre de la zone d'inhibition et peut être symbolisé par des signes d'après la sensibilité des souches vis-à-vis de l'HE (**Ponce et al., 2003**).

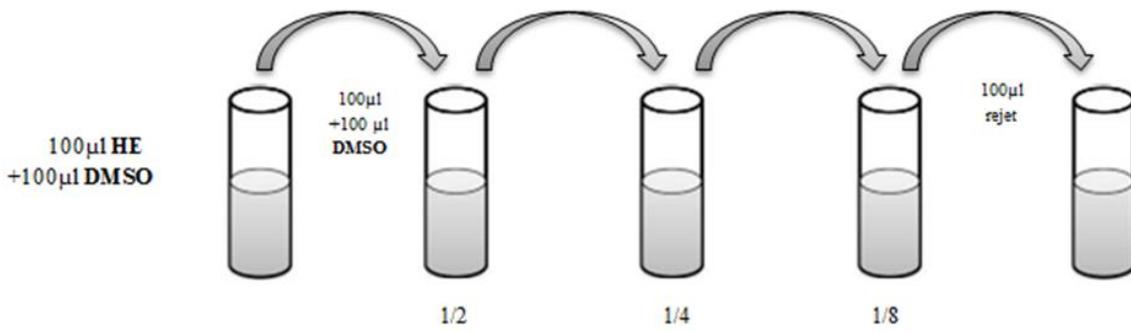


Figure.09 :La dilution de l'HE (Ayadi et al., 2011).

Tableau.03: Evaluation de l'effet antibactérien des HES selon le diamètre d'inhibition (Guinoiseau, 2010).

Observation	Signe	Diamètre d'inhibition (mm)
Non sensible/ou résistante	(-)	< 8
Sensible	(+)	8 à 14
Très sensible	(++)	15 à 19
Extrêmement sensible	(+++)	> 20

3.4. Méthode des microdilutions en milieu liquide

Dans le but de calculer la concentration minimale inhibitrice et la concentration maximale bactéricide de notre HE, une série de dilutions de cette huile a été réalisée comme suit :

A partir de notre extrait brute (HE brute), on a préparé une gamme de concentration allant de 1/2 à 1/256, en utilisant un solvant organique: le DMSO. 50 µL de chaque concentration est introduite dans un duplicata de tube à essai stérile contenant 4ml de bouillon nutritif et 20 µL de suspension bactérienne. Le témoin, ne contient pas l'HE ; il contient



uniquement 50 μ L de DMSO. Les tubes sont ensuite incubés à 37°C pendant 24h (Ayadi et al., 2011).

a. La Concentration Minimale Inhibitrice (CMI)

Cette technique consiste à inoculer, par un inoculum standardisé, une gamme de concentration décroissante en HE. Après incubation, l'observation de la gamme permet d'accéder à la Concentration Minimale Inhibitrice (CMI), qui correspond à la plus faible concentration en HE capable d'inhiber la croissance bactérienne (Guinoiseau, 2010).

➤ **Lecture**

La CMI sera donnée par la concentration de HE du premier tube qui ne montre pas une croissance (trouble) visible à l'œil nu (voir figure.04)(Amhis, 2001).

b. La concentration minimale bactéricide (CMB)

La CMB est définie comme la plus faible concentration de l'agent antibactérien détruisant 99.9% de l'inoculum bactérien, après 24h d'incubation (la gamme de concentration). Un volume de tous les tubes qui ne montrent pas de turbidité est subcultivé sur un milieu gélosé puis incubé à 37°C pendant 18h à 24h. La concentration minimale bactéricide correspond à la plus petite concentration de l'HE (voir figure.10) (Ganiere et al., 2004).



20 μ L de suspension 0,5 Mc Farland + 4ml de BN

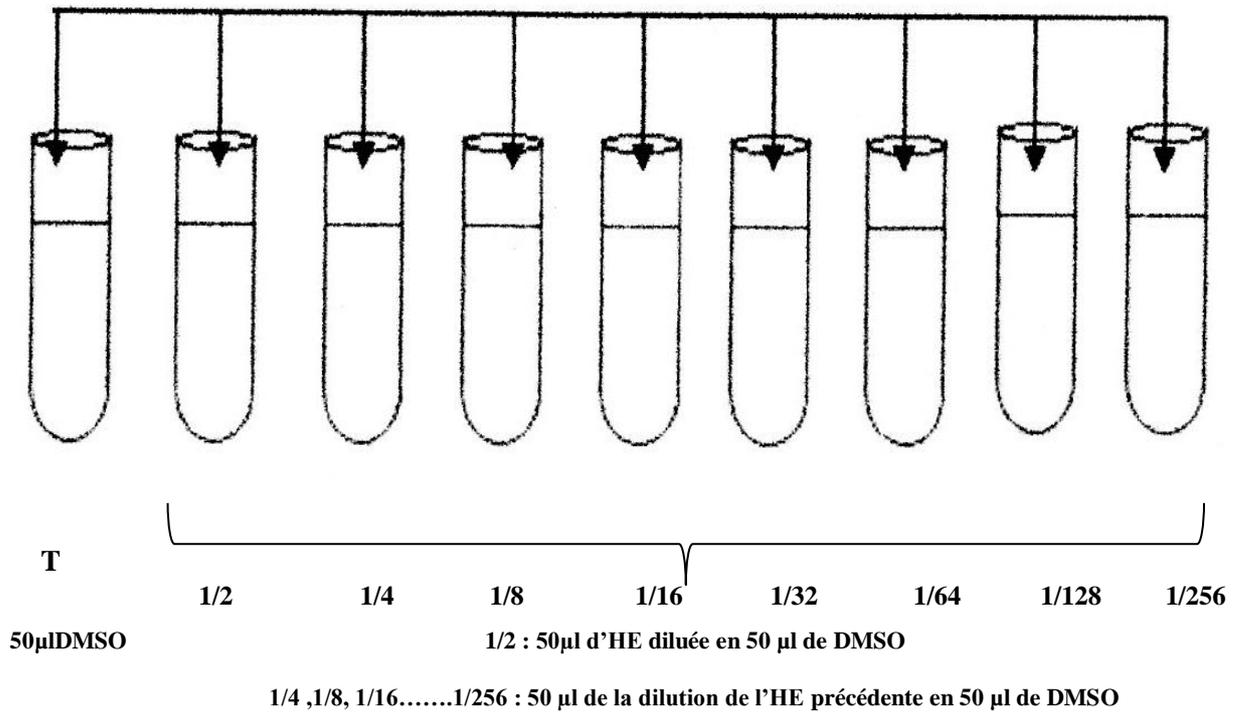


Figure.10.a: Technique de détermination de CMI en milieu liquide (Khadri, 2009)

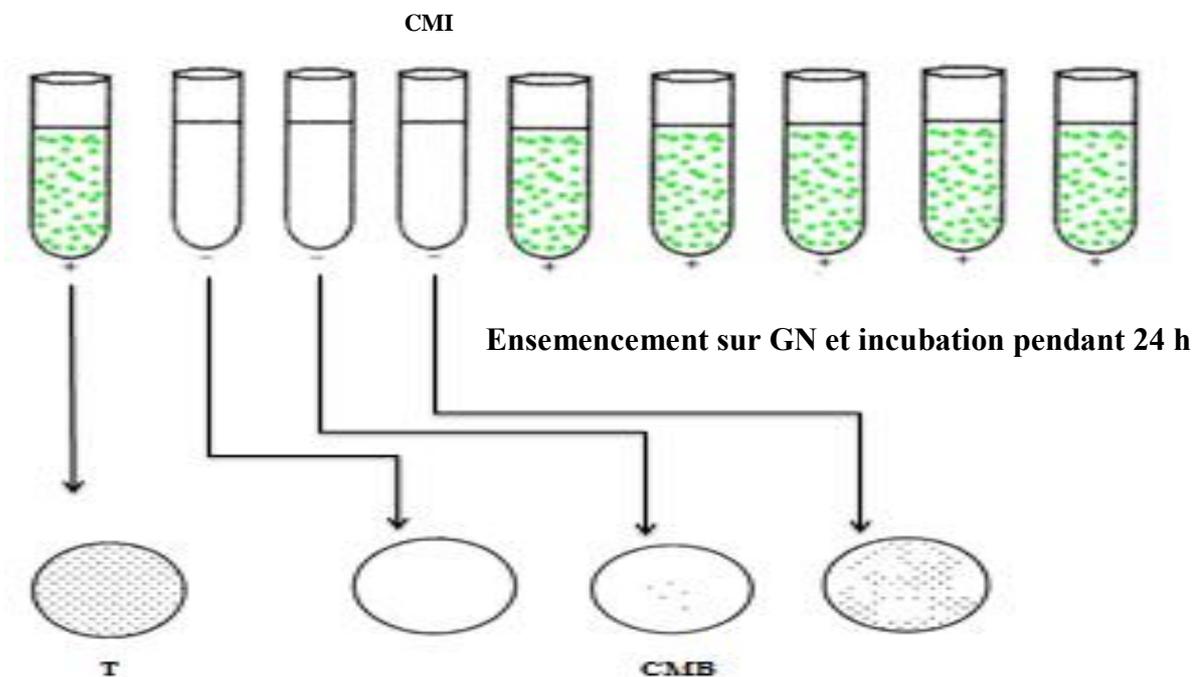


Figure.10.b: Technique de détermination de CMB en milieu liquide (Khadri, 2009).

Figure.10.Méthode de détermination de CMI et CMB en milieu liquide.



I. Résultats

I.1. L'étude phytochimique

Les tests phytochimiques ont été réalisés sur différents extraits préparés à partir des fleurs, de *J.officinalis*, en utilisant des solvants de polarité différente et des réactifs spécifiques de révélation.

Le screening phytochimique nous a permis de mettre en évidence la présence de métabolites secondaires au niveau des tissus végétaux de notre plante. La détection de ces composés chimiques est basée sur des essais de solubilités des constituants, des réactions de précipitation et de turbidité, un changement de couleur spécifique ou un examen sous la lumière ultraviolette. Les résultats des tests phytochimiques réalisés sur le matériel végétal broyé de *J.officinalis* (fleurs), sont mentionnés dans le **tableau.04** suivant :

Tableau .04: Screening phytochimique de la poudre des fleurs du *J.officinalis*.

Plante	Tests								
	Tanins		Mucilages	Coumarines	Saponosides	Alcaloïdes	Flavonoïdes	Stérols et terpènes	Huile essentielle
	C	G							
La fleur	+	-	-	+	+	+	+	+	+

(+) : présence

(-) : absence

(C) : Tanins Catéchiques

(G) : Tanins Gallique

Les travaux antérieurs sur les tests phytochimiques de *J.officinalis* ont montré la présence des flavonoïdes, tanins catéchiques, coumarines, alcaloïdes, saponosides, stérols et terpènes, et l'absence des mucilages et tanins galliques. Ces résultats concordent avec ceux de (**Priya et Patric, 2008 ; Patil ,2012; Musaddique et al,2013**), à l'exception d'une absence totale de tanins.

I.2. Le rendement en huile essentielle

Nous rappelons que l'huile essentielle a été extraite des fleurs fraîches du jasmin par un hydrodistillateur de type Clevenger. Nous avons obtenu une huile de couleur jaune pâle avec une odeur âcre. Nous n'avons pas pu récupérer une quantité huileuse importante, le



rendement obtenu est voisin de 0,030%. Cette quantité est très petite par rapport à d'autres plantes aromatiques. Le rendement faible obtenu, peut-être du à plusieurs facteurs à savoir : l'espèce, la région d'origine (type du climat et du sol), la nature de la plante (séchée ou fraîche lors de l'extraction et le degré de maturité des fleurs de *J.officinalis*), ou encore à la période de la cueillette de la matière végétale, les pratique culturales et la méthode d'extraction (Besombes, 2008; Olle et Bender, 2010).

II. Résultats de l'activité antibactérienne

II.1. Antibiogramme

La mise au point d'antibiotiques efficaces sur les quatre souches testées est crucial pour le choix d'antibiotique .Les résultats de l'antibiogramme sont mentionnés ci-dessous dans le tableau .05 et (figures 11, 12, 13,14 .Voir annexe 3).

Tableau.05 : Résultats de l'antibiogramme.

ATB	Les espèces bactériennes											
	<i>E.coli</i>			<i>S.aureus</i>			<i>P.aeruginosa</i>			<i>K. pneumoniae</i>		
	D mm	Ini (%)	Sig	D mm	Ini (%)	Sig	D mm	Ini (%)	Sig	D mm	Ini (%)	Sig
AMC ³⁰	8	8,88%	R	13	14,44%	R	–	–	R	9	10%	R
P ¹⁰	–	–	R	–	–	R	–	–	R	–	–	R
AMP ¹⁰	9	10%	R	10	11,11%	R	–	–	R	14	15,55%	R
Va ³⁰	18	20%	S	17	18,88%	S	–	–	R	19	21,11%	S
Fc ¹⁰	28	31,11%	S	33	36,66%	S	8	8,88%	R	30	33,33%	S
Fo ²⁰⁰	22	24,44%	S	45	50%	S	38	42,22%	S	27	30%	S
E ¹⁵	–	–	R	–	–	R	–	–	R	–	–	R
GM	24	22,66%	S	24	26,66%	S	18	20%	I	20	22,22%	S

D : Diamètre, Ini : Inhibition, Sig : Signification, R : Résistante, S : Sensible, I :Intermédiaire , ATB : Antibiotiques.

D'après les résultats obtenus nous soulignons une variabilité dans la réponse des souches étudiées vis-à-vis des antibiotiques testés.



En se basant sur les valeurs critiques des diamètres des zones d'inhibitions présentes dans la standardisation de l'antibiogramme à l'échelle nationale et selon les recommandations de L'OMS, il est à noter que l'ensemble des bactéries testées montrent une grande sensibilité vis-à-vis de la Fosfomicine avec un pourcentage d'inhibition allant de 50% à 24,44%. Les trois souches (*E. coli*, *S. aureus* et *K. pneumoniae*), sont sensibles aux trois antibiotiques suivants (Va³⁰, Fc¹⁰ et GM) à l'exception de *P. aeruginosa* qui est dans l'ensemble très résistante à la plupart des antibiotiques testés.

II.2.Méthode de dilution en milieu solide (Aromatogramme)

L'activité antibactérienne de l'HE du jasmin a été évaluée par des essais basés sur la méthode de diffusion par puits. Son pouvoir antibactérien se traduit par des zones d'inhibition autour des puits, et cela est indiqué dans le **tableau.06** ci-dessous et (**figures 15, 16 ,17 ,18. Voir annexe 3**).

Tableau.06 : Diamètre et pourcentage d'inhibition des souches testées

	Diamètre d'inhibition (mm)										Pourcentage d'inhibition	Sig
	Brute	1/2	1/4	1/8	1/16	1/32	1/64	1/128	1/256	DMSO		
<i>S. aureus</i>	16	10	9	8,5	8	–	–	–	–	–	17,77	T.S
<i>E.coli</i>	12	–	–	–	–	–	–	–	–	–	13,33	S
<i>P. aeruginosa</i>	13	10	–	–	–	–	–	–	–	–	14,44	S
<i>K. pneumoniae</i>	13	–	–	–	–	–	–	–	–	–	14,44	S

T.S : Très sensible S : sensible Sig : Signification

D'après les résultats obtenus, et en mesurant le diamètre des halos d'inhibition autour des puits, il a été remarqué que toutes les souches testées sont sensibles à l'HE de Jasmin brute avec une plus grande sensibilité pour *S. aureus* (diamètre d'inhibition de 16 mm). Ce résultat concorde avec celui de (Sandeep et al, 2009) sur l'extrait éthanolique des fleurs de la même plante et pourrait être expliqué par le fait que les bactéries à Gram+ possèdent des dispositifs structuraux principalement susceptibles aux HES (Abdul Rahman et al, 2010).

En les comparant à *S. aureus* (bactérie à Gram +), les bactéries à Gram- (*P. aeruginosa*, *k. pneumoniae*, et *E. coli*) se sont avérées moins sensibles ; elles montrent des zones d'inhibitions de 12 à 13mm. Plusieurs travaux notamment ceux de (Souza et al., 2006), (Derwich et al., 2010) et (Bari et al., 2010) ont confirmé la grande résistante des bactéries



Gram- par rapport aux Gram+. Ceci est lié en partie à la complexité de l'enveloppe cellulaire de ces microorganismes. Celle-ci est dotée d'une couche de Peptidoglycane coincée entre la membrane plasmique et une assise externe constituée de lipopolysaccharides et de protéines (LPS) formant une barrière d'imperméabilité aux substances hydrophobes telles que les HES.

A l'état dilué, l'HE de jasmin a un effet antibactérien uniquement sur *S. aureus* (dilutions : 1/2 ,1/4 ,1/8 et 1/16) et *P. aeruginosa* (dilution 1/2). Les HES sont médiocrement solubles dans l'eau, ce qui pose beaucoup de problèmes pour étudier leur activité antibactérienne (Griffin, 2000). L'utilisation du DMSO Comme contrôle négatif n'a pas affecté la croissance des souches bactériennes aux dilutions utilisées, comme le montre le tableau.07 .Ces résultats sont similaires avec ceux obtenus par (Gachkar *et al.*, 2006).

II.3. Méthode de dilution en milieu liquide

3.1. La Concentration Minimale Inhibitrice (CMI)

Les résultats obtenus par la méthode de diffusion en puits nous ont conduits à réaliser une évaluation quantitative de l'activité antibactérienne de l'HE du Jasmin vis-à-vis des quatre souches étudiées qui ont montré une zone d'inhibition. Cette évaluation a été effectuée par la détermination de la CMI par la méthode de dilution en milieu liquide. Il a été remarqué que pour *S. aureus*, la concentration minimale inhibitrice de l'HE de *J. officinalis* est de 1/16 alors qu'elle est de 1/2 pour *P. aeruginosa*. En ce qui concerne les autres souches, aucune CMI n'a pu être observée. L'HE de jasmin n'a donc aucun effet sur ces dernières.

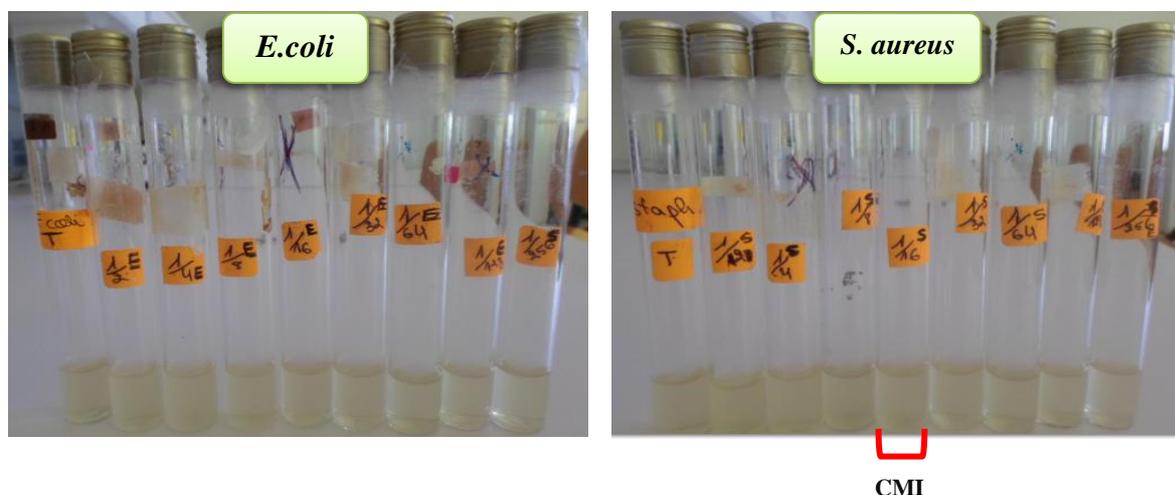


Figure.11: Détermination de la CMI pour *E.coli* et *S. aureus*.

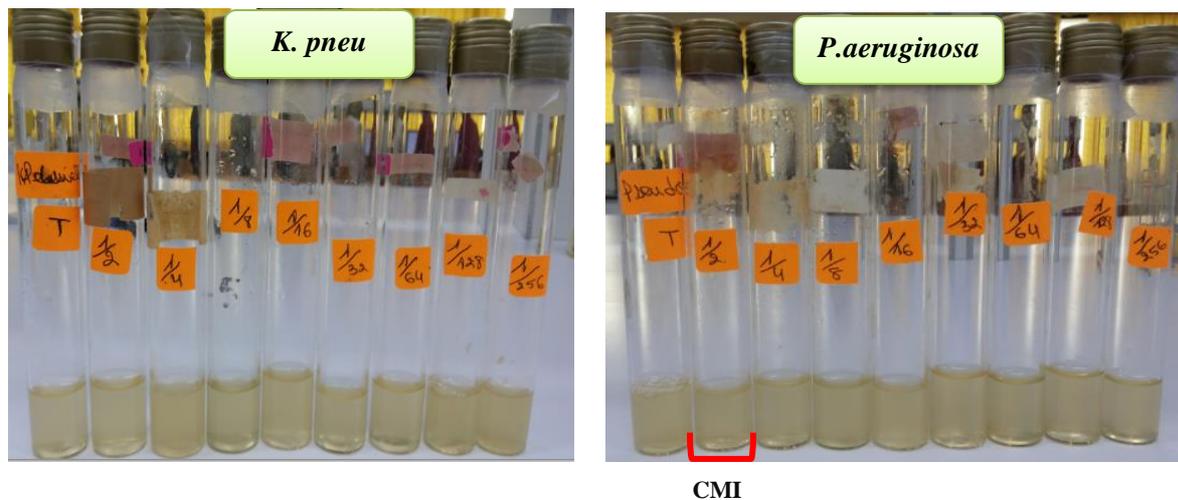


Figure.12: Détermination de la CMI pour *K. pneumoniae* et *P. aeruginosa*.

Dans la présente étude la détermination de la CMI de l'HE vis-à-vis des souches testées qui ont montré une zone d'inhibition, par la méthode de dilution en milieu liquide a donné des CMI variant entre: 1/2 à 1/16, concernant *S. aureus* est de 1/16, et équivalente à 1/2 pour *P.aeruginosa* par contre, la série de dilution d'HE des fleurs de *J.officinalis* montre en revanche la résistance de *K. pneumoniae* et *E.coli*.

La valeur de la CMI peut être influencée également par la quantité de l'émulsifiant utilisé cependant, l'ajout d'un émulsifiant au cours de l'étude de l'activité antibactérienne peut limiter le contact entre l'HE et la bactérie à tester. Cette constatation a été remarquée lors de l'utilisation d'une quantité élevée de l'émulsifiant.

Selon (Gachkar et al.,2006), la valeur de la CMI peut être influencée également par la quantité de l'émulsifiant utilisé. Cependant, les interactions entre les agents émulsifiants et les constituants des HE peuvent limiter le contact entre l'HE et la bactérie à tester ce qui diminue l'activité antibactérienne.

Les différentes valeurs de CMI obtenues nous permettent de constater que l'activité antibactérienne est en fonction de la bactérie, ce qui confirme que le type de microorganismes est un paramètre important déterminant l'activité antibactérienne.



3.2. La concentration minimale bactéricide (CMB)

A partir de la série des dilutions réalisées pour déterminer les CMI de l'HE de Jasmin vis-à-vis des souches étudiées, des boîtes de GN ont été ensemencées puis incubées afin de déterminer la CMB de cette même huile. Les résultats relatifs au test ne montrent aucune absence de la croissance bactérienne des souches cibles, ce qui signifie que cette huile possède une action bactériostatique et non bactéricide (voir **Figure .13**).

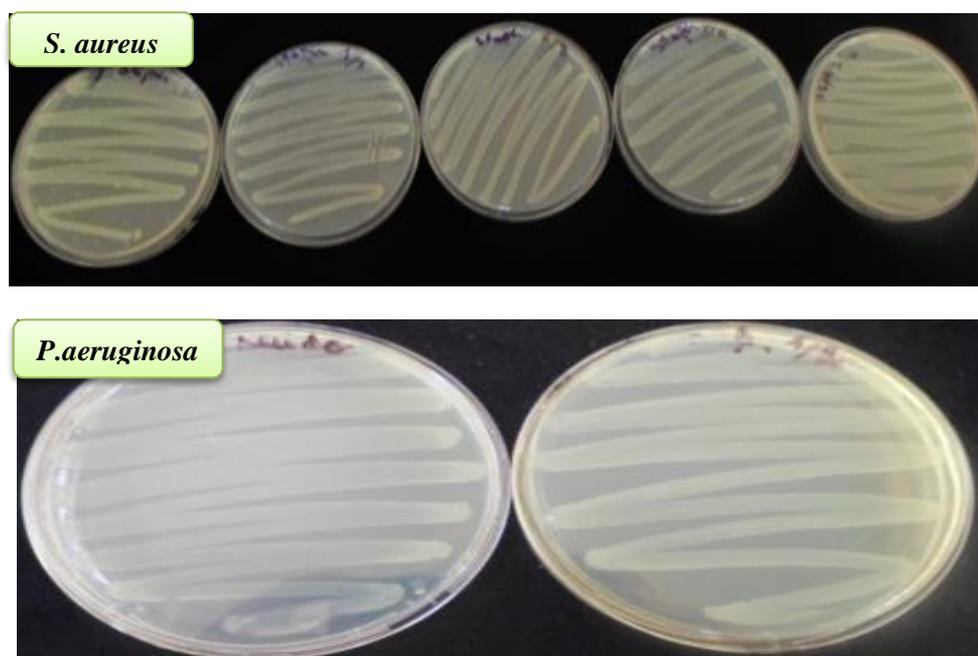


Figure.13: La CMB des souches *S. aureus* et *P.aeruginosa*.



II.4. Comparaison entre l'activité antibactérienne de l'HE de *J.officinalis* et des ATB testées

L'activité antibactérienne de l'HE de *J.officinalis* sur les souches potentiellement pathogènes testées, a été comparée à celle des ATBs et est représentée par les figures (14,15,16,17).

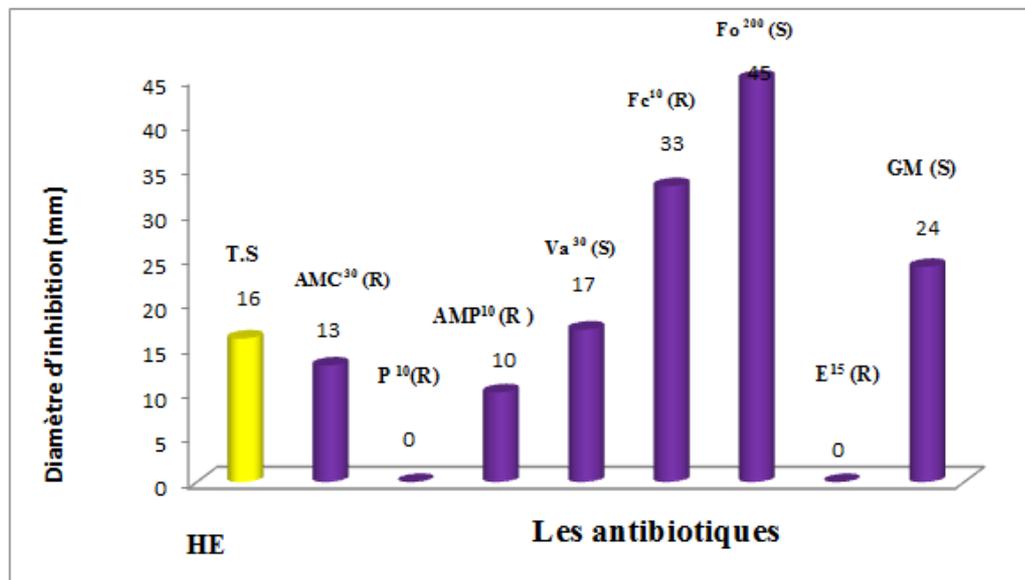


Figure.14 : Présentation graphique des tests de l'aromatogramme et de l'antibiogramme sur *Staphylococcus aureus* ATCC 25923.

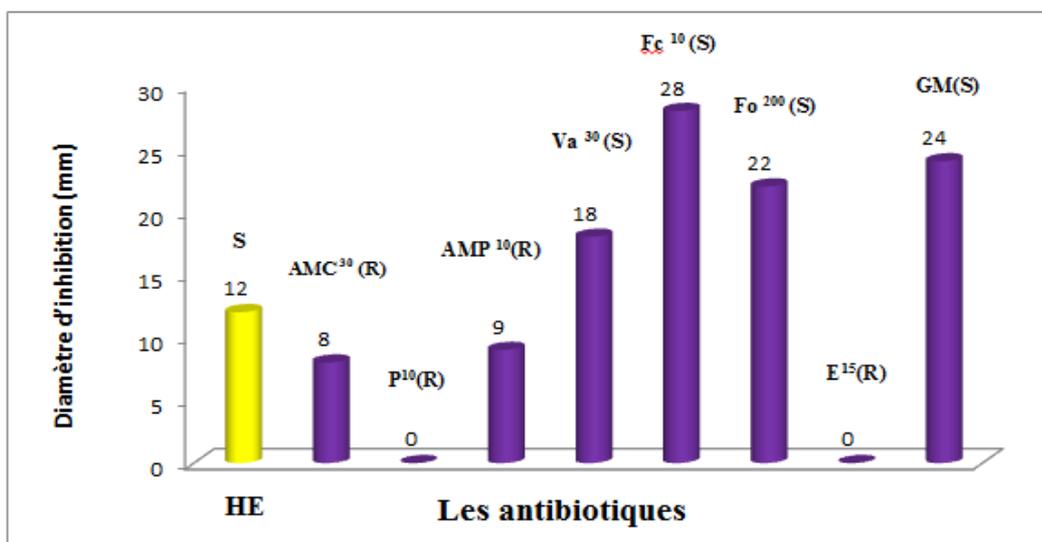


Figure .15: Présentation graphique des tests de l'aromatogramme et de l'antibiogramme sur *Escherichia coli* ATCC 25922.

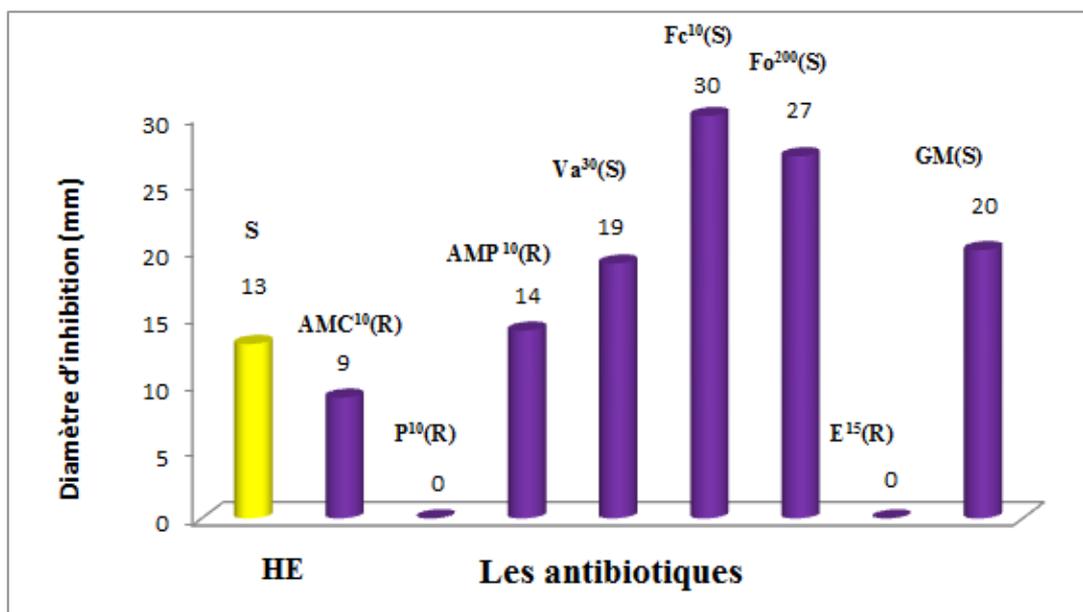


Figure.16: Présentation graphique des tests de l'aromatogramme et de l'antibiogramme sur *Klebsiella pneumoniae* ATCC 700603.

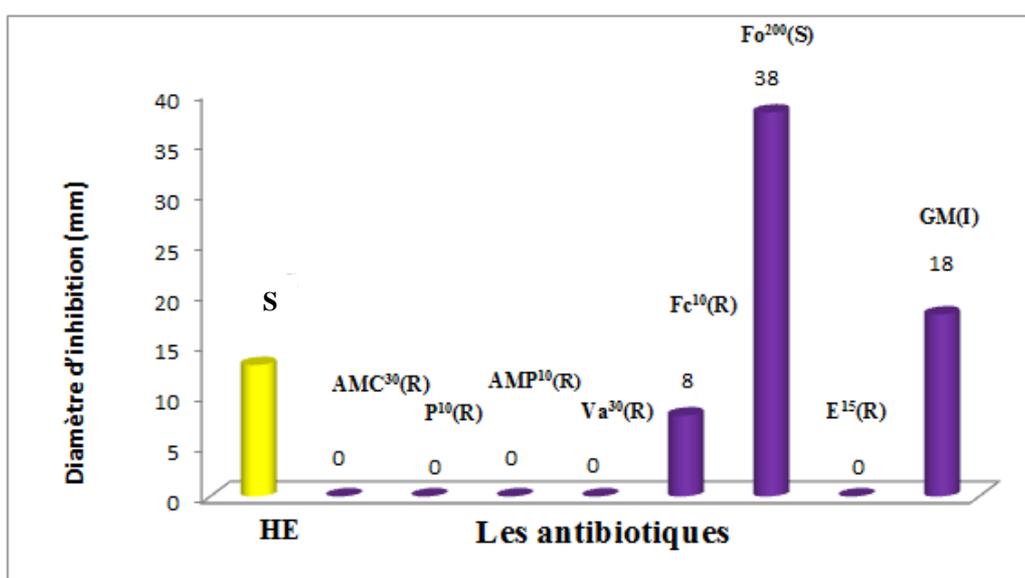


Figure.17: Présentation graphique des tests de l'aromatogramme et de l'antibiogramme sur *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853.



On remarque que l'HE de *J.officinalis* possède une activité antibactérienne sur *S. aureus* supérieur à celle des ATBs suivant (**AMC¹⁰, P¹⁰, AMP¹⁰, FC¹⁰, E¹⁵**), alors que (**VA³⁰, Fo²⁰⁰, GM**) ont une activité meilleure à celle de l'HE.

Pour la souche *E.coli* l'HE de *J.officinalis*, présente une activité antibactérienne meilleure comparante aux ATBs (**AMP¹⁰, P¹⁰, AMC¹⁰, E¹⁵**), par contre les ATBs (**Va³⁰, Fc¹⁰, Fo²⁰⁰, GM**) ont une activité supérieure que l'HE.

En ce qui concerne *K. pneumoniae*, l'activité antibactérienne d'HE de *J.officinalis*, est meilleure que celle des ATBs (**AMP¹⁰, P¹⁰, AMC¹⁰, E¹⁵**).

On note que par contre les quatre ATBs (**Va³⁰, Fc¹⁰, Fo²⁰⁰, GM**) ont une activité supérieure que l'HE.

L'HE de *J.officinalis*, a une activité antibactérienne forte à celle des ATBs (**AMP¹⁰, P¹⁰, AMP¹⁰, Va³⁰, Fc¹⁰, E¹⁵**). L'ATB **Fo²⁰⁰** possède une activité antibactérienne plus forte que celle d'HE.

Selon les résultats précédant, on peut dire que la comparaison quantitative des résultats des HES avec celle des antibiotiques reste difficile, car la nature de l'activité et la composition des molécules ne sont pas comparables. Contrairement aux huiles essentielles, mélanges complexes de composés très volatils qui s'évaporent, mais aussi diffusent dans la gélose à des vitesses lentes, les antibiotiques sont de grosses molécules non volatiles. Leur diffusion a lieu vraisemblablement en surface et en volume dans la masse de la gélose (**Pibiri M C, 2005**). On peut tout de même se risquer à une comparaison globale de l'activité des antibiotiques à celle des huiles essentielles par expression du rapport de l'activité mesurée par la quantité du produit antimicrobien utilisé.

Malgré que toutes les souches s'avèrent sensibles, l'HE des fleurs de *J.officinalis* n'a pas montré vraiment une grande activité antibactérienne si on le compare avec d'autres plantes aromatiques. Cela est dû probablement aux pertes des composés Volatils de l'HE durant le stockage ou durant l'extraction et pourrait aussi être dû au fait qu'au cours de la période d'incubation, certains composants volatils de l'huile peuvent s'évaporer des milieux de culture, ce qui diminuerait sa concentration, et par la suite son activité antibactérienne.

Nos résultats suggèrent que l'HE du *J.officinalis* est efficace contre tous les agents pathogènes testés. Des travaux effectués par (**Heinrich ,2000**), (**Heinrich et Simon ,2001**), (**Djenane et al.,2012**) sur l'activité antibactérienne d'extraits d'espèces proches de notre plante



renforcent plus nos résultats, et soutient l'idée que les principes actifs de plusieurs plantes médicinales pourraient être utiles comme agents antimicrobiens.



L'utilisation des formulations volatiles à partir des plantes aromatiques et médicinales peut présenter de nombreux avantages par rapport aux produits de synthèses actuels. Notre étude a pour but de valoriser une espèce qui fait partie de notre vie de tous les jours, soit en tant que plante cosmétologique ou médicinale : *Jasminum officinalis*.

L'objectif assigné à ce travail est l'étude de l'effet antibactérien des huiles essentielles des fleurs de *J.officinalis* , collectées de la région de Guelma, Algérie.

Le screening phytochimique, réalisé sur la poudre des fleurs a montré la présence : des tanins catéchiqes, coumarines, saponosides, alcaloïdes, flavonoïdes, stérols et terpènes et l'absence de mucilages.

- Le rendement en huile est faible et est-il de 0,030%.
- L'huile essentielle de *J. officinalis* a montré avec la méthode de diffusion en milieu solide , une bonne activité antibactérienne vis-à-vis de toutes les souches utilisées mais avec un diamètre de la zone d'inhibition de *S. aureus* (16mm) supérieur aux autres souches à Gram-(*E. coli*, *P. aeruginosa* et *k. pneumoniae*)
- L'étude de la CMI et de la CMB montrent que l'huile testée est bactériostatique en étant brute ou bien à des dilutions moyennes pour *S. aureus* (de 1/2 allant jusqu'à 1/16) et une dilution faible pour *P. aeruginosa*.(1/2).

A la suite de ces résultats, il serait donc très intéressant de continuer ce travail sur plusieurs aspects :

- Déterminer la composition chimique précise de l'huile essentielle du *J.officinalis* par la CPG couplée à une spectrométrie de masse.
- Elargir la gamme d'espèces bactérienne testées.
- Mener une enquête détaillée sur les fractions de l'huile essentielle démontrant l'activité antibactérienne *in vitro* en vue d'identifier l'espèce chimique ou les composés responsables de cette activité ainsi que la synergie d'action probable entre eux, ces études devront être confirmés par un suivi *in vivo*.



- Envisager l'étude de l'effet de ces substances actives sur une éventuelle modification du génome bactérien.
- Etude de l'effet antibactérien de plusieurs extraits issus de différentes parties de la plante (racine, tige, feuille, fleur..).
- Tester l'activité antibactérienne de l'HE *J.officinalis* et sa toxicité sur un modèle animal.



Résumé

Dans le cadre de la valorisation des plantes médicinales aromatiques, nous nous sommes intéressés à l'étude de l'activité antibactérienne de l'huile essentielle des fleurs du *Jasminum officinalis*, collectées de la région de Guelma. Extraite par hydrodistillation, cette huile présente un rendement faible de 0,030%. Le screening phytochimique des fleurs de la plante a permis de mettre en évidence la présence des saponosides, des tanins catéchiques, des flavonoïdes, stérols et terpènes, alcaloïdes et des coumarines avec une absence des mucilages. L'activité antibactérienne de l'HE du Jasmin a été testée sur quatre souches de référence (*Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Escherichia coli*, ATCC 25922, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 et *Klebsiella pneumonia* ATCC 700603) par la méthode de diffusion en puits. L'huile brute et diluée semble avoir un très bon effet vis-à-vis de toutes les souches mais semble être plus efficace pour *S. aureus* avec des zones d'inhibitions supérieures aux autres bactéries. L'étude de la CMI et de la CMB, montre que l'huile a un effet bactériostatique.

Mots clés: L'aromathérapie, plantes médicinales, huile essentielle, *Jasminum officinalis*, activité antibactérienne.



Abstract

As part of the valorization of the aromatic herbs, we were interested in the study of antibacterial activity of the essential oil of *Jasminum officinalis* flowers, collected from the Guelma's region. Extracted by hydrodistillation, the oil has a low yield of 0.030%. The phytochemical screening of the flowers of the plant made it possible to demonstrate the presence of saponins, catechin tannins, flavonoids, sterols and terpenes, alkaloids and coumarins with an absence of mucilage. The antibacterial activity of Jasmine essential oil was tested on four referenced strains (*Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 and *Klebsiella pneumoniae* ATCC 700603) by the diffusion method in wells. The raw and diluted oil seems to have a very good effect with respect to all strains but appears to be more effective against *S. aureus* with inhibition zones greater than the other bacteria. The study of the MIC and MBC shows that the oil has a bacteriostatic effect.

Keywords: Aromatherapy, medicinal plants, essential oil, *Jasminum officinalis*, antibacterial activity.



ملخص

في اطار تقييم النباتات الطبية اهتمنا في هذا العمل بتسليط الضوء على دراسة تأثير المضاد البكتيري للزيوت الطيارة لزهرة نبتة الياسمين، والتي تم جمعها من منطقة قالمة. المستخرجة عن طريق التقطير بالبخار. اظهر الزيت ذو مردود منخفض يتمثل في 0,030%. اثبت الفحص الكيميائي النباتي وجود مركبات, الصابونين العفص الفلافونيدات القلويدات و الكومارين كما لوحظ عدم وجود الصمغ. كشفت اختبارات النشاط المضاد للبكتيريا بواسطة الزيوت الطيارة على السلالات المرجعية الاربعة و ايضا ,تحديد ادنى تركيز مثبت , ادنى تركيز مبيد للجراثيم على اثر ايجابي خاصة على

Staphylococcus aureus ATCC 25923, *Klebseilla pneumonia* ATCC 700603,

Pseudomonas aeruginosa ATCC 27853, *Escherichia coli* ATCC 25922

,بمفعول تثبيطي.

الكلمات المفتاحية : النباتات الطبية ,الزيوت الطيارة ,الياسمين, النشاط المضاد للبكتيريا



- **Abdul Rahman m.S., Thangaraj S., Salique S.M., Khan k.F. et Natheer S.E.,(2010)** .Antimicrobial and biochemical analysis of some spices extract against foodSpoilage pathogènes. Internet Journal of Food Safety, 12 ,p: 71-75.
- **Albert C. et Camilli D.,(1936)**. Le jasmin. Ed. la revue des marques, p: 5-28.
- **Amhis W., Benslimane A., Tiouit D. et Naim M., (2001)**. Tests de sensibilité utiles au traitement antibiotique. Médecine du Maghreb, 91. p:373-379.
- **Angiosperm Phylogeny Group, (2009)**. An update of the angiosperm phylogeny group classification for the orders and families of flowering plants: apg III. Botanical journal of the linnean society, 141, p: 399-436.
- **Anton R. et Lobstein A., (2005)**. Plantes aromatiques. Epices, aromates, condiments et huiles essentielles. Tec & Doc, Paris, p: 522.
- **Ayadi S., Jerribi C. et Abderrabba M., (2011)**. Extraction et étude des huiles essentielles de *rosmarinus officinalis* cueillie dans trois régions différentes de la Tunisie. Journal de la Société Algérienne de Chimie, 21(1).P : 25-33.
- **Ayan M., Kuzucu C., Durmaz R., Aktas E. et Cizmeci Z., (2003)**. Analysis of three outbreaks due to Klebsiella species in a neonatal intensive care unit. J Infect Control Hosp Epidemiol, p: 495-500.
- **Baba A. (2000)**. Encyclopédie des plantes utiles, flore d'Algérie et du Maghreb, substances végétales d'Afrique, d'Orient et d'Occident. EDAS Algérie.
- **Baerwolf S., Geffers C. et Behnke M., (2002)**. Correlation between transmissions and the nosocomial infection rate in five different intensive care units in a German university hospital,edition waynha ,p: 216.
- **Bakkali F., Averbeck S., Averbeck D. et Idaomar M., (2008)**. Biological effects of essential oils. Food Chemical Toxicology, p :46 : 446–475.
- **Barim A., Islam W., Khan A.R. et Mandal A.,(2010)**. Antibacterial and antifungal activity of Solanumtorvum (Solanaceae), Int. J. Agric. Biol , P : 386-390.



- **Benzahi K., (2001).** Contribution à l'étude des flavonoïdes dans la plante cynodn Dactylon, mémoire de Magister. Université d'Ouargla, p:15-17.
- **Benzeggouta N., (2005).** Etude de l'activité antibactérienne des huiles infusées de quatre plantes médicinales connues comme aliments. Magister pharmacochimie. Université Mentouri de Constantine, p: 153.
- **Berche P., Gaillard J. L. et Simonet M., (1989).** Bactériologie: bactéries des infections humaines. Médecine-Sciences Flammarion . p:609.
- **Bernadet M. (2000).** Phyto-aromathérapie pratique, plantes médicinales et huiles essentielles, Ed : D'anglés , p:73.
- **Besombes C.,(2008).** Contribution à l'étude des phénomènes d'extraction hydrothermomécanique d'herbes aromatiques. Applications généralisées. Thèse Doctorat. Université de La Rochelle, p: 41 -45.
- **Bessas A., Benmoussa L. et Kerarma M.,(2007).** Dosage biochimique des composés phénoliques dans les dattes et le miel récoltés dans le sud Algérien. Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en biologie,p:123.
- **Botineau M., (2010).** Botanique systématique et appliquée des plantes à fleurs. Ed. Tec et doc, p: 1007-1015.
- **Boyd B., Ford C., Koepke Michael C., Gary K., Horn E., Mcanalley S. et MCANALLEY B., (2003).** Etude pilotée ouverte de l'effet antioxydant d'Ambrotose AOTM sur des personnes en bonne santé. Glycoscience and Nutrition, 4(6), p: 7.
- **Bruneton J., (1993).** Pharmacognosie : phytochimie, plantes médicinales. Tec & Doc et Lavoisier, Paris, p: 915.
- **Bruneton J., (1999).** Pharmacognosie, Photochimie – Plantes médicinales – Techniques et documentations, 3ème Ed : Lavoisier. p:180.
- **Burt S., (2004).** Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods—a review. International Journal of Food Microbiology, p: 94: 223–253.



- **Chao S. C., Young D. G. et Oberg G. J., (2000).** Screening for Inhibitory Activity of Essential Oils on Selected Bacteria, Fungi and Viruses. *J. Essent. Oil Res*, 12, p: 639-649.
- **Chung K., Lim T., Koh Y., Song J., Kimw S., Choi J. et Mand Aush H.,(1992).** Nosocomial pneumonia in medico-surgical intensive care unit. *J Korean Med Sci* ,p:241-251.
- **Das R., Lopez S., Fernandez M., Garcia-Gonzalez R., Rodriguez A.B., Wallace R.J. et al. (2008).** *In vitro* screening of the potential of numerous plant species as antimethanogenic feed additives for ruminants. *Animal Feed Science and Technology*, p :145 : 245–258.
- **Delaquis P.J., Stanich K., Girard B. et Mazza G., (2002).** Antimicrobial Activity of Individual and Mixed Fractions of Dill, Cilantro, Coriander and Eucalyptus Essential Oils. *Int. J. Food Microbiol*, 74, p: 101-109.
- **Deluchi M. J. et Safra L., (1979).** Plantes à parfums de la région de Grasse. *Parfums, cosmétiques et arômes*, 29 (30). p:555-559.
- **Denis F. et Marie C., (2013).** Bactériologie Médicale. 2^{ème} Ed. Paris: Elsevier Masson, p: 126-336.
- **Derwich E., Benziane Z. et Boukir A.,(2010).** GC/MS Analysis and antibacterial activity of the essential oil of *Mentha pulegium* grown in Morocco. *Res. J. Agric. & Biol. Sci*, p: 191-198.
- **Dictionary and Encyclopedia. (2005).** Produced by Lexico Publishing Group. Science direct.Com.
- **Djamal D., Javier Y., Fariza D., Lydia B. et Pedro R., (2012).** Utilisation des composés de feuilles d'olivier comme agents antimicrobiens, application pour la conservation de la viande fraîche de dinde. *Revue « Nature & Technologie »*, 07. P : 53- 61.
- **Dossevi L. M. et Essou J. P. (2011).** Utilisation de quelques plantes médicinales en alimentation humaine et/ou animale au Sud Bénin. *Journal de la Recherche Scientifique de l'Université de Lomé*, 01. p : 13.
- **Dunstan H., Florentine S. K., Calviño-Cancela M., Westbrooke M.E. et Palmer G. C., (2013).** Dietary characteristics of Emus (*Dromaius novaehollandiae*) in semi-arid New South



Wales, Australia, dispersal and germination of ingested seeds. Csiro Publishing, p: 113: 168-176.

- **Effendi L., Yajun Y et Hena T k, (2008).** Functional expression of flavonoid hydroxylase for the biosynthesis of plant-specific hydroxylated flavonols in *Escherichia coli* .Metab.Eng, 8, p: 172-181.
- **El ajjouri M., Satrani B., Ghanmi M., Aafi A., Farah A., Rahouti M., Amarti F. et Aberchane M. (2008).** Activité antifongique des huiles essentielles de *Thymus bleicherianus* Pomel et *Thymus capitatus* L. Hoffm. & Link contre les champignons de pourriture du bois d'œuvre. Biotechnol. Argon. Soc. Environ; 12(4), p: 345-351.
- **El amri J., Elbadaoui K., Zair T., Bouharb H., Chakir S. Alaoui T., (2014).** Étude de l'activité antibactérienne des huiles essentielles de *Teucrium capitatum* L et l'extrait de *Silène vulgaris* sur différentes souches testées.p: 12.
- **El kalamouni C. (2010).** Caractérisations chimiques et biologiques d'extraits de plantes aromatiques oubliées de Midi-Pyrénées.Sciences des Agroressources.Université de toulouse ,p:73.
- **Fernandez M., (2003).** De Quelques plantes dites médicinales et de leurs fonctions. Ed. AENIGMA, p: 9.
- **Flescher E., (2007).** Jasmonates in cancer therapy. Cancer letters 245, p: 1-10.
- **Ganiere J. P., Mangion C. et Peridy M., (2004).** Détermination des Concentrations Minimales Inhibitrices et Bactéricides de la cefquinome, la marbofloxacine, la tylosine et la spiramycine en solution dans du lait vis-à-vis de bactéries isolées de mammites bovines. Revue Médecine vétérinaire, 155(8), p: 411-416.
- **Garnier D., (1992).** Dictionnaire des termes de médecine. Ed. Maloine. Paris.p:143.
- **Ghestem A., Seguin E., Paris M. et Orecchioni A. M., (2001).** Le préparateur en pharmacie. Dossier 2. Ed : Tec & Doc, Paris , p : 275.
- **Gilly G., (1997).** Les plantes a parfums et huiles essentielles à Grasse. Ed. L'Harmattan, p:50-64.



- **Goldin N., Arzoine L., Heyfet A., Israelson A., Zaslavsky Z., Bravman T., Bronner V., Notcovich A., Shoshan-Barmatz V. et Flescher E., (2008).** Methyl jasmonate binds to and detaches mitochondria-bound hexokinase. *Jasmonate detaches hexokinase from mitochondria.* *Oncogene* 27, p: 4636-4643.
- **Goossens H., Guillemot D., Ferech M., Schlemmer B., Costers M., van Breda M., Baker L. J., Cars O., Davey P.G. (2006).** National campaigns to improve antibiotic use. *Eur. J. Clin. Pharmacol*, p: 373-379.
- **Grasse M. C., (1996).** Le jasmin, fleur de Grasse. Ed. Parkstone musées et musée international de la parfumerie, p: 143.
- **Greathead H. (2003).** Plants and plant extracts for improving animal productivity. *Proceedings of the Nutrition Society*, p:62 : 279–290.
- **Griffin S. (2000).** Aspects of antimicrobial activity of terpenoids and the relation ship to their molecular structure, Doctorante thesis, University of Western Sydney, Australia, p:51-80.
- **Grysole J. (2004).** La commercialisation des huiles essentielles. Manuel pratique des huiles essentielles : de la plante à la commercialisation, p :139-141.
- **Guignard et Henry., (1985).** Abrégé de phytochimie. Masson, Paris New York Barcelone Mexico Sao Paulo, p: 121-124.
- **Guinoiseau E., (2010).** Molécules antibactériennes issues d’huiles essentielles: séparation, identification et mode d’action. Thèse doctorat. France, université de Corse-Pascale Paoli, p: 149.
- **Hajhashemi V., Ghannadi A. et Sharif B., (2003).** Anti-inflammatory and analgesic properties of the leaf extracts and essential oil of *Lavandula angustifolia*. *J. Ethnopharmacol*, 89, p: 67-71.
- **Hart K. J., Yáñez-Ruiz D.R., Duval S. M., Mcewan N. R. et Newbold C. J., (2008).** Plant extracts to manipulate rumen fermentation. *Animal Feed Science and Technology*, p: 147 : 8–35.



- **Heinrich M. et Simon G., (2001).** Ethno pharmacology in development: Discovery and analysis of its role and potential contribution, *Pharm. pharmacol*, 53, p: 425-432.
- **Heinrich M., (2000).** Ethnobotany and its role in drug development. *Phytother. res.*14, p: 479-488.
- **Hopkins W. G. (2003).** *Physiologie végétale*. 2^{ème} Ed. américaine, de Boeck et Lancier S A, Paris, p:514.
- **Igor Passi L.B., (2002).** Etude des activités biologique de *Fagara zanthoxyloïdes, lam* (Rutaceae). Thèse de pharmacie, Bamako, p: 133.
- **Isrin. (2001).** Encyclopédie des plantes médicinales: Identification, préparations, soins, p : 28-31.
- **Jarlier V. et Nordmann P., (2000).** Entérobactéries et bêta-lactamines. In FRENEY J., RENAUD F., HANSEN W. et BOTLER C. *Précis de bactériologie clinique*. Ed. ESKA. Paris, p: 649-665.
- **John P., Harley D. et Klein A., (2003).** *Microbiologie générale*. Ed. Book, p : 42-113.
- **Joy P. et Raja P., (2008).** Anti-bacterial activity studies of *Jasminium grandiflorum* and *Jasminium sambac*. *Ethnobotanical Leaflets*, 12, p: 481-483.
- **Judd S., Campbell S., Kellogg A. et Stevens P., (2002).** *Botanique systématique, une perspective phylogénétique*. Ed. Boeck université, p: 373.
- **Kansole M. M. R., (2009).** Etude ethnobotanique, phytocuimique et activités biologiques de quelques lamiaceae du Burkina Faso: cas de *Leucas martinicansis (Jacquin) R. Brown*, *Hoslundia oppossta vahl* et *Orthosiphon pallidus royle ex benth*. Mémoire pour obtenir un diplôme Diplôme d'Etudes Approfondies (D.E.A) en Sciences Biologiques Appliquées, Burkina Faso,p:240.
- **Karumi Y., Onyeyili P. A. et Ogugbuaja V.O. (2004).** Identification of active principles of (balsam Apple) Leaf extract. *J Med Sci*, 4(3), p: 179-182.



- **Khadri S., (2009).** Evaluation de l'activité antibactérienne de l'huile essentielle de l'ail cultivé (*Allium sativum*) de l'est Algérien vis-à-vis de différentes souches de *Pseudomonas aeruginosa*. Thèse de Magister. Université BADJI MOKHTAR, Annaba, p: 100.
- **Khiati M., (1998).** Guide des maladies infectieuses et parasitaires. OPU. Alger, p:316.
- **Leclerc H., Gaillard J.L., Simonet M., (1995).** Microbiologie générale, la bactérie et le monde bactérien. Doin Editeurs. Paris .p:130.
- **Lucches I. (2005).** Extraction sans solvant assistée par micro_ondes conception et application à l'extraction des huiles essentielles. thèse de doctorat. Université de la Réunion pays.p:210.
- **Mahajan N., Sakarkar D. et Sanghai D., (2009).** Evaluation of anti-ulcer potential of leaves of *Jasminum grandiflorum L.* Int. J. Ph. Sci., p: 247-249.
- **Martinez J.L., (2008).** Antibiotics and antibiotic resistance genes in natural environments. Science. p: 365-367.
- **Mohammedi Z., (2006).** Etude du pouvoir antimicrobien et antioxydant des huiles essentielles et des flavonoïdes de quelques plantes de la région de Tlemcen. Thèse magistère, Université ABOU BAKR BELKAÏD, Tlemcen, p: 155.
- **Mohammedi Z., (2013).** Etude Phytochimique et activités biologiques de quelques plantes médicinales de la région nord et sud-ouest de l'Algérie. Substances naturelles, activités biologiques et synthèses. Université ABOU BERK BELKAID, Tlemcen, p : 170.
- **Mrabet N., Lahlou H. et Benjilali B. (1999).** Effet of Moroccan *cistusla daniferus L.* (rockrose) extracts on the growth of four fungi- J. Crytoganie mycology. Maroc.20 (1), p: 23-33.
- **Musaddique H ., Hazoor B ., Abdul A ., Abdul M ., Imran A.K ., Abdul M . et Umer F., (2013).** Comparative In vitro study of antimicrobial activities of flower and whole plant of *Jasminum officinale* a gainst some human pathogenic microbes. Journal of Pharmacy and Alternative Medicine, 2(41).ISSN 2222-5668 (Paper) ISSN 2222-4807 (Online), p: 12.
- **Nauciel C. et Lvilde J., (2005).** Biochimie. Paris : De Boeck. 2^{ème} Ed: Lionel. Donenjoud, p:1516.



- **Nayak B. S. et Mohan K., (2007).** Influence of ethanolic extract of *Jasminum grandiflorum* Linn flower on wound healing activity in rats. Indian J. physiologie, pharmacologie. 51(2), p: 189-194.
- **Newman D. J., Cragg G. M. et Snader K. M. (2003).** Natural products as sources of new drugs over. The period 1981-2002. J. Nat. Prod, p: 1022-1037.
- **Normak H. B. et Normak S., (2002).** Evolution and spread of antibiotic resistance. J. Intern. Med, p: 91-106.
- **Okmu D. E., (2005).** Phytochemicals vitamins and mineral contents of two Nigerian medicinal plants. Int J Mol AdvSci ,1 (14), p: 375-381.
- **Patil K. J., Patil V. A., Patil S.V. et Bhuktar A. S., (2012).** Comparative preliminary photochemical studies of *jasminium multiflorum* and *jasminum officinale* .DAMA international, 1(3). ISSN: 2319–4731, p: 2319–5037.
- **Paul S., (2005).** Bactériologie pour la Médecine, la Biologie et les biotechnologies. 6^{ème} Ed.: Belgique, p : 464-467.
- **Pibiri m C., (2005).** Assainissement microbiologique de l'air et des systèmes de ventilation au moyen d'huiles essentielles. Doctorat chimie. Présentée à la faculté environnement naturel, architectural et construit institut des infrastructures, des ressources et de l'environnement,p : 177
- **Piochon M. (2008).** Étude des huiles essentielles d'espèces végétales de la flore laurentienne : composition chimique, activités pharmacologiques et hémi-synthèse . Université du québec , p :213.
- **Ponce A.G., Fritz R., De lvalle C. et Roura S. I., (2003).** Antimicrobial activity of essential oils on the native microflora of organic Swiss chard. Lebensm.- Wiss. u. -Technol, 36, p: 679-684.
- **Rahel K., Benslimani A., Tal-Maamar H., Missoum K., Aboun A. et Ammari H., (2008).** Standardisation de l'antibiogramme en médecine humaine l'échelle nationale selon les recommandations l'OMS, Algérie, p : 109.



- **Rakholiya K. (2013).** Medicinal Plants as Alternative Sources of Therapeutics against Multidrug-Resistant Pathogenic Microorganisms Based on Their Antimicrobial Potential and Synergistic Properties, Fighting Multidrug Resistance with Herbal Extracts, Essential Oils and their Components, p:165–179.
- **Raven P. H., Evert R. F. et Eichhorn S. E., (2000).** Biologie végétale. Ed. Boeck Universités. A, p: 944.
- **Rizk A. M., (1982).** Constituents of plants growing in Qatar. *Fitoterrapia*, 52 (2), p: 35-42.
- **Sarni-Manchado P. et Veronique C., (2006).** Les polyphénols agroalimentaires. Collection sciences et techniques agroalimentaires, Ed. TEC et DOC, Paris, p: 398.
- **Sarni-Manchado P., Cheynier V., (2006).** Les polyphénols en agroalimentaire . Ed. Lavoisier et Tec & Doc, Paris, p : 300-398.
- **Sikkema J. A., Poolmam B., (1995).** Mechanisms of membrane toxicity of hydrocarbons, *Journal of Applied Microbiology Wiley*. Online Library, p: 63-69.
- **Simonet M., (1988).** Structure, mode d'action des antibiotiques et mécanismes de la résistance bactérienne. In : BERCHE P., GAILLARD J. L. et SIMONET M. *Bactériologie : les bactéries des infections humaines*. Flammarion. Paris, p:575-92.
- **Singh S.B. et Barrett J.F., (2006).** Empirical antibacterial drug discovery foundation in natural products. *Biochem. Pharmacol*, p: 1006-1015.
- **Smallfiel D. (2001).** Introduction to growing herbs for essential oils, medicinal and culinary purposes. *Crop & Food Research*, 45, p :4.
- **Souza E.L., Guerr N.B., Stamford T.L.M. et Lima E.O., (2006).** Spices: alternative sources of antimicrobial compounds to use in food conservation. *Rev. Bras. Farm*, p: 22-25.
- **Sow S. M., (1988).** Contribution de l'informatique dans la gestion de laboratoire d'analyse médicale en milieu hospitalier. Thèse Pharmacie. Bamako.p:348.
- **Svoboda Hampson J. B., (1999).** Bioactivity of essential oils of selected temperate aromatic plants: antibacterial, antioxidant, anti-inflammatory and other related pharmacological



activities. Plant Biology Department, SAC Auchincruive, Ayr, Scotland, UK., KA6 5HW.
.p:17.

- **Teixeira Da Silva J. A., (2004).** Mining the essential oils of the Anthemideae. African journal of Biotechnology, 3 (12), p: 106-720.
- **Tsai T., Wu W., Tseng J. et Tsai P., (2010).** In vitro antimicrobial and anti-inflammatory effects of herbs against *Propioni bacteriumacnes*. FoodChem ,119(3), p: 964-8.
- **Umamaheswari M., Asokkumar K., Rathidevi R., Sivashanmugam A. T., SUBHADRADEVI V. et Ravi T. K., (2007).** Antiulcer and in vitro antioxydants activités of *jasminum grandiflorum*l. Journal of ethnopharmacology 110, p: 464-470.
- **Verdrager., (1978).** Ces médicaments qui nous viennent des plantes. Ed. Maloine , p: 12-15.
- **Vermerris, W. (2006).** Phenolic compound biochemistry, Springer, Dordrecht. ISBN-10 1-4020-5163-8 (HB).
- **Wichtl M. et Anton R., (2009).** Plantes thérapeutiques tradition, pratique officinale, science et thérapeutique. Ed. Lavoisier. Paris, p: 38-41.
- **Zaghad N. (2009).** Polyphénolique deux plantes médicinale d'intérêt économique (thymus vulgaris, rosmarinus officinalis) et évaluation de leur activité antibactérienne. Biotechnologie végétale, université mentouri Constantine, p :130.



Webographie

1. <http://culturesciences.chimie.ens.fr>. **Consulter le (20 .02 .2015).**
2. Dictionary and Encyclopedia. 2005. Produced by Lexico Publishing Group. Science direct.Com.**Consulter le (01.03.2015).**
3. <http://www.jardiner-malin.fr/fiche/jasmin-entretietaille.html#TQRjU8zfb9waQTTL.99>.
Consulter le (29.02.2015).
4. <http://www.gerbeaud.com/jardin/fiches/jasmin-blanc-officinal.php>.
Consulter le (15.02.2015).
5. <http://www.lca-aroma.com/les-florales/44-huile-essentielle-de-jasmin-absolue.html>.
Consulter le (24.03.2015)



Annexe .1 .Solutions préparées

- **Solution de FeCl₃ à 1%**

1g de FeCl₃ → 100ml d'eau distillée

- **Solution de FeCl₃ à 2%**

2g de FeCl₃ → 100ml d'eau distillée

- **Solution Soude au 1/10**

Verser 1g de soude dans un bicher, et compléter le volume à 10 ml par l'eau distillé.

- **Réactif de siansy**

10 ml de formol à 40% et 5ml d'HCL concentré.

- **Réactif de Mayer**

5g de KI + 1,58g de HgCl₂ solubilisés dans 100 ml d'eau distillé.

- **Préparation de la solution 0.5 Mac Farland**

Cette solution représente le mélange d'une solution de BaCl₂ à 1% et de l'acide silfurique à 1%.

Solution de BaCl₂ à 1%

1g de BaCl₂ dans 100ml d'eau distillée

Solution d' H₂SO₄ à 1%

Prélever 1ml d'acide sulfurique et compléter le volume jusqu'au 100ml par l'eau distillée.

Prélever 0,5ml de la solution de BaCl₂ et le déposer dans une fiole ou une éprouvette, Compléter à 100 ml avec du H₂SO₄ a 1%. Il doit avoir une DO de 0,08 à 0,1 lue à 625nm. Conserver cette solution dans un flacon ombré à température ordinaire.



Annexe.2. Préparation des milieux de cultures

➤ Milieux liquides

- **L'eau physiologique stérile**

L'eau physiologique est une solution à 9%. 9g de NaCl pour 1000 ml d'eau distillée. Après préparation, stériliser cette solution et la conserver à 4°C jusqu'à son utilisation.

- **Bouillon nutritif**

Mettre 20g du milieu nutritif déshydraté dans 1litre d'eau distillée ou déminéralisée. Agiter lentement jusqu'à dissolution complète. Répartir en tube ou en flacons, stériliser à l'autoclave. Conserver au réfrigérateur pour un usage ultérieur.

➤ Milieux solides

- **Gélose Nutritive**

Dissoudre 39g dans un litre d'eau distillée, on met le mélange dans autoclave 15min à 121°C. Ensuite conserver dans un endroit frais en absence d'humidité.

- **Gélose de Muller Hinton**

Gélose Muller Hinton (38 g) plus 1L d'eau distillée. Porté à ébullition avec agitations jusqu'à la dissolution complète de la poudre. La solution a ensuite été stérilisée à l'autoclave à 121°C pendant 30 min.



Annexe.3. Les figures

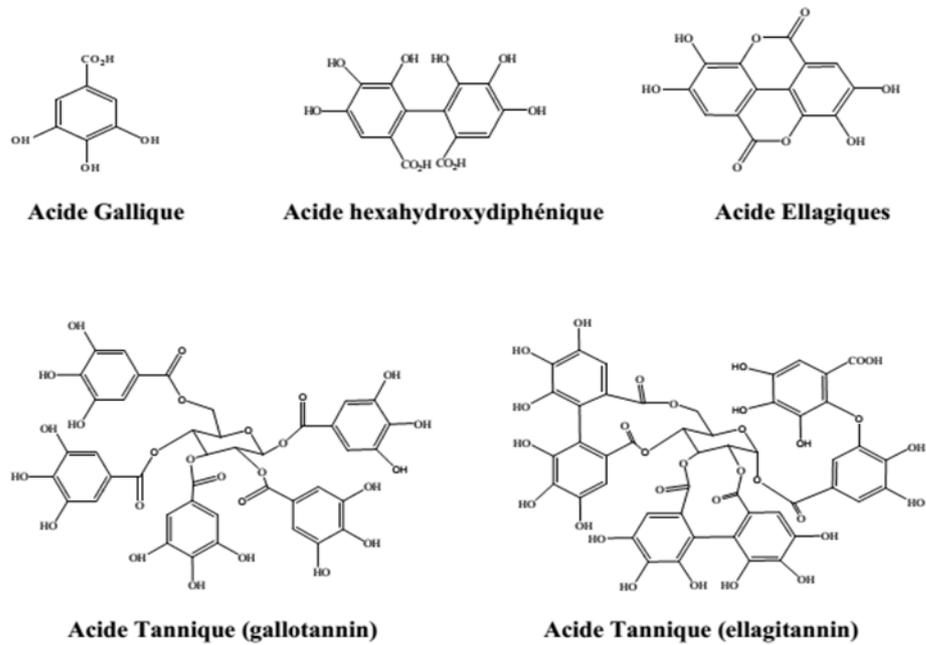


Figure .01: Structure des tanins hydrolysables et leurs monomères (Ghestem et Seguin, 2001).

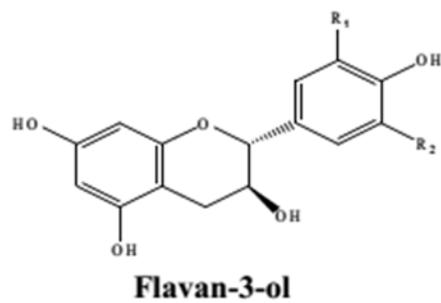


Figure .02: Structure d'une unité flavan-3-ol (Ghestem et Seguin, 2001).

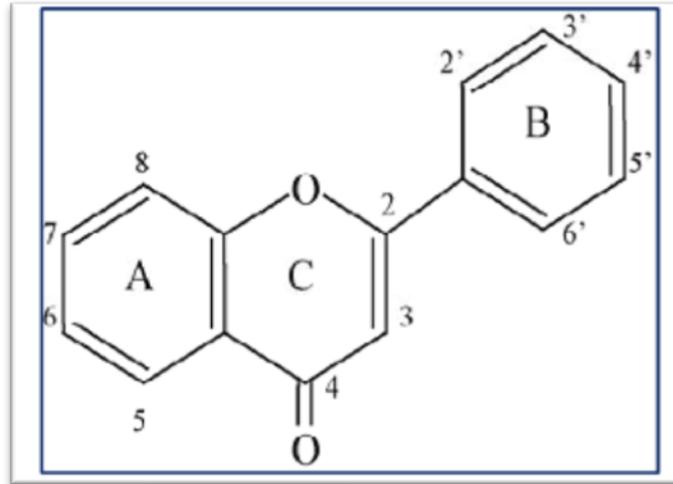


Figure .03 : Structure de base des flavonoïdes (Ghestem et Seguin, 2001).

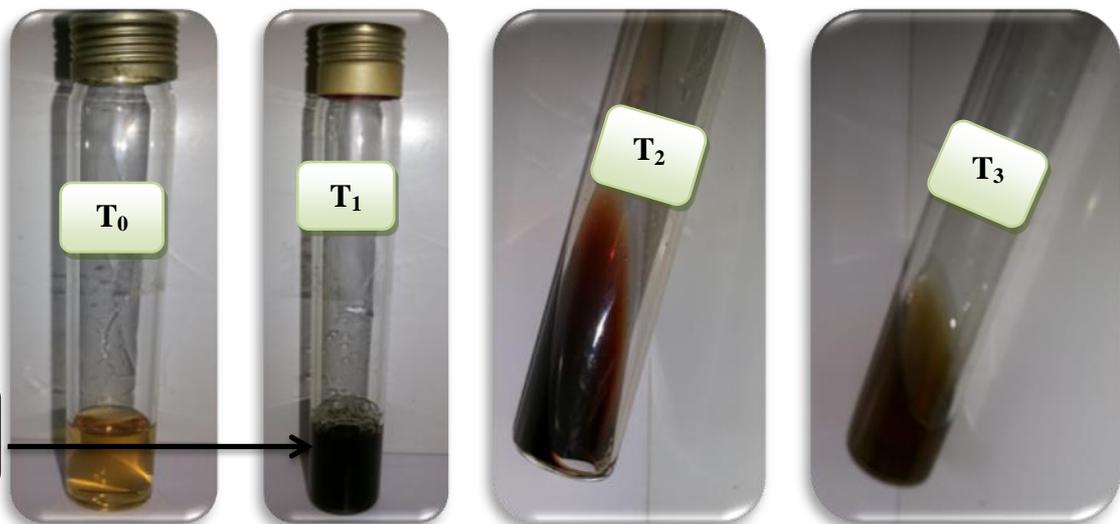


Figure .04: Test d'identification des tanins.

(T₀ : Tube initial, T₁ : Caractérisation, T₂ : Tanins Catéchiques, T₃ : Tanins Galliques)

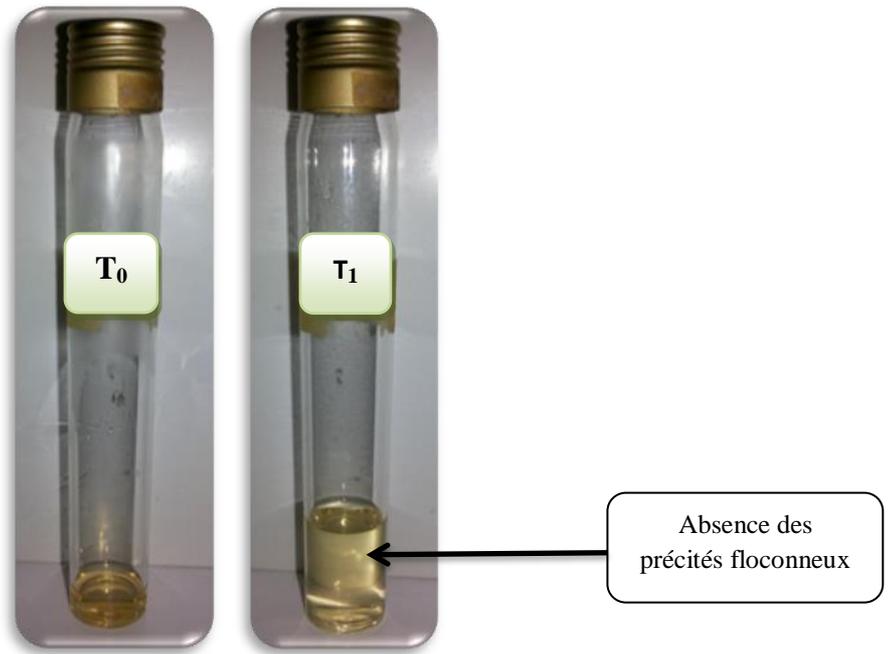


Figure.05: Test d'identification des mucilages

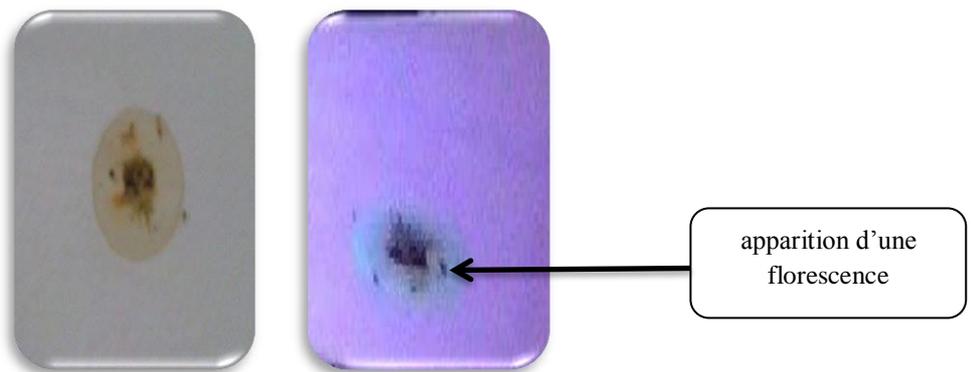


Figure .06: Test d'identification des coumarines.

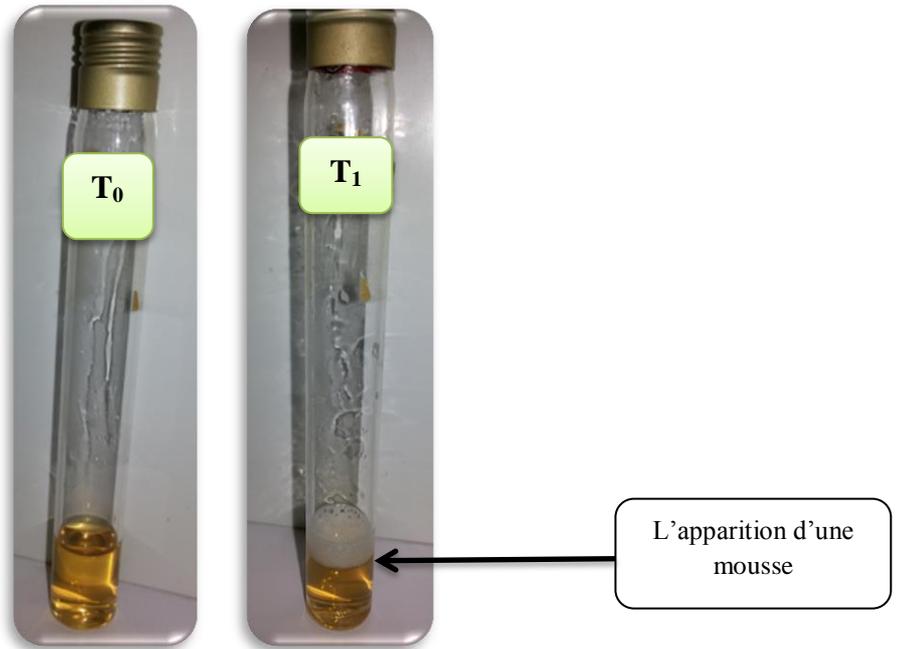


Figure .07: Test d'identification des saponosides.

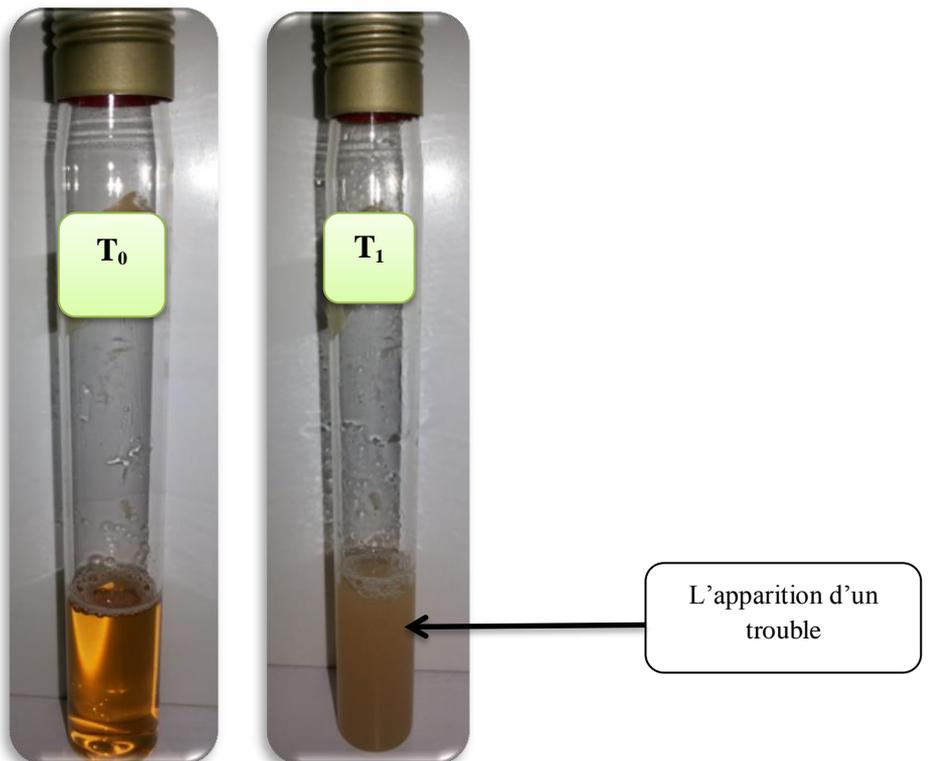


Figure.08: Test d'identification des alcaloïdes.

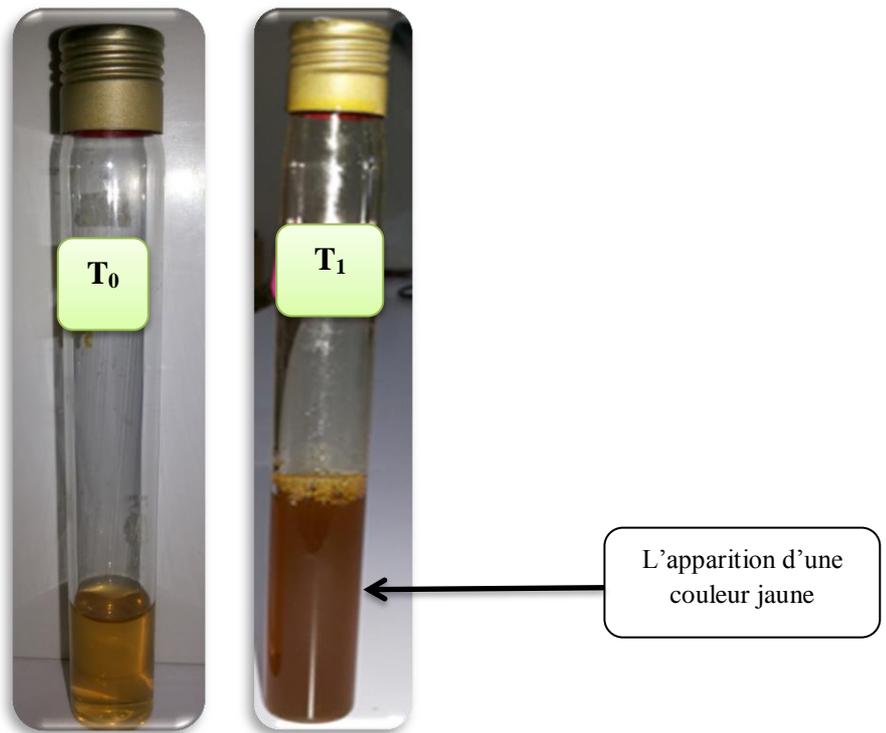


Figure .09: Test d'identification des flavonoïdes.

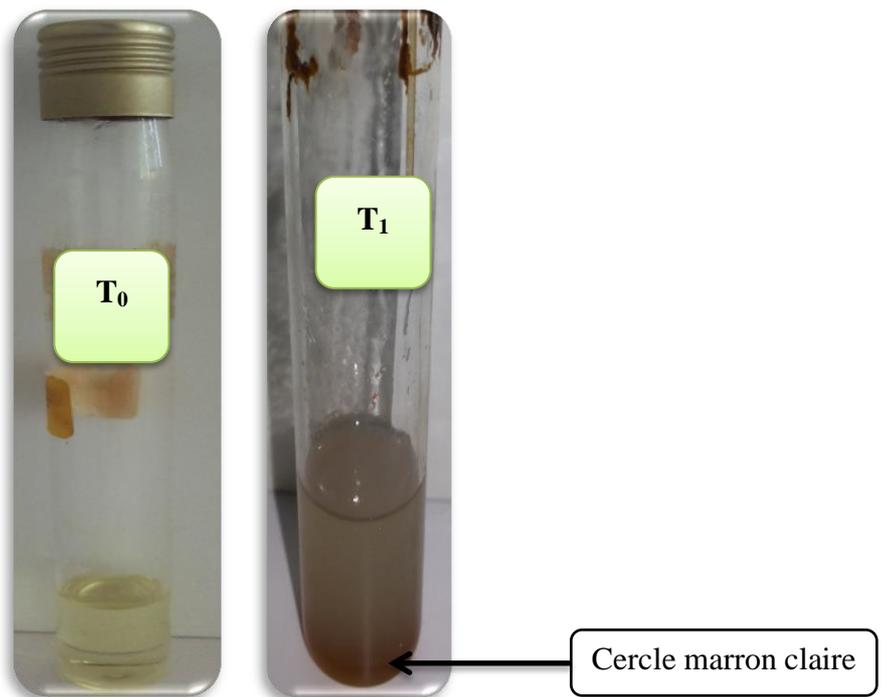


Figure.10: Test d'identification des stérols et terpènes.

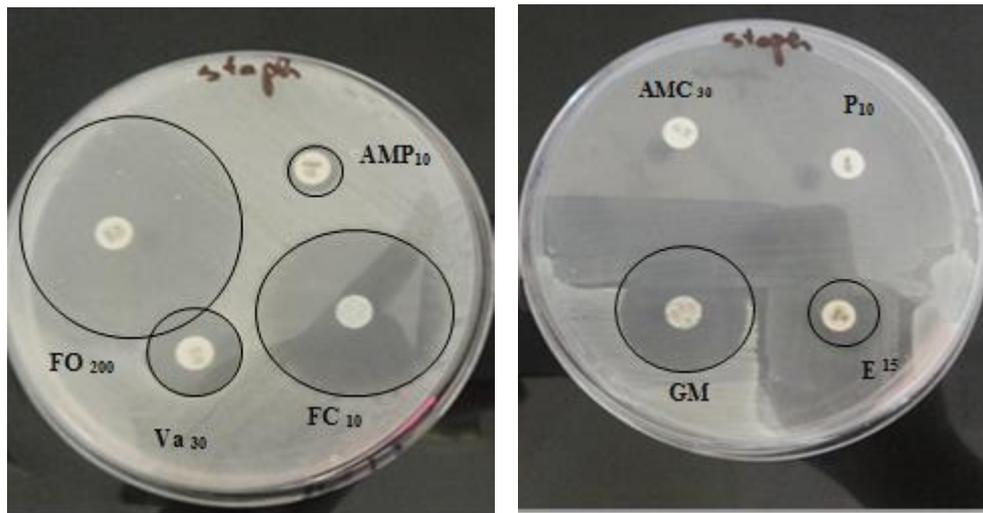


Figure.11: L'antibiogramme de *S. aureus* ATCC 25923.

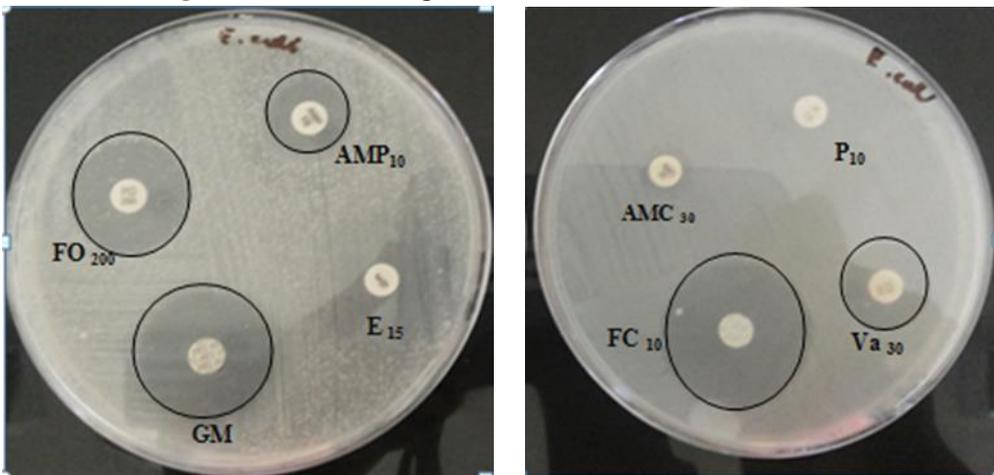


Figure.12: L'antibiogramme d'*E. coli* ATCC 25922.

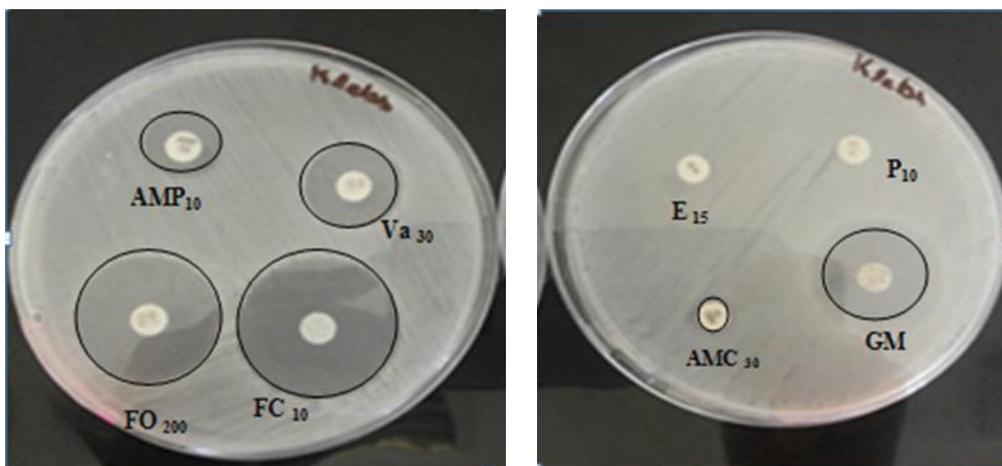


Figure.13: L'antibiogramme de *K. pneumonia* ATCC 700603.

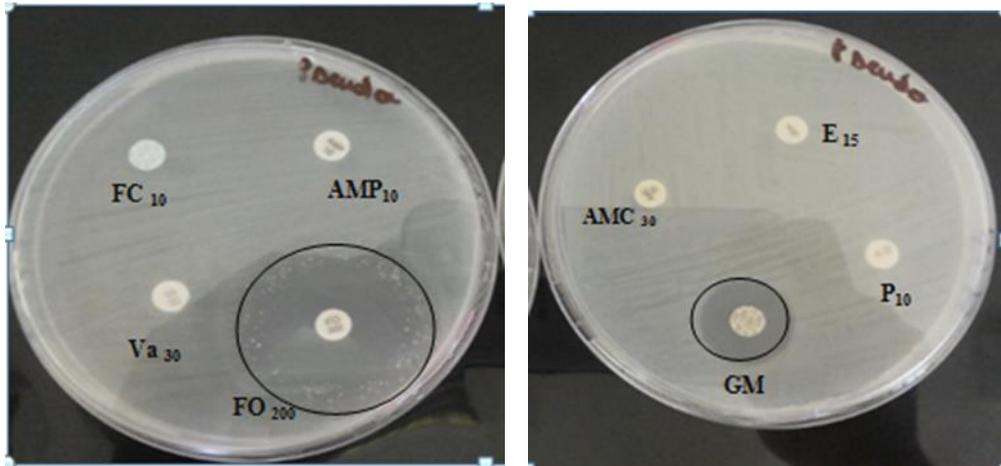


Figure.14: L'antibiogramme de *P.aeruginosa* ATCC 27853.

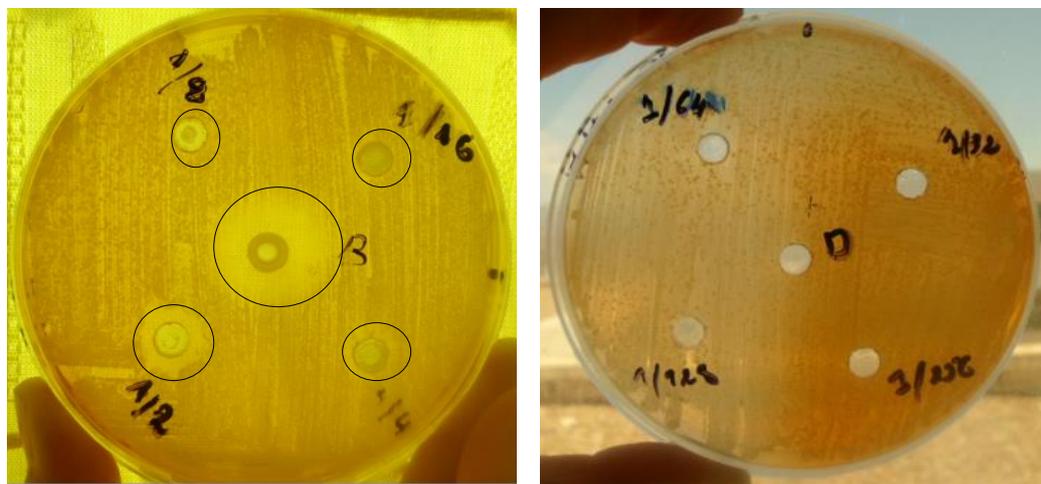


Figure.15: L'aromatogramme de *S.aureus* ATCC 25923.

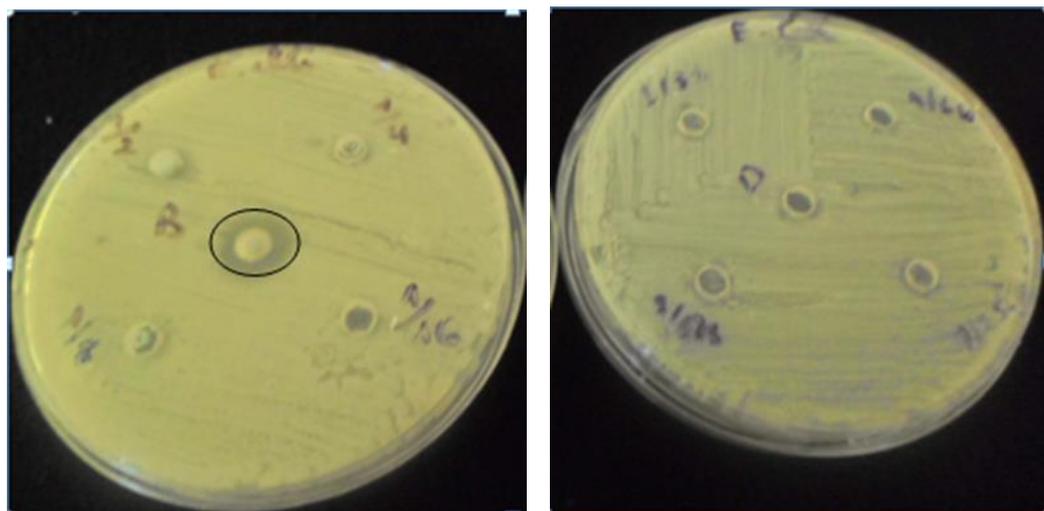


Figure.16: L'aromatogramme de la souche *E.coli* ATCC 25922.

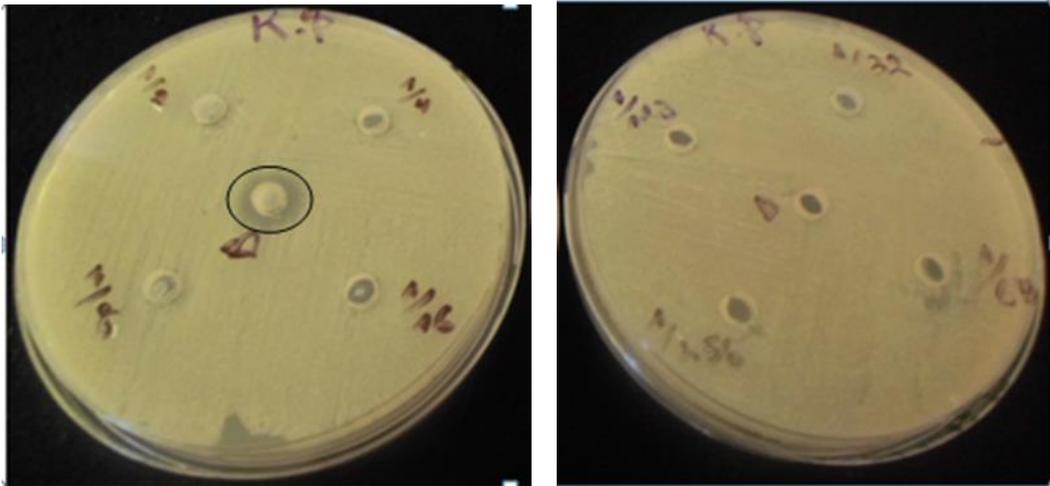


Figure.17: L'aromatogramme de la souche *K. pneumoniae* ATCC 700603.

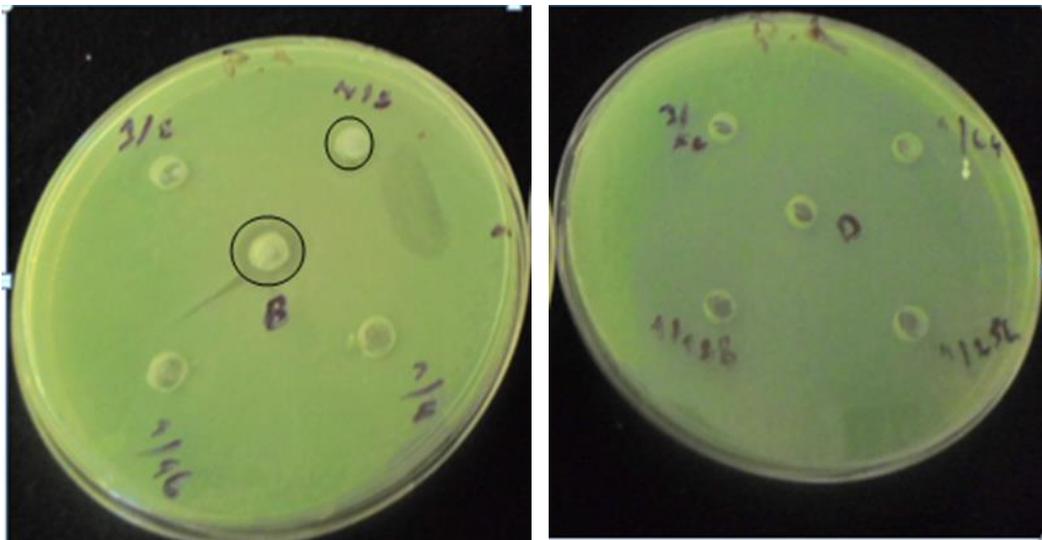


Figure.18: L'aromatogramme de la souche *P. aeruginosa* ATCC 27853.