

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

UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA



FACULTE DES SCIENCES

DEPARTEMENT DE CHIMIE

FILIERE : CHIMIE

OPTION : CHIMIE PHARMACEUTIQUE

Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de master académique

Présent Par :

Melle. BOUGHERARA Cheyma

Melle. MAHDADI Rania

Thème :

**Evaluation des effets biologiques de la plante
« lavandula stoechas L »**

Devant le jury composé de :

Dr. BOUCHLOUCHE Kenza	Université de M'sila	Présidente
Dr. MERATATE Faiza	Université de M'sila	Superviseur
Dr. BELHADDAD Oumelkheir	Université de M'sila	Examinatrice

Promotion : 2021 /2022

REMERCIEMENTS

Avant toute chose, nous remercions Dieu le tout puissant de nous avoir donné le courage, la santé et la patience pour affronter ce laborieux travail.

Nous remercions Dr. meratate faïza pour sa disponibilité, ses précieux conseils et son soutien tout au long de la rédaction de ce mémoire qui nous ont été très bénéfiques.

Nos remerciements vont également à Madame BELHADDAJ Oumelkheïr pour

l'intérêt qu'elle a porté à notre recherche en acceptant de juger notre travail. Qu'elle trouve donc ici l'assurance de notre profonde gratitude.

On remercie Madame BOUCHLOUCHE Kenza à l'honneur qu'elle nous a fait

en acceptant d'examiner ce travail et de faire partie du jury.

A tous les membres du laboratoire de département de chimie.

Que tous ceux et celles qui nous ont aidées et qui ne sont pas cités ci-dessus,

Sachent que nos reconnaissances sont profondes et que notre respect leur est profondément acquis.

CH. BOUGHERRARA

R. MAHDADI

DEDICACE

Je dédie ce modeste travail :

À mes chers parents: d'abord pour la sponsorisation de mes études, pour leur amour immense et incontestable, leur soutien inébranlable, leur foi en moi, leur confiance dans mes choix, leur patience à tout égard... Pour tout le temps passé avec vous... Je suis consciente d'avoir des parents merveilleux en qui j'ai une confiance totale et un amour sans faille. Merci pour tout

A la mémoire de ma grand-mère tu m'as quittée pour un monde meilleur laissant un vide immense. Que ton âme repose en paix.

A mes chères sœurs : Asma, Soundes et Maria.

A mes chères frères : Abdelbasset et Zakaria.

A mes chères amies: Aya, Hamida, Arwa, Hadjer, Douaa, Ahlem, Imane.

A ma copine et chère binette «Rania» pour le travail que nous avons fourni.

A tous mes camarades de la promotion 2021-2022 chimie pharmaceutique.

A tous mes enseignants qui m'ont enseigné durant mes années d'études.

CHFYMA.

DEDICACE

*A l'aide de dieu tout puissant, qui nous tracé le chemin
de nos vie, nous avons pu réaliser ce travail que nous
avons dédié :*

*A celle qui ma mise au monde, à la lumière de mes yeux, l'ombre de
mes pas et le bonheur de ma vie ma chère mère qui m'a apporté son
appui durant toutes mes années d'étude.*

*A mon cher père qui m'a appris le sens de la réussite toute au long de
mes études, pour son sacrifice et ses encouragements.*

A mes sœurs bien aimée : Mounia, Samia et Nada.

A mon cher frère : Aïssa.

*A Hanadi : « mon âme sœur », merci pour son amitié, son réconfort
moral, sa disponibilité, son soutien dans les moments difficiles dans ma
vie.*

*A mes chères amies : Aya, Hamida, Samra, Hadjer, Douaa et Houda
merci pour
votre fidèle amitié et les moments passés ensemble tout au long de mes
études et en dehors.*

*A ma chère copine et ma binette « Cheyma » qui a partagée avec moi
les moments difficiles de ce travail.*

*A Hasna : je t'exprime plus sincères remerciements pour le temps que
tu m'as consacré, tu as toujours disponible et pour partager avec moi
ton expériences, merci pour ton amitié.*

Rania.

Liste des Abréviations

°C	Degré Celsius
H	Heure
M	Mole par litre
Mm	Millimètre
mg	Milligramme
ml	Millilitre
Min	Minute
Nm	Nanomètre
µL	Microlitre
µm	Micromètre
µg	Microgramme
G	Gramme
H.E	Huile essentielle
MeOH	Méthanol
DPPH	2, 2-Diphényl-1-picrylhydrazyl
AA	Activité antioxydante
DMSO	Diméthyle sulfoxyde
NB	n-butanol
AC	Acétate d'éthyle
CH	Chloroforme
EP	Ether de pétrole
Abs	Absorbance
H₂O	Eau
H	Hydrogène
OH	Hydroxyle
H₂O₂	Eau oxygénée
OMS	L'Organisation Mondiale de la Santé
R_f	Rapport frontal

Liste des Figures

FigureI.1	Quelques caractères et quelques espèces avec une corolle à une ou deux lèvres (d'après Régis M., groupe botanique NMP).....	4
FigureI.2	Lavandula stoechas, tige fleurie x 1 et cyme agrandie x 4.....	7
FigureI.3	photographie de la lavandula stoechas L.....	8
FigureI.4	Schématisation de l'aire de répartition des sections du genre Lavandula.....	9
FigureI.5	Structure chimique des principaux composés détectés dans l'essence aromatique de lavandula stoechas.....	12
FigureII.1	Motif flavan (a) et flavon(b) et numérotation systématique.....	19
FigureII.2	Extraction par macération.....	23
FigureII.3	Extraction par Décoction.....	24
FigureII.4	Extraction par Soxhlet.....	24
FigureIV.1	Aspects morphologique et botanique du lavande papillon (Lavandula Stoechas).....	40
FigureIV.2	L'extraction liquide-liquide (Décantation) par différents solvants.....	42
FigureIV.3	Protocole de l'extraction de la matière végétale (L-L).....	43
FigureIV.4	Préparation de l'inoculum des quatre extraits.....	45
FigureIV.5	La réaction entre les antioxydants et le radical DPPH.....	46
FigureV.1	L'activité antibactérienne des extraits.....	51

Liste des Tableaux

TableauI.1	Taxonomie du genre <i>Lavandula stoechas</i>	8
TableauII.1	Classification des flavonoïdes.....	19
TableauIV.1	Protocole de l'activité antioxydant des extraits.....	47
TableauV.1	Les diamètres des zones d'inhibition de trois extraits sur les bactéries.....	50

Table des matières

Remerciements	
Dédicaces	
Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction.....	1

Première partie : Partie bibliographique

Chapitre I :

Présentation de la plante sélectionnée

I.1.famille des Lamiaceae.....	4
I.1.1.Intérêt des lamiaceae.....	5
I.1.1.1. Intérêt économique.....	5
I.1.1.2. Intérêt thérapeutique.....	5
I.2. Le genre lavandula.....	6
I.2.1.Etymologie et noms vernaculaire.....	6
I.2.2.Description botanique.....	7
I.2.3.Classification botanique.....	8
I.2.4.Récolte.....	9
I.2.5.Répartition géographique.....	9
I.2.5.1.Répartition géographique dans le monde.....	9
I.2.5.2.Répartition géographique en Algérie.....	10

I.2.6.Utilisation traditionnelle du genre.....	10
I.2.7.Etude phytochimique et biologique antérieure sur la lavandula stoechas L.....	10
Références bibliographique.....	14

Chapitre II :

Les métabolites secondaires

II.1.Définition des métabolites secondaires.....	18
II.1.1.Les polyphénols.....	18
II.1.1.1.Les flavonoïdes.....	18
II.1.1.1.1.Classification des flavonoïdes.....	19
II.1.1.1.2.Rôle des flavonoïdes dans les plantes.....	20
II.1.1.2.Les alcaloïdes.....	20
II.1.1.2.1.Classification des alcaloïdes.....	20
II.1.1.2.2.Rôle des alcaloïdes dans les plantes.....	21
II.1.1.3.Les terpènes.....	21
II.1.1.3.1.Classification des terpènes.....	21
II.1.2.Les huiles essentielles.....	21
II.1.2.1.Localisation au niveau de la plante.....	22
II.1.2.2.Spécification des huiles essentielles.....	22
II.2.Les différentes méthodes d'extraction et de séparation.....	23
II.2.1.Macération.....	23
II.2.2.Décoction.....	23
II.2.3.Soxhlet.....	24
II.2.4.La chromatographie.....	25
II.2.4.1.La chromatographie en phase gazeuse (CPG).....	25
II.2.4.2.La chromatographie sur couche mince (CCM).....	25

II.2.4.3.La chromatographie sur colonne.....	26
II.2.4.4.La chromatographie liquide à haute performance (HPLC).....	26
Références bibliographique.....	27

Chapitre III :

L'activité biologique

III.1.Généralité sur les bactéries.....	31
III.1.1.Description des bactéries étudiées.....	32
III.1.2.Les antibiotiques.....	32
III.1.2.1.Classification des antibiotiques.....	33
III.2.L'activité antioxydante.....	33
III.2.1.Stress oxydant.....	34
III.2.2.Les radicaux libres.....	34
III.2.3.Les antioxydantes.....	35
III.2.3.1.Classification des antioxydantes.....	35
Références bibliographique.....	37

Deuxième partie : Partie expérimentale

Chapitre IV :

Matériels et méthodes

IV.1.Matériel végétal.....	41
IV.1.1.Critères de choix.....	41
IV.1.2. Récolte et conservation.....	41
IV.2.Extraction.....	41
IV.2.1.Extraction solide-liquide.....	41

IV.2.2.Extraction liquide-liquide.....	42
IV.3.Etude phytochimique et biologique de la plante.....	44
IV.3.1.Evaluation de l'activité antibactérienne.....	44
IV.3.1.1.Préparation de solution.....	44
IV.3.1.2.Préparation de l'inoculum.....	44
IV.3.2.Evaluation de l'activité antioxydant.....	45
IV.3.2.1.Préparation de solution DPPH.....	46
IV.3.2.2.Solution d'extrait.....	46
IV.3.2.3.L'essai au DPPH.....	46
IV.3.2.4.Expression des résultats.....	47
Références bibliographique.....	48

Chapitre V :

Résultats et discussion

V.1.L'activité antibactérienne.....	50
V.2.L'activité antioxydant.....	52
Conclusion.....	54
Résumé.....	55

INTRODUCTION

Depuis des temps immémoriaux, l'homme se soigne grâce aux plantes qui étaient présentes dans leur environnement. L'étude de la phytochimie fait l'objet d'intenses investigations pour aider à déterminer les constituants chimiques présents dans les plantes médicinales. Pour mener à bien ces investigations, divers organes des plantes (feuilles, écorces, racines, fruits) sont cueillis dans leur habitat naturel afin de déterminer leur taux de toxicité et analyser leurs éventuels effets pharmacologiques. Un des outils indispensables est la connaissance du screening phytochimique ou criblage phytochimique qui permet de déceler la présence des groupes de familles chimiques dans une " drogue " donnée. Le screening phytochimique joue un rôle essentiel dans la caractérisation des groupes de familles chimiques dans une plante donnée, par contre, il ne permet pas d'identifier ou de déterminer la structure chimique des composés présents [1].

Une plante est dite médicinale lorsqu'elle contient une ou des substances pouvant être utilisées à des fins thérapeutiques ou qui sont des précurseurs dans la synthèse de drogues utiles. Le groupe consultatif de l'OMS qui a formulé cette définition affirme également qu'une telle description permet de distinguer les plantes médicinales dont les propriétés thérapeutiques et les composants ont été établis scientifiquement des plantes considérées comme médicinales [2].

Malgré le développement du médicament de synthèse, le médicament végétal sous ses différentes formes continues à occuper une place de choix ainsi, l'OMS estime que la médecine traditionnelle couvre les besoins en soins de santé primaire de 80 % de la population mondiale [3].

A l'heure actuelle, la notion de médecine traditionnelle qui se rencontre dans presque toutes les régions du globe ne semble pas évoquer la même réalité chez tous ceux qui l'utilisent. Quand on parle de médecine traditionnelle d'un pays, certaines personnes ne pensent qu'à l'usage des plantes ou des extraits végétaux de ce pays, ou encore à l'inventaire des spécimens botaniques utilisés par les natifs de ce pays dans le traitement des maladies. Ce ne sont là que quelques éléments de cette thérapeutique [4].

C'est dans ce contexte que nous sommes proposé d'étudier la composition en polyphénols des parties aériennes de *Lavandula stoechas*, ainsi que l'activité antibactérienne et l'activité antioxydante.

Notre travail est réparti en deux parties : une partie bibliographique repartie en trois chapitres, dans le premier chapitre, nous aborderons les différentes connaissances bibliographiques sur la famille Lamiaceae et le genre *Lavandula*, et nous nous intéresserons à l'étude des travaux antérieurs réalisés sur *Lavandula stoechas* L. Un deuxième chapitre inclut les métabolites secondaires: flavonoïdes, alcaloïdes, les terpènes, et les huiles essentielles. Et les différentes méthodes de séparations et d'extractions : macération, décoction, Soxhlet, et la chromatographie. Le troisième chapitre comprend des études sur les activités biologiques : antibactérienne, antioxydante. Ensuite, la deuxième partie : la partie expérimentale est consacrée aux : matériel et méthodes utilisées et les résultats et discussion relatifs aux différentes expérimentations menées. A la fin nous terminons par une conclusion et perspectives sur cette espèce .

**Première chapitre
Présentation de la plante
sélectionnés**

Chapitre I. Présentation de la plante sélectionnée

I.1. La famille des *lamiaceae* :

Les *Lamiaceae* ou Labiatae, communément appelées *Lamiacées*, Labiacées ou Labiées, sont une importante famille de plantes dicotylédones qui comprend environ 6000 espèces et près de 210 genres. La famille des *lamiacées* considérée comme l'une des familles les plus évoluées, englobe une grande variété de plantes aromatiques et médicinales, elle présente des caractères typiques très facile à reconnaître pour un botaniste débutant : plante herbacée, tige quadrangulaire et la corolle à une forme de lèvre. Dans l'arbre phylogénétique les lamiacées se situent au niveau de l'angiosperme, dicotylédone et font partie de l'ordre lamiale. Les *Lamiacées* sont surtout des plantes méditerranéennes. La présence des huiles essentielles est caractéristiques dans cette famille, elles se trouvent dans des poils sécréteurs, dans les glandes ou les poches et se localisent généralement sous la cuticule des feuilles [5].

Le genre *Lavandula* est un membre important de la famille des Lamiaceae et se compose d'environ 28 espèces, qui sont dans la plupart d'origine méditerranéenne [6]. Les espèces de *Lamiaceae* sont des plantes odorantes et herbacées à tige quadrangulaire pouvant devenir des arbrisseaux (Romarin, Thym); leurs feuilles opposées par 2, leurs fleurs bisexuées, irrégulières, à calice tubuleux ou en cloche persistant, à corolle à tube très développé et leur fruit sec se séparant en 4 articles contenant chacun 1 graine [7]

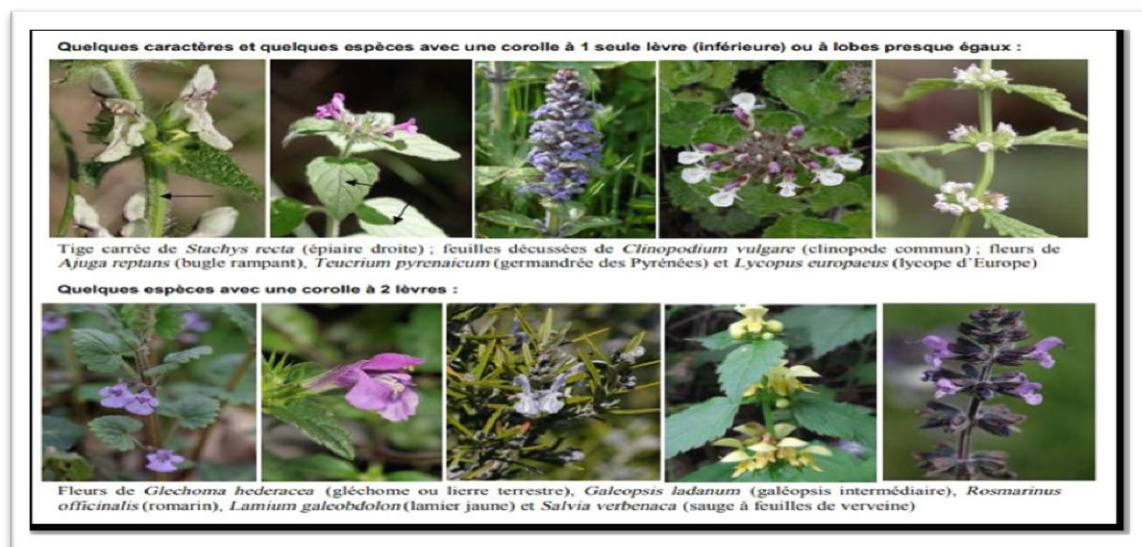


Figure.I.1: Quelques caractères et quelques espèces avec une corolle à une ou deux lèvres (d'après Régis M., groupe botanique NMP).

I.1.1. Intérêt des *lamiaceae* :

I.1.1.1. Intérêt économique de *lavandula* :

La famille des *lamiaceae* est riche en *lavandula* à usage multiple, alimentaire, fourrager, aromatique, cosmétique et médicinale.

L'industrie, le milieu universitaire et les sciences de la santé s'intéressent de plus en plus aux plantes médicinales et aromatiques [8]. Les espèces de *Lavandula* (Labiatae, syn. *Lamiaceae*) sont principalement cultivées pour leurs huiles essentielles, qui sont utilisées dans la parfumerie, la cosmétique, l'agroalimentaire et aujourd'hui aussi dans les produits « d'aromathérapie ». Les fleurs séchées sont également utilisées depuis des temps immémoriaux dans des oreillers, des sachets, etc. pour favoriser le sommeil et la relaxation. De nombreuses plantes de lavande sont également vendues comme plantes ornementales pour le jardin; ceux-ci comprennent *L. latifolia*, *L. pinnata*, *L. lanata*, *L. dentata* et *L. stoechas* et leurs nombreux cultivars [9].

I.1.1.2. Intérêt thérapeutique des *lamiaceae*:

Les *Lamiacées* (Labiatae) sont l'une des familles de plantes les plus diverses et les plus répandues en termes d'ethnomédecine et sa valeur médicinale est basée sur la concentration en huiles volatiles, la famille des Lamiacées est l'une des plus grandes familles parmi les dicotylédones, de nombreuses espèces appartenant à la famille étant très aromatiques, en raison de la présence de structures glandulaires externes qui produisent de l'huile volatile, cette huile est importante dans les pesticides, industries pharmaceutique, aromatisante, parfumerie, parfumerie et cosmétique. Les plantes médicinales ont une valeur importante dans l'utilisation socioculturelle, spirituelle et médicinale dans la vie rurale et tribale des pays en développement, les plantes sont souvent aromatiques dans toutes les parties et comprennent de nombreuses herbes culinaires largement utilisées, telles que le basilic, la menthe, le romarin, la sauge, la marjolaine, le thym, *lavandula*, *orthosiphon*, *ocimum*, *leucas*, *anisomèles* [10].

Les espèces végétales de la famille des Lamiacées sont utilisées pour guérir diverses maladies. L'espèce *Satureja* présente des activités analgésiques,

antimicrobiennes, antivirales, antioxydantes, antiprolifératives, anti-inflammatoires et vasodilatatrices [11]

I.2.Le genre *lavandula*:

Le genre *Lavandula* est l'un des plus importants genres de la famille des *Lamiacées*, il est riche en plantes à usage multiple, alimentaire, fourrager, aromatique, cosmétique et médicinal. La bibliographie fait allusion à plusieurs espèces de ce genre, communément appelées lavandes, à écologie et phytogéographie diversifiées et dont d'une part la distinction taxinomique n'est pas des plus faciles et d'autre part l'éventualité d'un usage différent selon les localités et ou les espèces n'est pas investie. Aussi, par le biais d'investigations ethnobotaniques auprès d'herboristes et de vendeurs de plantes aromatiques et médicinales (PAM), inventorier leurs principaux usages traditionnels. Ainsi, durant l'année 2014, des prospections floristiques à la recherche de lavandes sauvages ont permis de repérer et localiser *Lavandula stoechas* L et *L. atlantica* Braun-Blanq, *L. pedunculata* Mill, *L. multifida* L, *L. dentata* L, L. [12].

I.2.1.Etymologie et noms vernaculaires :

Le nom lavande vient du latin « lavare », qui signifie laver. Les fleurs parfumées étaient utilisées dans la Rome antique et en Afrique du Nord pour parfumer les bains publics et étaient transportées par l'armée romaine pour être utilisées comme désinfectant. Les "lavandes" à l'époque médiévale et de la Renaissance étaient utilisées pour le stockage du linge. On dit que les anciens Égyptiens utilisaient la fleur dans le processus de momification [13].

- **Noms communs:**
 - Arabe: الخزامة
 - Français: La lavande
 - Anglais: lavender
- **Nom Latin:** *Lavandula*

I.2.2.Description botanique:

Les lavandes sont des plantes persistantes et arbustives. Ils varient d'un à trois pieds haut et montre une gamme de formes de feuilles et de fleurs. Les feuilles peuvent être lobées ou non et sont parfois présents uniquement à la base des tiges. La couleur des fleurs peut aller de bleu au violet, et la tige et les feuilles peuvent varier du gris bleuâtre profond au vert à brun décoloré. Les lavandes rustiques (*L. angustifolia*, *L. latifolia*, *L. intermedia*) ne poussent pas aussi haut comme les lavandes tendres (*L. dentata*, *L. stoechas*) et ne fleurissent qu'une fois par an. Elles sont des plantes principalement arbustives avec des feuilles étroites et grises dont la taille varie sur différentes parties de la plante. Certains épis de fleurs sont effilés et d'autres sont émoussés. Les lavandes tendres (*L. stoechas*, *L. dentata*) sont hautes et ont des bractées voyantes aux sommets de leurs capitules. Ces plantes préfèrent le plein soleil et un sol riche ; dans les bonnes conditions ils peuvent atteindre les trois pieds de haut. Les tiges plus faibles et arquées ont tendance à être plus vertes que grises [14].

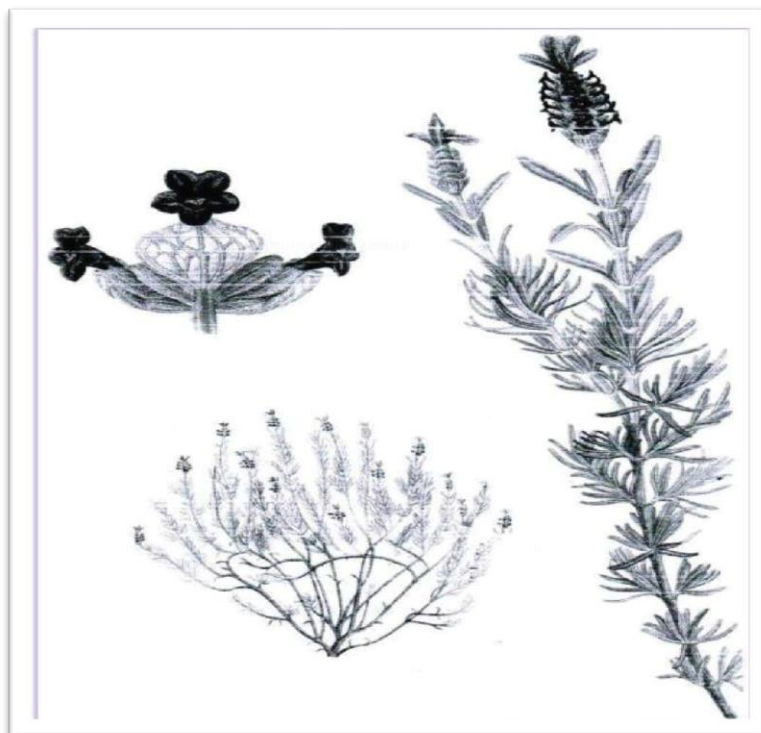


Figure.I.2: *Lavandula stoechas*, tige fleurie x 1 et cyme agrandie x 4 (Upson & Andrews, 20)

I.2.3. Classification botanique :

La classification botanique de l'espèce *lavandula stoechas* est présentée dans le tableau I-1 :

Tableau I.1 : Taxonomie de l'espèce *Lavandula stoechas* [15].

Règne	Plantae
Sous règne	Viridaeplantae
Classe	Magnoliopsida
Sou classe	Magnoliidae
Ordre	Lamiales
Famille	Lamiaceae
Sous famille	Nepetoideae
Genre	Lavandula
Espèce	Lavandula Stoechas L



Figure.I.3 : photographie de la *lavandula stoechas* L.

I.2.4.Récolte

La récolte se fait pendant la floraison, de fin juin jusqu'au mois d'août, pour les lavandes « vraies », « aspic » et les lavandins. À part l'aspic qui est sauvage, les plantes sont généralement cultivées. La récolte a lieu en été, car les fortes chaleurs favorisent la montée de l'essence dans les cellules et les glandes sécrétrices de la fleur. Les brins sont plus odoriférants s'ils sont cueillis juste avant l'ouverture des fleurs. Après, l'essentiel de l'arôme se perd. Les lavandes du groupe *Stoechas* sont plus précoces : elles sont récoltées de mars à mai à l'état sauvage, mais elles sont plus rarement exploitées. Pour les cultures, la récolte s'effectue mécaniquement. L'HE serait de meilleure qualité en altitude, mais le rendement y est plus faible, et l'altitude augmente la teneur en esters [16].

I.2.5.Répartition géographique :

I.2.5.1.Répartition géographique dans le monde :

La majorité des espèces de lavande sont indigènes aux régions montagneuses des pays bordant la méditerranée occidentale, les îles de l'atlantique, la Turquie, le Pakistan et l'Inde, d'autres espèces indigènes de lavande ont également été trouvées dans le nord et le sud d'Afrique [17].

Les 28 espèces du genre *Lavandula* sont donc réparties sur trois continents, l'Afrique, l'Europe et l'Asie.

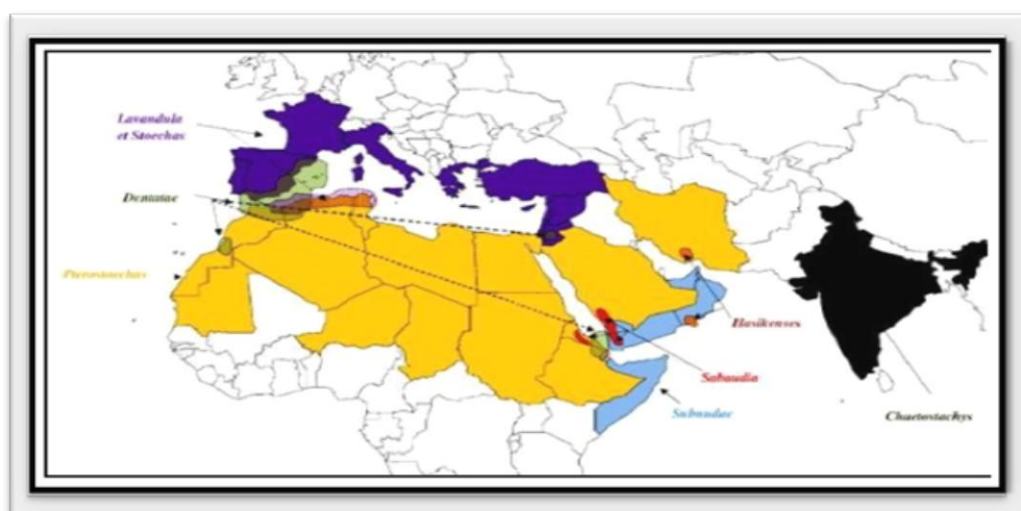


Figure.I.4: Schématisation de l'aire de répartition des sections du genre *Lavandula* (Guitton, 2011).

Les pays sont de la couleur de la section majoritairement présente. Pour certaines sections dont la répartition est plus restreinte, une zone de couleur indique les principales zones de présence. Jaune: Section Pterostoechas, Bleu foncé: Sections Lavandula et Stoechas, Noire: Section Chaetostachys, Bleu claire: Section Subnuda. Vert: Section Dentatae, Rouge: Section Sabaudia et Orange: Section Hasikenses.

I.2.5.2.Répartition géographique en algérie:

Ce genre est représenté par sept espèces spontanées, *L. stoechas*, *L. multifida*, *L. coronopifolia*, *L. pubescens*, *L. dentata*, et les plus récemment décrites *L. antineae* et *L. sahariensis* [18].

I.2.6.Utilisation traditionnelle du genre lavandula :

Le genre lavandula à des applications traditionnelles répandues dans une variété d'affections, on peut citer :

- *Lavandula atlantica.L:* utilisée pour le traitement d'affections gastro-intestinales.
- *Lavandula multifida.L:* utilisée pour le traitement des seules affections broncho-pulmonaires.
- *La lavande stéchade:* à l'usage le plus large couvrant toutes les affections auparavant citées à l'exception de rhume [19].

La lavande française dit-il est efficace contre les maux de tête et toutes les maladies qui résultent du rhume. Elle peut donc être mélangée à des médicaments contre les maux de tête persistants depuis un certain temps, l'apoplexie, l'épilepsie et les maladies assimilées [20].

I.2.7.Etude phytochimique et biologique antérieure sur l'espèce lavandula stoechas L :

L'étude phytochimique sur l'espèce lavandula stoechas L permet de détecter la présence des différentes familles chimiques tels que : les stérols, les triterpènes, les tanins, les flavonoïdes et les dérivés anthracéniques [21].

Ainsi que les coumarines, composées des Co-anthocyanes et des mucilages [22].

Selon Ferreres et al. (1986) ; Lawrence (1996); Mastelic et Kustrak (1997) les constituants chimiques potentiellement actifs du genre *Lavandula* sont

- Monoterpènes : α -pinène, 3-pinène, 3-ocimène, camphre, limonène, p-cymène, sabinène, terpinène
- Monoterpènes alcools: α -terpinéol, bornéol, lavandulol, linalol, p-cymen-8-ol, Transpivocarvéol.
- Monoterpènes aldéhydes: aldéhyde de cumin.
- Monoterpènes éthers: 1,8-cinéole.
- Monoterpènes esters: acétate de linalyl, acétate de terpényl.
- Monoterpène cétone: carvone, coumarine, cryptone, fenchone, méthylhéptenone, noctanone, nopinone, p-méthylacétophénone p Benzénoides: eugénol, coumarine, carvacrol, acide hydroxycinnamique, acide rosmarinique, thymol.
- Sesquiterpènes: caryophyllène, oxyde de caryophyllène, α -photosantanol, OE-santalal, α -norsantalénone.
- Traces de nombreux autres composés, tels que les flavonoïdes.

Les études ont révélé l'existence de plusieurs chémotypes. Le chémotype le plus décrit de *Lavandula stoechas* est le chémotype fenchone/camphre.

Lavandula stoechas contiennent plus de composés oxygénés que de composés hydrocarbonés. Les composés terpéniques sont caractéristiques des espèces de lavande et constituent des marqueurs chémotaxonomiques utiles pour distinguer des espèces et même des sous-espèces. Par exemple, *Lavandula stoechas* subsp. *Luisieri* est le seul taxon de lavande produisant les monoterpènes irréguliers [23].

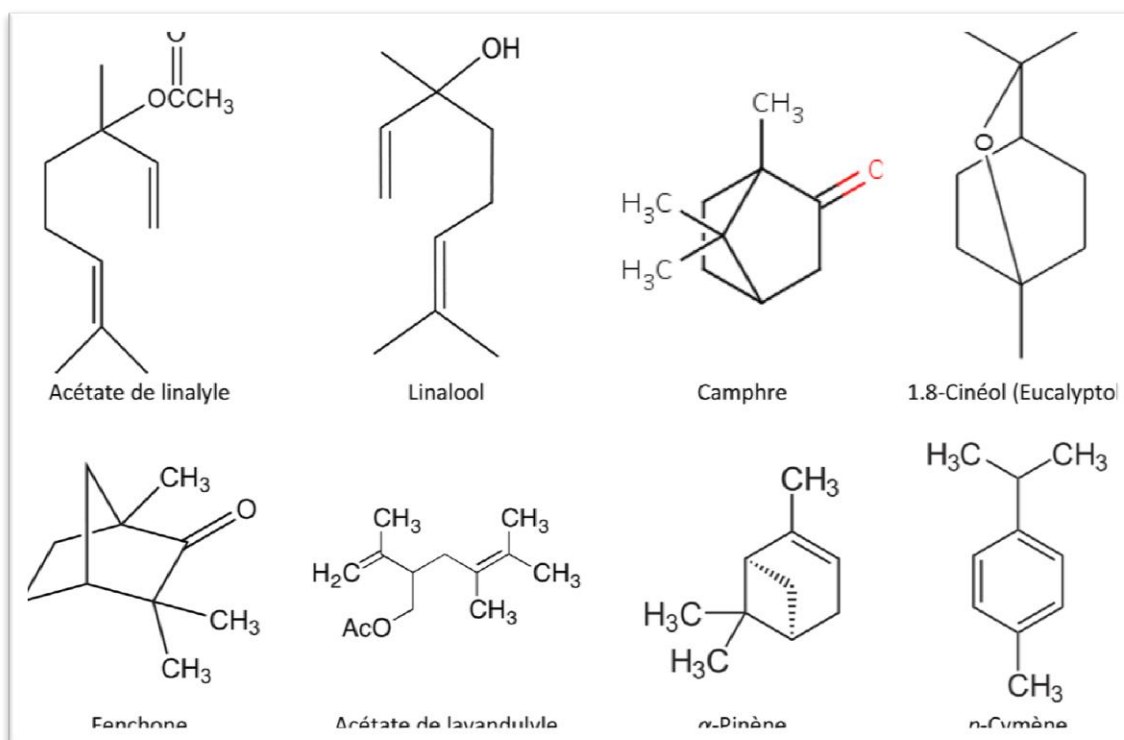


Figure.I.5 : Structure chimique des principaux terpénoïdes détectés dans l'essence aromatique de *Lavandula stoechas*.

En effet, de nombreuses études ont montrés l'existence de plusieurs activités dans la plante *lavandula stoechas* L, tels que :

- L'activité antibactérienne, antifongique.
- L'activité antioxydante.
- L'activité anxiolytique.
- L'activité insecticide.
- L'activité anticonvulsivant.

Dans le même temps, les effets sédatifs de la lavande papillon ont été prouvés.

L'HE de lavande à toupet a également été testé sur des souris pour appuyer son effet protecteur contre le stress oxydatif induit par le malathion (insecticide qui, à fortes doses, attaque le foie et les reins principalement). Cette HE présente des activités hépatoprotectrice et néphroprotectrice significatives.

Les essais, *in vitro* et d'études sur des animaux, démontrent que la lavande a des propriétés antispasmodiques et légèrement anesthésiques.

L'HE de lavande papillon a aussi prouvé son effet anxiolytique avec, par exemple, une étude sur des patients atteints d'infarctus du myocarde.

De par sa composition en 1,8-cinéole et fenchone, l'HE de lavande papillon possède des propriétés antibactériennes marquées sur une multitude de pathogènes : *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhimurium* ainsi que sur des levures et des champignons (*Rhizoctonia solani* et *Fusarium oxysporum* par exemple) [24].

Références bibliographique :

- [1] Badiaga, M. (2011). Etude ethnobotanique, phytochimique et activités biologiques de *Nauclea latifolia* Smith, une plante médicinale africaine récoltée au Mali (Doctoral dissertation, Université Blaise Pascal-Clermont-Ferrand II), p: 3.
- [2] Sofowora, A. (2010). Plantes médicinales et médecine traditionnelle d'Afrique. Karthala Editions, p: 22.
- [3] Straus, S. E., & Chesney, M. A. (2004). NCCAM: a new plan, new priorities, and an open invitation. *Alternative Therapies in Health and Medicine*, 10(6), 16.
- [4] Rwangabo, P. C. (1993). La médecine traditionnelle au Rwanda. Karthala Editions., p: 15.
- [5] Aouina, M., & Sarra, L. A. K. H. D. A. R. I. (2019). Biologie des huiles essentielles de la famille des Lamiaceae (Doctoral dissertation, Université Mohamed BOUDIAF de M'Sila).
- [6] Heinrich Marzell. Wilhelm Wissmann. Hein Paul. S. Hirzel., 1970, 198p.
- [7] Hilan, C., Sfeir, R., Jawish, D., & Aitour, S. (2006). Huiles essentielles de certaines plantes médicinales libanaises de la famille des Lamiaceae. *Lebanese Science Journal*, 7(2), 13-22.
- [8] Roland H, M. (Ed.). (2002). *Lavender: the genus Lavandula*. CRC press. 16p.
- [9] Lis-Balchin, M. (Ed.). (2002). *Lavender: the genus Lavandula*. CRC press. 1p.
- [10] Venkateshappa, SM et Sreenath, KP (2013). Plantes médicinales potentielles des Lamiacées. *Journal international américain de recherche en sciences formelles, appliquées et naturelles*, 3 (1), 82-87. .
- [11] Michel, J., Abd Rani, NZ, & Husain, K. (2020). Une revue sur l'utilisation potentielle des plantes médicinales de la famille des plantes Asteraceae et Lamiaceae dans les maladies cardiovasculaires. *Frontières en pharmacologie*, 11, 852.
- [12] Bachiri, L., Labazi, N., Daoudi, A., Ibjibijien, J., Nassiri, L., Echchegadda, G., & Mokhtari, F. (2015). Etude ethnobotanique de quelques lavandes marocaines

spontanées. International Journal of Biological and Chemical Sciences, 11(1), 1308-1318.

[13] Chu, C. J., & Kemper, K. J. (2001). Lavender (*Lavandula* spp.). Longwood Herbal Task Force, 32(2), 1-32.

[14] Chu, C. J., & Kemper, K. J. (2001). Lavender (*Lavandula* spp.). Longwood Herbal Task Force, 32(3-4), 1-32.

[15] INPN : Inventaire Nationale du Patrimoine Naturelle.

[16] Boukhatem, M. N., Ferhat, M. A., Benassel, N., & Kameli, A. (2020). Lavande papillon (*Lavandula stoechas* L.): une plante à parfum aux multiples vertus. Phytothérapie, p : 34.

[17] Chu, C. J., & Kemper, K. J. (2001). Lavender (*Lavandula* spp.). Longwood Herbal Task Force, 32(3-4), 1-32.

[18] RAMDANE F. (2018). Contribution à l'étude des activités biologiques de quelques plantes médicinales du Sahara algérien : *Nauplius graveolens* .*Ziziphus lotus* et *Capparis spinosa*. thèse de doctorat . Université Kasdi Merbah . Ouargla, p: 33.

[19] Bachiri, L., Labazi, N., Daoudi, A., Ibijbijien, J., Nassiri, L., Echchegadda, G., & Mokhtari, F. (2015). Etude ethnobotanique de quelques lavandes marocaines spontanées. International Journal of Biological and Chemical Sciences, 11(3), 1308-1318.

[20] Gerard, M. (Ed.). (2002). Lavender: the genus *Lavandula*. CRC press. 48p.

[21] Bachiri, L., Echchegadda, G., Ibijbijien, J., & Nassiri, L. (2016). Etude phytochimique et activité antibactérienne de deux espèces de Lavande Autochtones Au Maroc: «*Lavandula stoechas* L. et *Lavandula dentata* L.». European Scientific Journal, 12(30), 313-333.

[22] Yassine, EZ, Dalila, B., Latifa, EM, Smahan, B., Lebtar, S., Sanae, A., & Abdellah, F. (2016). Criblage phytochimique, activité anti-inflammatoire et toxicité aiguë des extraits hydro-éthanoliques, flavonoïdes, tanins et mucilages de *Lavandula stoechas* L. du Maroc. Int J Pharm Phytochem Res, 8 (1), 31-37.

[23] Boukhatem, M. N., Ferhat, M. A., Benassel, N., & Kameli, A. (2020). Lavande papillon (*Lavandula stoechas* L.): une plante à parfum aux multiples vertus. *Phytothérapie*, p: 35.

[24] Gainard, A. (2016). Lavandes et lavandin, utilisation en aromathérapie : enquête auprès des pharmaciens d'officine. *Sciences pharmaceutiques*, p: 32-33.

Deuxième Chapitre
Les métabolites secondaire

Chapitre II. Les métabolites secondaires

II.1.Définition des métabolites secondaires :

Les métabolites secondaires d'origine végétaux, appelés aussi des produits naturels ou métabolites spécialisés, constituent un réservoir extrêmement riche de biodiversité chimique. Identifié plus de 200000 structures chimique [1].

Un métabolite secondaire est une substance présente chez un organisme qui ne participe pas directement aux processus de base de la cellule vivante ni à la croissance et le développement des plantes [2].

II.1.1.Les polyphénols :

Avec plus de 8000 structures phénoliques connues, les polyphénols constituent l'une des plus grandes familles de molécules largement répandues dans le règne végétal. Ce sont des métabolites secondaires des végétaux présents dans toutes les parties de la plante [3].

Les polyphénols sont caractérisés par la présence de plusieurs groupements phénoliques et possèdent d'autres fonctions (alcoolique, carboxylique...). Ils regroupent un vaste ensemble de substances chimiques comprenant au moins un noyau aromatique et un ou plusieurs groupes hydroxyles. Ils peuvent aller de molécules simples, comme les acides phénoliques, à des composés hautement polymérisés comme les tanins. Les polyphénols sont communément subdivisés en phénols simples, acides phénols (dérivés de l'acide benzoïque ou cinnamique) et coumarines, en naphthoquinones, en stilbénoides (deux cycles C6 liés par C2), en flavonoïdes (structure C6-C3-C6) [4]

II.1.1.1.Les flavonoïdes :

Les flavonoïdes sont des entités chimiques présentes dans le règne végétal et sont des métabolites secondaires avec structure polyphénol que variable [5].

Plus de 5000 se produisent naturellement flavonoïdes ont été caractérisés à partir de diverses plantes [6].

Les flavonoïdes ont tous une origine biosynthétique commune et par conséquent, possèdent tous un même squelette de base de quinze atomes de carbones constitué de

deux unités aromatiques, deux cycles en C6 (A et B) reliés par une chaîne en C3 [7] (Figure II.1).

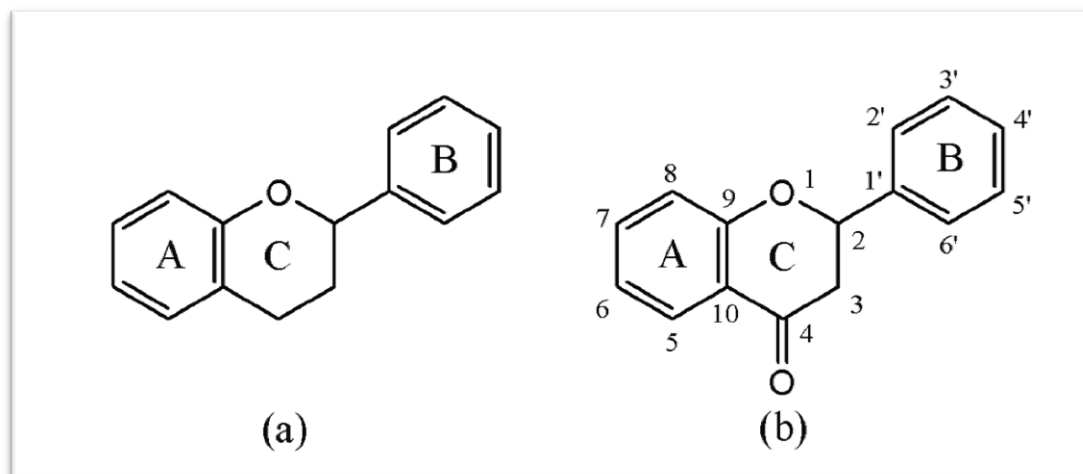


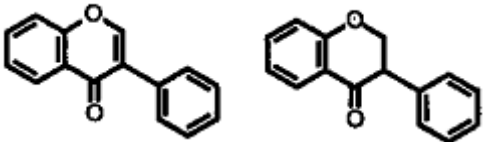
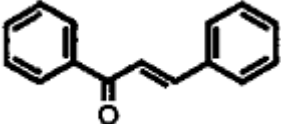
Figure II.1: Motif flavan (a) et flavon(b) et numérotation systématique

II.1.1.1.1. Classification des flavonoïdes :

On distingue différents types de noyaux: flavonols, flavones, flavanone, isoflavonoïdes, chalcones etc. (tableau II.1) [8]

Tableau II.1 : Classification des flavonoïdes.

FLAVONOÏDE	STRUCTURE DE BASE
Flavonols	
Flavones	
Flavanone	

Isoflavonoïdes	
Chalcones	

II.1.1.1.2. Rôle des flavonoïdes dans les plantes :

Les flavonoïdes peuvent être présents dans toutes les parties des plantes. Dans la majorité des cas, les flavonoïdes sont présents sous forme glycosylée dans les plantes car la glycosylation a pour effet de les rendre moins réactifs et plus hydrosolubles permettant alors leur stockage dans les vacuoles des cellules épidermiques des fleurs, de l'épiderme et du mésophylle des feuilles, des parenchymes des tiges et racines [9]. Certains flavonoïdes pourraient exercer une multitude d'activités biologiques notamment des propriétés anti-inflammatoires, antioxydantes, antibactériennes et même antihépatotoxiques [10].

II.1.1.2. Les alcaloïdes :

Un alcaloïde est une substance organique azotée d'origine végétale à caractère alcalin et présentant une structure moléculaire hétérocyclique complexe. Les propriétés médicamenteuses des alcaloïdes font de ce groupe de métabolites secondaires un intérêt particulier. Au niveau du système nerveux central ils agissent comme dépresseurs [11].

II.1.1.2.1. Classification des alcaloïdes :

La plupart des alcaloïdes sont dérivés d'acides aminés tels que le tryptophane, la lysine, la phénylalanine et la tyrosine. Ces acides aminés sont décarboxylés en amines et couplés à d'autres squelettes carbonés [12].

On estime à plus de 10.000 alcaloïdes différents isolés à partir de sources végétales, animales ou microbiennes [13].

La classification la plus adaptée est basée sur l'origine biogénétique, c'est-à-dire de les classer en trois groupes selon leur précurseur biosynthétique [14]:

- Les alcaloïdes vrais.
- Les pseudo-alcaloïdes.
- Les proto-alcaloïdes.

II.1.1.2.2 . Rôle des alcaloïdes dans la plante :

Au niveau de la plante, les alcaloïdes jouent un rôle essentiel dans la protection du végétale contre les animaux come agents phytophages; ils ont également la plus importante des rôles produit d'excrétion du métabolisme azoté, substance de réserve, Régulateurs de croissance. La nicotine ne permet pas la croissance des larves du tabac. Les alcaloïdes tout d'abord, ont des effets bénéfiques sur la plante synthétisante dont ils régulent la croissance et le métabolisme interne végétaux, ils désintoxiquent et transforment les substances nocives au végétal, ils protègent la plante contre les rayons UV, comme ils ont des effets contre les herbivores [15].

II.1.1.3 .les terpènes :

Les terpénoïdes sont considérés comme la plus grande famille de composés naturels [16]. Bien que (terpène) sont réservé aux composés oléfiniques et (terpénoïdes) aux terpènes oxydés, La structure de base d'un terpène est composés d'un nombre variable d'unités de 5 carbones, appelées unités isoprènes, le nombre de carbones de n'importe quel terpène est alors un multiple de cinq [17].

II.1.1.3.1.Classification des terpènes

Selon le nombre d'unités isopréniques qui constituent les terpénoïdes, on distingue les monoterpènes (C10), les sesquiterpènes en (C15), les diterpènes (C20), les triterpènes (C30), les tétraterpènes (C40) et les polyterpènes (C40) qui comportent plus de 500 carbones. Les monoterpènes et les sesquiterpènes volatiles sont les principaux composants des huiles essentielles [18].

II.1.2.Les huiles essentielles :

Les huiles essentielles extraites des plantes par distillation comptent parmi les plus importants principes actifs des plantes. Elles sont largement employées en parfumerie

Les huiles essentielles contenues telles quelles dans les plantes sont des composés oxygénés, parfois d'origine terpénoïdes et possédant un noyau aromatique. Les huiles essentielles ont de multiples propriétés [19].

II.1.2.1. Localisation au niveau de la plante :

Les huiles essentielles ne contiennent pas de corps gras comme les huiles végétales obtenues avec les pressions. Il s'agit de la sécrétion naturelle, élaborée par le végétal et contenue dans les cellules de la plante soit dans : les fleurs, les fruits, les sommités fleuries, les feuilles, l'écorce, les racines et les graines. Les huiles essentielles sont responsables de l'odeur caractéristique de plante [20].

II.1.2.2. Spécificité des huiles essentielles :

La question de la spécificité des différentes huiles essentielles se pose également. Très peu d'études ont analysé suffisamment d'huiles essentielles et de paramètres biologiques pour déterminer, il existe une spécificité pour des effets différents selon les différentes huiles ou non [22]. Les huiles essentielles testées présentaient une spécificité dans l'amplitude, mais pas dans le mode d'action, des effets biologiques, à savoir d'action, des effets biologiques, c'est-à-dire la cytotoxicité, l'induction de mutants cytoplasmiques, l'induction de gènes et les effets antigénotoxiques. Cependant, ils ont montré une spécificité du mode d'action concernant la production de ROS, probablement en raison des différences dans leur composition réelle correspondant à différences dans la compartimentation du stress oxydatif [23]. En ce qui concerne l'antigénotoxicité, les huiles essentielles testées ont montré la même activité protectrice. Les huiles essentielles testées ont montré la même activité protectrice. Cependant, le mode de protection diffère, non pas en fonction du type d'huile, mais en fonction de la nature de l'huile. pas en fonction du type d'huile, mais en fonction des mutagènes, c'est-à-dire en fonction du type de lésions induites et de la nature de ces lésions [24].

II.2. Les différentes méthodes d'extraction et de séparation :

Les métabolites secondaires de la plante médicinale sont des composants naturellement présents dans cette plante ; ils lui confèrent son activité thérapeutique. Ces composants se trouvent souvent en très petites quantités dans la plante : ils ne

représentent qu'un faible pourcentage du poids total de la plante, mais ce sont les principaux. Il est donc nécessaire d'effectuer un processus d'extraction, qui consiste à retirer (extraire) une ou plusieurs espèces chimiques d'un milieu solide ou liquide et à les séparer les unes des autres. Plusieurs techniques scientifiques sont disponibles pour extraire et séparer les principes actifs des plantes médicinales.

II.2.1.Macération :

C'est une technique d'extraction pour isoler des substituants à partir d'un solide généralement matière végétale, elle consiste à laisser séjourner le matériel solide dans un liquide à une température ambiante.

Généralement, on utilise une solution hydro-Alcoolique (entre 70 et 80% de méthanol ou éthanol et on complète le reste avec l'eau distillée).

On répète l'opération 3 fois pour une période de 72 h. Après la filtration de la solution hydro-alcoolique, puis on obtient un filtrat. [25] (Figure II.2)



Figure II.2. Extraction par macération

II.2.2.Décoction :

La décoction est une méthode d'extraction qui consiste à faire bouillir les plantes médicinales ou végétales. Pour dissoudre les substances chimiques de la matière, qui peuvent comprendre les tiges, les racines, l'écorce et les rhizomes.

La décoction consiste à écraser le matériel végétal pour permettre une dissolution maximale, puis à le faire bouillir dans l'eau pour en extraire les composés organiques polaires et d'autres substances chimiques [26].



Figure II.3. Extraction par décoction

II.2.3.Soxhlet :

L'extraction par l'appareil Soxhlet est une méthode simple et convenable nous permettant de répéter infiniment le cycle d'extraction avec du solvant organique sous reflux jusqu'à épuisement complet du soluté dans la matière première, d'où vient son efficacité élevée [27].

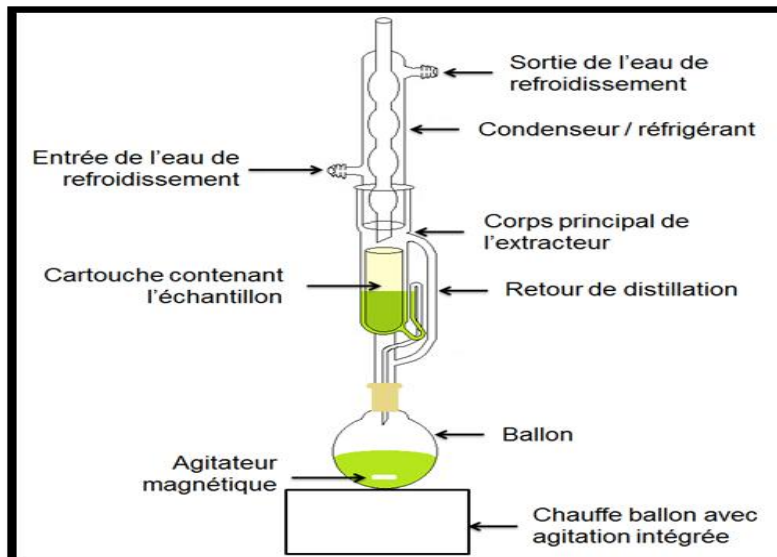


Figure II.4. Extraction par soxhlet

II.2.4.La chromatographie :

La chromatographie est une méthode d'analyse basé sur la séparation de constituants d'un mélange, les différents constituants de ce mélange appelés solutés sont séparés et entraînés par un fluide (liquide ou gaz) que l'on appelle phase mobile, ils interagissent ou au contraire n'interagissent pas avec une phase fixe. Que l'on appelle phase stationnaire qui exerce sur eux un retardateur [28] Plusieurs méthodes existent.

II.2.4.1.Chromatographie en phase gazeuse (CPG) :

Chromatographie en phase gazeuse s'applique à des échantillons gazeux ou susceptibles d'être vaporisés dans l'injecteur. C'est de loin la technique la plus utilisée pour les huiles essentielles. La phase mobile est un gaz (hélium, azote, argon ou hydrogène), appelé gaz vecteur. Le principe de la chromatographie en phase gazeuse basé sur la séparation des différents solutés gazeux par migration différentielle le long de la phase stationnaire. Si la phase stationnaire est un liquide non ou peu volatil, possédant des propriétés de solvant vis-à-vis des composés à séparer, on parle de chromatographie gaz-liquide ou chromatographie de partage. Si la phase stationnaire est un solide absorbant (silice, alumine...), on parle de chromatographie gaz-solide [29].

II.2.4.2.Chromatographie sur couche mince(CCM) :

La Chromatographie sur couche mince est utilisée comme technique de routine, pour l'analyse rapide de fractions obtenues à la suite d'une séparation initiale.

La chromatographie sur couche mince(CCM) repose principalement sur des phénomènes d'adsorption: la phase mobile est un solvant ou un mélange de solvants, qui progresse le long d'une phase stationnaire fixée sur une plaque de verre ou sur une feuille semi-rigide de matière plastique ou d'aluminium. Après que l'échantillon ait été déposé sur la phase stationnaire, les substances migrent à une vitesse qui dépend de leur nature et de celle du solvant [30].

Après la migration, le repérage des molécules s'effectue soit par ultra-violet (UV), soit par un colorant spécifique ou encore par exposition aux vapeurs d'iode. La distance de migration des composés est ensuite mesurée et comparée à celle du front de la phase mobile, ceci permet de définir la référence frontale R_f caractéristique de chaque composé.

II.2.4.3. Chromatographie sur colonne :

La chromatographie liquide classique utilise des colonnes avec un diamètre interne de 1cm. Ou plus et des particules de 100 à 200 μ m de diamètre. Dans une colonne en verre, munie d'un robinet, on introduit le support de séparation choisi, un bouchon de laine de verre placé avant la sortie de la colonne pour empêcher le passage des particules les plus fines.

L'échantillon est déposé au sommet de la colonne l'éluant coule ici sous pression atmosphérique à travers la colonne. L'éluant qui contient des substances dissoutes dans la phase mobile sera récupéré (par exemple en fraction), et on fait le C.C.M pour chaque fraction puis on mélange les fractions similaires qui ont le même Rf [31].

II.2.4.4. Chromatographie liquide à haute performance (HPLC)

La chromatographie en phase liquide à haute pression fréquemment appelée chromatographie en phase liquide à haute performance (CLHP ou CLH) est la principale technique d'analyse utilisée en analyse pharmaceutique et est principalement utilisée dans l'industrie pharmaceutique [32].

La chromatographie HPLC est une technique d'analyse qualitative et quantitative qui permet de l'identification, la séparation et le dosage de composés chimiques dans un mélange liquide. L'échantillon à analyser contenant une ou plusieurs espèces est entraîné par une phase mobile en contact avec une phase stationnaire. Chaque espèce présente migre à une vitesse qui dépend de ses caractéristiques, et de celles des deux phases présentes [33].

Elle utilise une phase stationnaire solide ou liquide, immobilisée dans une colonne, et une phase mobile liquide, qui se déplace à travers la phase stationnaire. Les composés sont introduits (on dit injectés), en mélange, en tête de colonne, ils interagissent ensuite avec les phases stationnaire et mobile selon une série d'équilibres successifs [34].

Les Références Bibliographique

- [1] Buchanan, B. B., Gruissem, W., & Jones, R. L. (Eds.). (2015). *Biochemistry and molecular biology of plants*. John Wiley & Sons.
- [2] Fang, X., Yang, C., Wei, Y., Ma, Q., Yang, L., & Chen, X. (2011). Genomics grand for diversified plant secondary metabolites. *Plant Diversity and Resources*, 33(1), 53-64.
- [3] Beta, T., Nam, S., Dexter, J. E., & Sapirstein, H. D. (2005). Phenolic content and antioxidant activity of pearled wheat and roller-milled fractions. *Cereal chemistry*, 82(4), 390-393.
- [4] Hennebelle, T., Sahpaz, S., & Bailleul, F. (2004). Polyphénols végétaux, sources, utilisations et potentiel dans la lutte contre le stress oxydatif. *Phytothérapie*, 2(1), 3-6.
- [5] [6] Umesh, C. V., Jamsheer, A. M., & Prasad, M. A. (2018). The role of flavonoids in drug discovery—review on potential applications. *Research Journal of Life Sciences, Bioinformatic, Pharmaceutical and Chemical Sciences*, 4(1), 70-77.
- [7] Lugasi, A. (2003). The role of antioxidant phytonutrients in the prevention of diseases. *Acta biologica szegediensis*, 47(1-4), 119-125.
- [8] Bravo, L. (1998). Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance. *Nutrition reviews*, 56(11), 317-333.
- [9] Athamena, S. (2009). Etude quantitative des flavonoïdes des graines de *Cuminum cyminum* et les feuilles de *Rosmarinus officinalis* et l'évaluation de l'activité biologique (Doctoral dissertation, Université de Batna 2).
- [10] Ghedira, K. (2005). Les flavonoïdes: structure, propriétés biologiques, rôle prophylactique et emplois en thérapeutique. *Phytothérapie*, 3(4), 162-169.
- [11] Badiaga, M. (2011). Etude ethnobotanique, phytochimique et activités biologiques de *Nauclea latifolia* Smith, une plante médicinale africaine récoltée au Mali (Doctoral dissertation, Université Blaise Pascal-Clermont-Ferrand).

- [12]. CYRIL T. (2001). Etude des métabolismes primaires et secondaires de racines transformées de *Catharanthus Roseusen*, vue du développement d'un modèle cinétique. Thèse de doctorat. Université de Montréal, Montréal, Canada.
- [13] [14] Eguchi, R., Ono, N., Horai, H., Amin, M. A. U., Hirai, A. M., Kawahara, J., ... & Kanaya, S. (2017). Classification of alkaloid compounds based on subring skeleton (srs) profiling: On finding relationship of compounds with metabolic pathways. *J Comput Aided Chem*, 18, 58-75.
- [15] Dih, A. & Belguendouz, A. (2017). Contribution À L'étude Phytochimique Et Évaluation Du Pouvoir Antioxydant Des Alcaloïdes Extraits D'osyris Alba L, Récoltée Au Niveau De La Région De Beni -snousse - Tlemcen [Mémoire de Master, Université Abou Bekr Belkaid - Tlemcen].
- [16] Vavitsas, K., Fabris, M., & Vickers, C. E. (2018). Terpenoid Metabolic Engineering in Photosynthetic Microorganisms. *Genes*, 9(11), 520.
- [17]] Sell, C. S. (2003). A fragrant introduction to terpenoid chemistry. Royal Society of Chemistry.
- [18] Lamarti, A., Badoc, A., Deffieux, G., & Carde, J. P. (1994). Biogénèse des Monoterpènes–II–La chaîne isoprénique. *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux*, 133, 79-99.
- [19] G. Debuigne, F. Couplan and T. Folliard. (2001). Le petit Larousse des plantes qui guérissent, Larousse, 2nd ed, Paris, p: 14.
- [20] Zhiri. A, Baudoux. D. (2005). Huiles essentielles chémotypées et leur synergie. *Inspir et develement*. Luxemborg, p:8-43.
- [21] Mayer, F. (2012). Utilisations therapeutiques des huiles essentielles: Etude de cas en maison de retraite (Doctoral dissertation, Université de Lorraine).
- [22, 23] Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., & Idaomar, M. (2008). Biological effects of essential oils—a review. *Food and chemical toxicology*, 46(2), 446-475

- [24] Hansen, J. M., Go, Y. M., & Jones, D. P. (2006). Nuclear and mitochondrial compartmentation of oxidative stress and redox signaling. *Annu. Rev. Pharmacol. Toxicol.*, 46, 215-234.
- [25] Budić-Leto, I., Lovrić, T., Pezo, I., & Gajdoš Kljusurić, J. (2005). Study of dynamics of polyphenol extraction during traditional and advanced maceration processes of the Babić grape variety. *Food Technology and Biotechnology*, 43(1), 47-53.
- [26] Mukherjee, P. K. (2002). Quality control of herbal drugs: an approach to evaluation of botanicals. *Business Horizons*.
- [27] Petko I; Condoret J. (2010). George étude des procédés d'extraction et de purification de produits bioactifs à partir de plantes par couplage de techniques séparatives à basses et hautes pressions. Institut National Polytechnique de Toulouse. Thèse. Toulouse. P :129.
- [28] B.A. Bidlingmeyer, Practical HPLC méthodologie and application. Livre, P :200.
- [29] Audigié Claude. (1995). Principes des méthodes d'analyse biochimique . Tome 1 (Nouvelle édition). Doin éd.
- [30] [31] Caude M. et JardyA. (1996). Méthodes chromatographiques. Dossier.Base documentaire. Techniques d'analyse.1445
- [32] Satinder ahuja Michael. W. 2005. Dog, Handbook of pharmaceutical analysis by HPLC. Livre. vol.6, p: 350.
- [33] Malviya, R., Bansal, V., Pal, O. P., & Sharma, P. K. (2010). High performance liquid chromatography: a short review. *Journal of global pharma technology*, 2(5), 22-26.
- [34] Hainque, B. (2008). Appareils et méthodes en biochimie et biologie moléculaire

Chapitre III

Les activités biologiques

Chapitre III. L'activité biologique

Les activités biologiques des extraits végétales et leurs propriétés biologiques très variés. Cependant, la diversité moléculaire des métabolites qu'elles contiennent, leur confère des rôles biologiques importants. Parmi les activités les plus importantes que possèdent la plupart des plantes se trouve: (l'activité antibactériennes et l'activité antioxydante).

III.1. Généralités sur les bactéries :

Les bactéries sont des micro-organismes unicellulaires classés 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).elles sont divisées en bactéries proprement dites (Bacteria) et bactéries primitives (Archaea). Toutes les bactéries rencontrées en pathologie appartiennent aux Bacteria.

Les bactéries ont généralement un diamètre inférieur à 1 μm . On peut les voir au microscope optique, à l'état frais ou après coloration. Leur forme peut être sphérique (coques), en bâtonnet (bacilles), incurvée (vibrions) ou spiralée (spirochètes). Les détails de leur structure ne sont visibles qu'en microscopie électronique [2].

III.1.1. Description des quelques bactéries :

➤ Escherichia Coli :

Escherichia coli est un bacille à gram négatif [3]. De forme non sporulée, de type anaérobie facultative, généralement mobile grâce aux flagelles, sa longueur varie de 2 à 6 μm , alors que sa largeur est de 1,1 à 1,5 μm [4]. Les bactéries appartenant à l'espèce E. coli constituent la majeure partie de la flore microbienne aérobie du tube digestif de l'homme et de nombreux animaux. Certaines souches sont virulentes, capables de déclencher spécifiquement chez l'homme ou chez certaines espèces animales des infections spontanées des voies digestives ou urinaires ou bien encore des méningites néo-natales. D'autres souches appartiennent à la flore commensale peuvent Être responsables d'infections opportunistes variées, surtout chez les sujets aux défenses. Immunitaires affaiblies [3].

➤ Staphylococcus Aureus :

Ce sont des Cocci Gram positif avec un diamètre de 0,5 à 1,5 μm , de forme non sporulée, qui tendent à se grouper en paires, petites chaînes, elles sont habituellement non capsulée, ou possédant des capsules limitées, elles sont anaérobies facultatives. *Staphylococcus aureus* représente l'agent commun des infections postopératoires de blessures, endocardite aigüe, intoxication alimentaire [5].

➤ ***Pseudomonas Aeruginosa* :**

Les espèces *Pseudomonas aeruginosa* sont des bacilles à Gram négatif, ces bactéries fines sont de 1.5 à 3 μm de long et 0.5 à 0.8 μm de large. Elles sont mobiles grâce à une ciliature de type polaire monotriche, ce type de bactéries possède un aspect de « vol moucheron ». *P. aeruginosa* ne forme ni spores ni phénoplastes. Elle est responsable de 10 % de l'ensemble des infections nosocomiales, occupant le 3ème rang après *E. coli* et *S. aureus*, mais le 1^{er} rang pour les infections pulmonaires basses et le 3ème rang pour les infections urinaires [6].

III.1.2.Les antibiotiques :

Les antibiotiques sont toutes les substances chimiques produites par des microorganismes capables d'inhiber le développement et de détruire les bactéries et d'autres microorganismes [7].

III.1.2.1.Classification des antibiotiques :

Les antibiotiques peuvent être classés selon plusieurs critères: l'origine, la nature chimique, le mécanisme d'action et le spectre d'action [8]. Classent les antibiotiques tout en adoptant la classification en grandes familles :

- Les Bêta-lactamines.
- Les aminosides ou aminoglycoside.
- Phénicoles.
- Les tetracyclines.
- Les polypeptides.
- Les macrolides.
- Les quinolones.

- Sulfamides et association.
- Les nitrofuranes.
- Les nitroimidazoles.
- Acide fusidique.
- Novobiocine.
- Les rifamycines.
- Les antifongiques.

III.2.L'activité antioxydante :

L'activité antioxydante consiste à l'inhibition des réactions en chaînes de production de radicaux libres et limitant ainsi leurs actions. Cette propriété est souvent exprimée dans les nombreuses familles de poly phénols. Bien que les réactions d'oxydations soient nécessaires à la vie, elles peuvent aussi être destructrices [9].

III.2.1.Stress oxydant :

Le stress oxydant est communément défini comme un déséquilibre entre les systèmes oxydants et les capacités antioxydants d'un organisme, d'une cellule ou d'un compartiment cellulaire. Cette définition ne rend pas justice à la notion de stress qui est avant tout une réponse à une modification des conditions habituelles de vie cellulaire [10].

III.2.2. Radicaux Libres :

Les radicaux libres peuvent être définis comme des espèces chimiques associées à un nombre impair ou électron non apparié. Ils sont neutres, de courte durée de vie, instables et très réactifs pour coupler l'électron impair et enfin obtenir une configuration stable. Ils sont capables d'attaquer les cellules saines du corps, leur faisant perdre leur la structure et leur fonction. Les dommages cellulaires causés par les radicaux libres semblent être un contributeur majeur au vieillissement et aux maladies dégénératives du vieillissement telles que cancer, maladie cardiovasculaire, cataracte etc. Et sont des types d'espèces réactives de l'oxygène (ROS), qui

comprennent toutes les molécules hautement réactives contenant de l'oxygène. Les types de ROS comprennent le radical hydroxyle, le radical anion super oxyde, Peroxyde d'hydrogène, oxygène singulet, radical d'oxyde nitrique et divers peroxydes lipidiques. Tous ces éléments sont capables de réagir avec la membrane lipides, acides nucléiques, protéines et enzymes et autres petites molécules, entraînant des dommages cellulaires [11].

III 2.2.1. Radical superoxyde :

Le radical Superoxyde est produit à partir de l'oxygène moléculaire, principalement par les cellules phagocytaires, et il participe à l'inactivation des virus et bactéries. Cependant, stimulées de façon excessive, ces cellules sont sources d'une importante quantité de radicaux libérés dans le milieu environnant et susceptibles d'entraîner des lésions tissulaires sévères [12].

III.2.2.2.peroxyde D'hydrogène Ou Eau Oxygénée (H₂O₂) :

Il est produit en grande partie à partir du radical superoxyde en présence de superoxyde dismutase qui catalyse la réaction. Le peroxyde d'hydrogène (H₂O₂) est un produit plus stable que les radicaux superoxydes, c'est pourquoi il diffuse très facilement l'intérieur et fi l'extérieur de la cellule. C'est un oxydant très puissant capable d'accepter deux électrons supplémentaires [12].

III.2.2.3. Le radical hydroxyle OH• :

Il peut être produit à partir de l'eau par les radiations ionisantes dans tous les organismes vivants mais il est surtout formé par la réaction de fenton, fi partir d'H₂O₂. L'ion ferreux réagit avec le peroxyde d'hydrogène [12].

III.2.3. Les antioxydantes :

Les antioxydantes sont des composés qui aident à inhiber les nombreuses réactions d'oxydation causées par les radicaux libres tels que comme oxygène singulet, superoxyde, radicaux peroxyde, radicaux hydroxyle et peroxyde nitrite empêchant ainsi ou retarder les dommages aux cellules et aux tissus. Leurs mécanismes d'action comprennent le piégeage de l'oxygène réactif et les espèces de radicaux libres d'azote, diminuant la concentration d'oxygène localisée réduisant potentiel d'oxydation de

l'oxygène moléculaire, métabolisant les peroxydes lipidiques en produits non radicaux et chélation des ions métalliques pour empêcher la génération de radicaux libres [13].

III.2.3.1. Classification des antioxydantes :

- **Les antioxydantes enzymatiques :**

Les plus efficaces sont le superoxyde dismutase, la catalase et la glutathion peroxydas

- **Superoxyde dismutase :**

La SOD est l'enzyme antioxydante qui catalyse la dismutation de l'anion superoxyde hautement réactif en O_2 et H_2O_2 [14].

- **Catalase :**

La CAT est située dans un organite cellulaire appelé le peroxysome, elle est responsable d'élimination de H_2O_2 présent en grandes quantités et favorise sa transformaaion en eau et l'oxygène moléculaire [14].

- **Glutathione peroxidase :**

La GPX est une enzyme selenium (Se)-dépendante, elle est présente dans le cytoplasme, elle catalyse la réduction des hydroperoxydes (H_2O_2) et des peroxydes lipidiques en utilisant le glutathion réduit (GSH) comme donneur d'hydrogène [15].

- **Les antioxydantes non enzymatiques :**

- **Endogène :** Composés de faibles poids moléculaires (glutathion, acide urique, bilirubine) et protéines chélatrices de métaux (ferritine, albumine).
- **Exogène :** Composés apportés par l'alimentation (vitamine C et E, caroténoïdes, polyphénols, flavonoïdes) [16].

Références bibliographiques

- [1] Belaïche P. (1979). Traité de Phytothérapie et d'Aromathérapie, Tome 1. Ed. Maloine. Paris, 136-138.
- [2] Nauciel. C., and Vildé J.L. (2005). Bactériologie médicale, 2ème Ed. Masson. Paris. p: 5-10.
- [3] Patrick B., Jean L., and Michel S. (1988). Bactériologie : Les bactéries des infections humaines. 1er Ed Médecine –Sciences Flammarion. Paris. p :100-108-274.
- [4] Percival, S. L., Chalmers, R., Hunter, P. R., Sellwood, J., & Wyn-Jones, P. (2004). Microbiology of waterborne diseases. p: 71-132.
- [5] Soma Oubougoué Brama. (2002). Activité antibactérienne d'extraits d'Euphorbiahirta (Linn), une plante utilisée traditionnellement dans le traitement des infections urinaires. Thèse de Docteur en en pharmacie. Université d'Ouagadougou, Burkina- Faso.

- [6] Richard C., et Kiredjian M. (1995). Méthodes de laboratoire pour l'identification des Bacilles à gram négatif aérobies stricts : Pseudomonas, Alcaligenes, Flavobacterium, Acinetobacter, Brucelles, Bordetella. 2ème édition. Ed Institut. Pasteur. Paris. p : 42-43.
- [7] Poirel L, Martinez J., Plésiat P., et Nordman P. (2009). Naturally Occuring Class A β lactamases from the Burkholderia cepacia Complex . *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 53(3): 876-882p.
- [8] Yala D., Merad A.S., Mohamedi D., Ouar Korich M.N. (2001). Classification et Mode d'action des antibiotiques. *Médecine du Maghreb*.
- [9] Porpovic C., Syowa I., Tylkowski B. (2009). Evaluation de l'activité antioxydant des composés phénoliques par la réactivité avec le radical libre DPPH. *Revue de génie industriel* 4: 25-39
- [10] Barouki, R. (2006). Stress oxydant et vieillissement. *Médecine/sciences*, 22(3), 266-272.
- [11] Rivas-Arreola, M. J., Rocha-Guzman, N. E., Gallegos-Infante, J. A., Gonzalez-Laredo, R. F., Rosales-Castro, M., Bacon, J. R., ... & Intriago-Ortega, P. (2010). Antioxidant activity of oak (Quercus) leaves infusions against free radicals and their cardioprotective potential. *Pakistan Journal of Biological Sciences: PJBS*, 13(11), 537-545.
- [12] Goudable, J., & Favier, A. (1997). Radicaux libres oxygénés et antioxydants. *Nutrition clinique et métabolisme*, 11(2), 115-120.
- [13] Odukoya, O. A., Ilori, O. O., Sofidiya, M. O., Aniunoh, O. A., Lawal, B. M., & Tade, I. O. (2005). Antioxidant activity of Nigerian dietary spices. *Electr. J. Environ. Agric Food Chem*, 4(6), 1086-1093.
- [14] Matés, J. M., Pérez-Gómez, C., & De Castro, I. N. (1999). Antioxidant enzymes and human diseases. *Clinical biochemistry*, 32(8), 595-603.
- [15] Herbette, S., Roedel- Drevet, P., & Drevet, J. R. (2007). Seleno- independent glutathione peroxidases: More than simple antioxidant scavengers. *The FEBS journal*, 274(9), 2163-2180.

[16] Elkolli M. (2017). Cours : Structure et activités des substances naturelles : Principes et Applications, Université Ferhat Abbas de Sétif Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie.

Deuxième partie

Partie expérimentale

Chapitre IV. Matériels et Méthodes

IV.1. Matériel végétal :

IV.1.1. Critères de choix :

Vu l'importance de la biodiversité de notre pays, nous avons essayé d'étudier une espèce végétale : *L. stoechas*, appartenant à la famille des Lamiacées. Le choix de cette plante s'est basé sur :

- Une étude bibliographique et une enquête ethnopharmacologique sur ses usages en médecine traditionnelle.
- Ses utilisations traditionnelles dans le traitement des maladies d'origine microbienne.

IV.1.2. Récolte et conservation:

Les lavandes du groupe *Stoechas* sont plus précoces : elles sont récoltées au mars à l'état sauvage, mais elles sont plus rarement exploitées pour les cultures, la récolte s'effectue mécaniquement [1].

Le matériel végétal recueilli est séché à température ambiante et à l'abri de la lumière. Une fois séchée, le matériel végétal est conservé à l'abri de la lumière, de l'humidité et de la chaleur jusqu'à son utilisation.

IV.2. Extraction :

IV.2.1. Extraction solide-liquide (macération) :

- **Méthode de macération :**

la plante étudiée (100 g) est macérés dans un mélange pendant 24 heures. L'opération a été répétée trois fois. Après la filtration de la solution hydro-alcoolique, celle-ci est évaporée (à 40 °C sous pression réduite jusqu'à l'obtention d'un extrait concentré. (Extrait méthanolique brute).

IV.2.2. Extraction liquide-liquide (décantation):

En raison de la forte polarité de l'extrait hydro-alcoolique obtenu, qui a créé des difficultés dans la phase de séparation. La solution obtenue est filtrée, et le filtrat a subi d'extractions liquide-liquide comme première étape de séparation qui est nécessaire pour obtenir différents

extraits selon la polarité des solvants utilisés. Par conséquent, l'éther de pétrole (pour séparer la chlorophylle et les acides gras) a été utilisé en premier, et ensuite le chloroforme (pour séparer les composants non polaires, en particulier les terpènes et les alcaloïdes), puis l'acétate d'éthyle (pour séparer les aglycones phénoliques) et enfin le n-butanol (pour séparer les polaires et hautement polaires composants tels que les saponines et les flavonoïdes glycosylés). Le procédé réalisé (figure.IV.2) pendant 3nuit, et à bas sur le principe du partage de la substance entre la phase aqueuse et la phase(s) organique(s), qui est une propriété physicochimique très importante de cette substance, notamment en ce qui concerne son caractère lipophile pour la graisse.

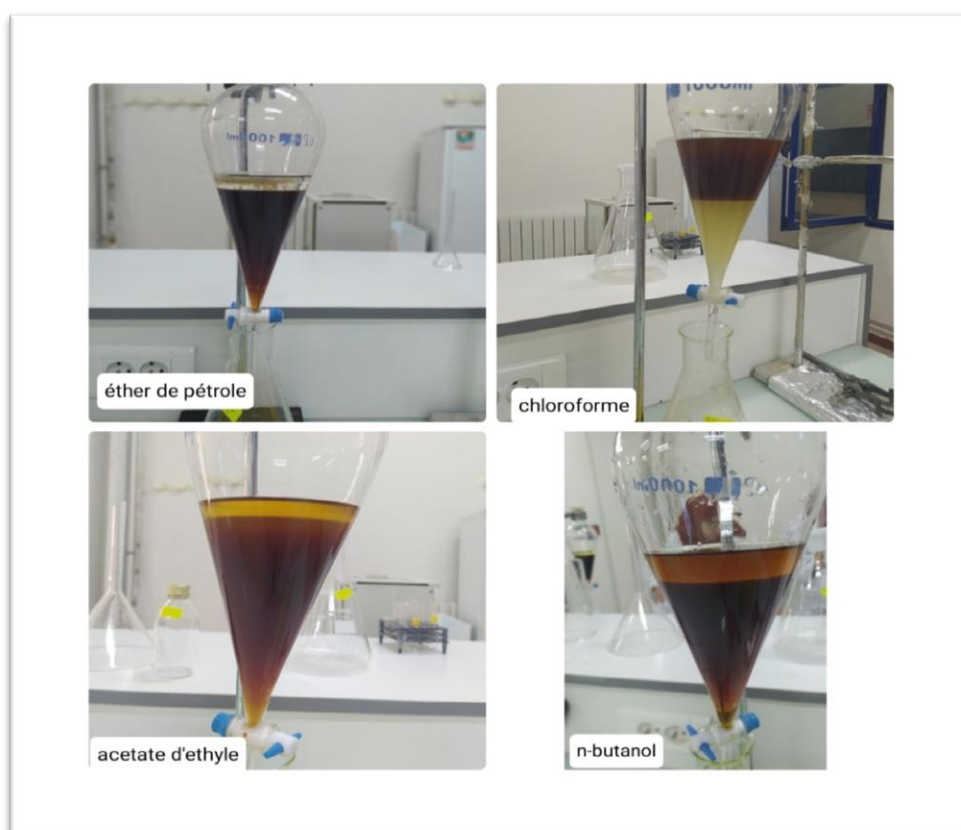


Figure.IV.2 : l'extraction liquide-liquide par différents solvants.

Les phases organiques récupérées sont concentrées sous pression réduite à sec et pesée à l'aide du Rota-vapor (figure .IV.3).

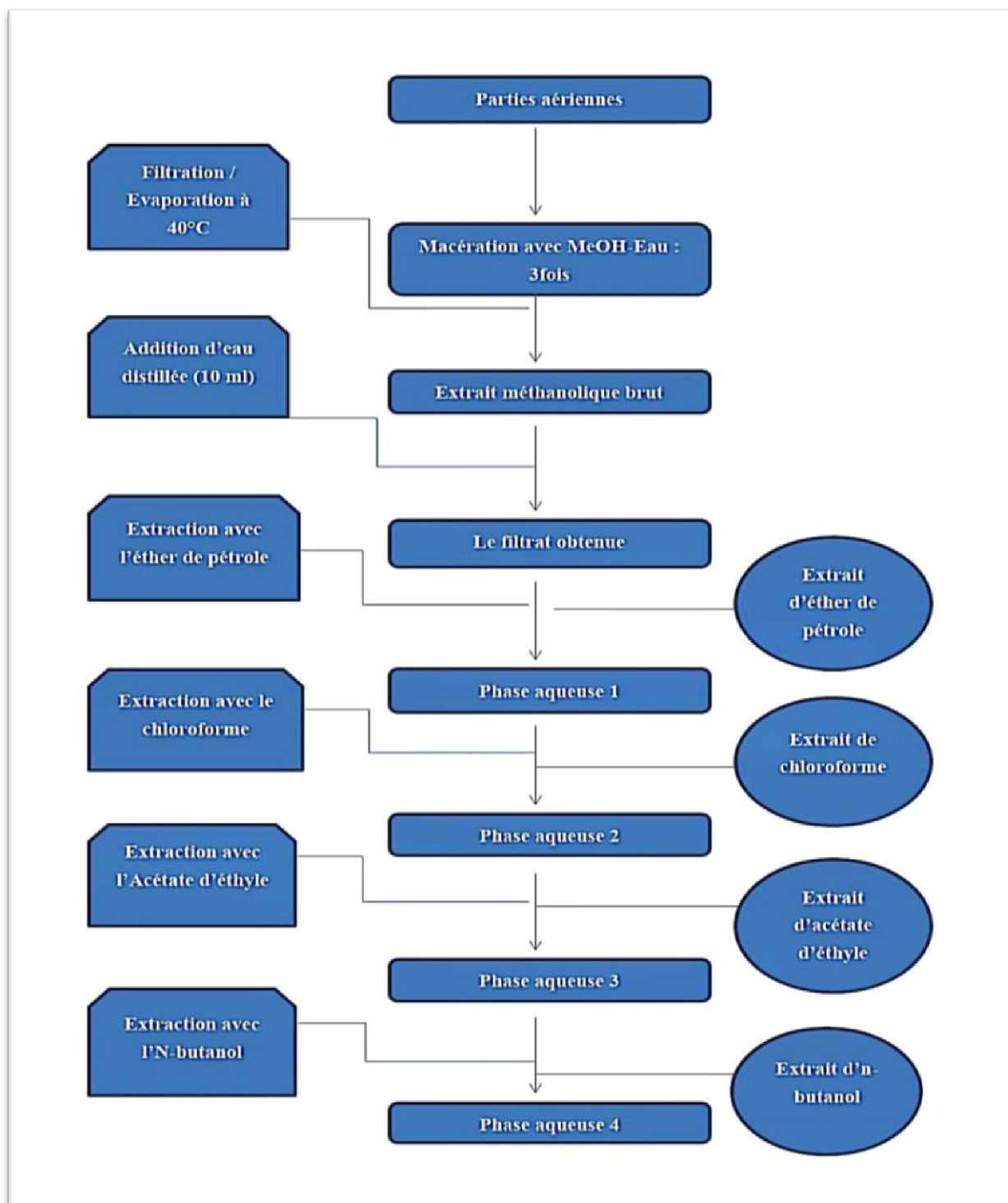


Figure.IV.3 : Protocole de l'extraction de la matière végétale .

IV.3. Etude biologique de la plante :

IV.3.1. Evaluation de l'activité antibactérienne :

L'objectif de ce travail est d'évaluer l'activité antibactérienne de l'extrait de chloroformique, l'extrait n-butanolique et l'extrait d'acétate d'éthyle de *lavandula stoechas* L

contre deux bactéries Gram positif (*Staphylococcus aureus* ATCC 29523 et *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27859) et une bactérie Gram négatif (*Escherichia coli* ATCC 29522).

L'étude est réalisée par la méthode de diffusion, qui est initialement conçue pour les antibiotiques (antibiogramme), mais en substituant les disques d'antibiotiques par d'autres imprégnés par l'extrait chloroformique, l'extrait n-butanolique et l'extrait d'acétate d'éthyle, cette méthode consiste à déposer des disques de papiers filtres imprégnés d'extrait sur la surface des géloses ensemencées par le germe à tester et de mesurer les diamètres d'inhibition en millimètre (mm) après incubation.

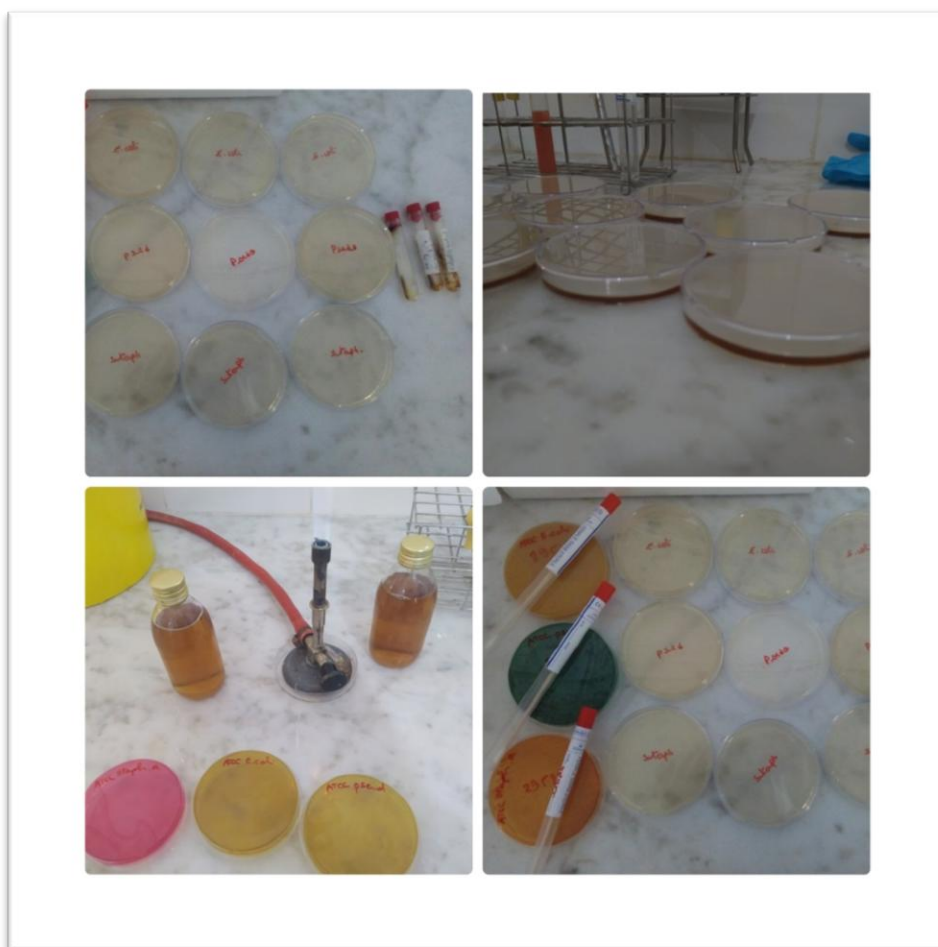
IV.3.1.1. Préparation de solution :

Les différents extraits organiques des plantes étudiées sont solubilisés dans le DMSO. Des dilutions ont été ensuite réalisées pour obtenir des concentrations de 0,1 g/ml, pour chaque extrait testé.

IV.3.1.2. Préparation de l'inoculum :

En premier lieu une suspension bactérienne d'une opacité de 0.5 Mc Farland est préparée à partir d'une culture pure et jeune (âgée de 18 heures). Cette opacité, équivalente à une densité optique de 0.08 – 0.1 à 625 nm.

Cet inoculum sert à ensemencer des géloses de Mueller Hinton coulées dans des boîtes de pétri sur une épaisseur de 4 mm puis séchées à l'étuve à 37°C avant l'emploi. L'ensemencement est effectué par écouvillonnage, à partir de l'inoculum fraîchement préparé. Il consiste à tremper un écouvillon de coton stérile dans la suspension puis le froter, après l'avoir essoré à l'intérieur du tube, à trois reprises sur la totalité de la surface gélosée de façon à former des stries serrées, en tournant la boîte à environ 60° après chaque application pour obtenir une distribution égale de l'inoculum. Des disques de papiers wattman de 6 mm de diamètre, préalablement stérilisés sont déposés à la surface de gélose ensemencée après avoir été chargé de 10 µL d'extrait, d'autres disques, chargés de 10 µL de DMSO est utilisés comme témoin négatif. Après 24 heures d'incubation à 37°C, le diamètre d'inhibition est mesuré.



FigureIV.4 : Préparation de l'inoculum des quatre extraits.

IV.3.2. Evaluation de l'activité antioxydant :

L'activité antiradicalaire des extraits a été évaluée par la capacité de balayage du radical libre DPPH. Cette méthode consiste à suivre la réduction du radical libre DPPH (2,2-diphényl-1-picryl hydrazyl) par un antioxydant à l'aide de spectrophotométrie UV-visible, en mesurant la diminution de l'absorbance à 517 nm provoquée par la présence des extraits. DPPH est un radical libre stable de couleur violet; Il devient réduit à la diphényl picrylhydrazine de couleur jaune [2]. Cette décoloration est représentative de la capacité des composés de l'extrait à piéger ces radicaux libres (figureIV.5). Ce test nous permet donc d'obtenir des informations sur ce pouvoir.

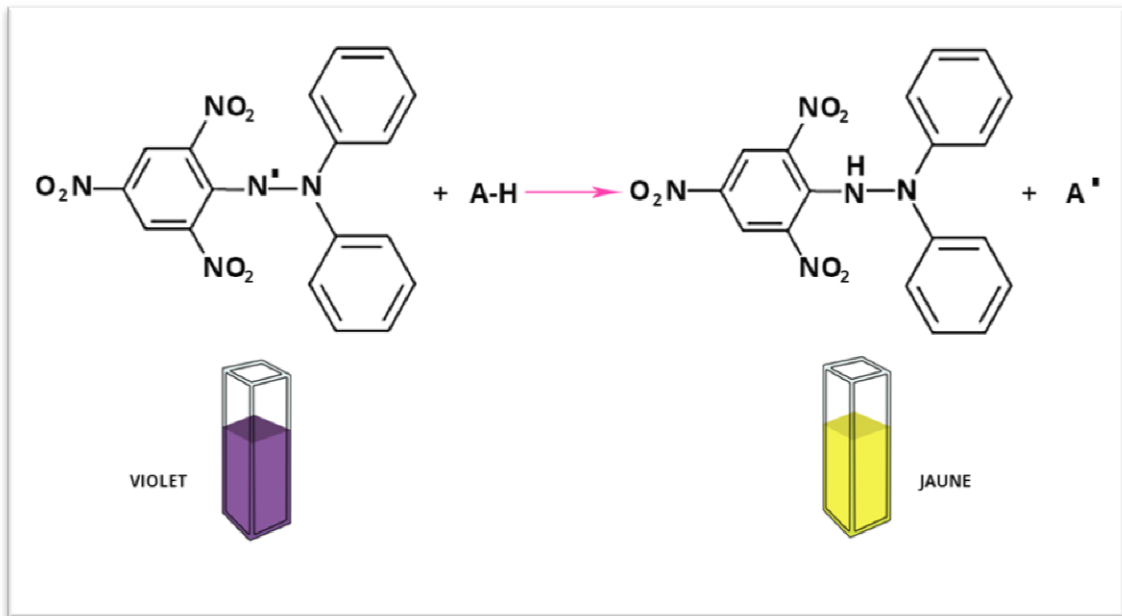


Figure.IV.5 : La réaction entre l'antioxydant et le radical DPPH [2]

IV.3.2.1.Préparation de la solution DPPH :

Le DPPH 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (C₁₈H₁₂N₅O₆ ; Mr : 394.33), est solubilisé dans du méthanol absolu (4mg/100ml).

IV.3.2.2. Solution d'extrait :

Pour le test les échantillons ont été préparés par dissolution dans le méthanol absolu. Ces solutions dites solutions mères, subiront ensuite des dilutions pour en avoir différentes concentrations.

IV.3.2.3. L'essai au DPPH :

Le protocole utilisé pour l'évaluation de l'effet scavenger des extraits de la plante contre le radical DPPH est celle de "Cuendet "avec une petite modification [3]. Ce protocole a été résumé dans le tableau ci-dessous.

Tableau.IV.1. : Protocole de l'activité antioxydante des extraits.

	DPPH	MeOH	Extrait
Blanc		1250 µL	50 µL
Contrôle	1250 µL	50 µL	
Echantillon	1250 µL		50 µL

Dans des tubes secs et stériles, on introduit 50µL de la solution à tester, on ajoute 1250µL de solution au DPPH. Après agitation par un vortex, les tubes sont placés à l'obscurité, à température ambiante pendant 30 minutes. Pour chaque concentration, le test est répété 3 fois. La lecture est effectuée par la mesure de l'absorbance à 517 nm par un spectrophotomètre. Le contrôle négatif est composé de 1250 µL de la solution méthanolique au DPPH et de 50 µL de méthanol.

IV.3.2.4. Expression des résultats :

Pour obtenir la concentration efficace qui réduit la concentration initiale de DPPH de 50%, les résultats sont exprimés en activité antioxydante. L'activité antioxydante, qui exprime les capacités de piéger le radical libre est estimée par le pourcentage de décoloration du DPPH en solution dans le méthanol. L'activité antioxydante "AA%" est donnée par la formule suivante :

$$\text{AA \%} = 100 - \{[(\text{Abs test} - \text{Abs Blanc}) \times 100] / \text{Abs control}\}$$

$$\text{Inhibition \%} = (\text{Abs control} - \text{Abs test}) / \text{Abs control} \times 100$$

AA : Activité Antioxydante.

Abs : Absorbance à la longueur d'onde de 517 nm.

Les résultats ont été exprimés par la moyenne de trois mesures \pm écart type. La valeur IC 50 a été déterminée pour chaque extrait, est défini comme étant la concentration du substrat qui cause la perte de 50% de l'activité de DPPH (couleur).

Références bibliographiques :

[1] Prior, R. L., Wu, X., & Schaich, K. (2005). Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. *Journal of agricultural and food chemistry*, 53(10), 4290-4302.

[2] (Marjoni, M.R, 2017).

[3] Cuendet, M., Hostettmann, K., Potterat, O., & Dyatmiko, W. (1997). Iridoid glucosides with free radical scavenging properties from *Fagraea blumei*. *Helvetica Chimica Acta*, 80(4), 1144-1152.

Chapitre V

Résultats et discussion

Chapitre V. Résultats et discussion

V.1.Résultat de L'activité antibactérienne :

L'activité antibactérienne de trois extraits est déterminée en mesurant le diamètre de la zone d'inhibition produite autour des disques après 24 h d'incubation à 37°C. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau.V.1: Les diamètres des zones d'inhibition de trois extraits vis-à-vis les trois souches bactériennes.

Souches bactériennes	Diamètres des zones d'inhibition mm		
	L'extrait Chloroforme	L'extrait acétate d'éthyle	L'extrait n-butanol
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 29523	14.5	20	27
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 27859	10	6	14
<i>Escherichia coli</i> ATCC 29522	6	6	6

Nous avons étudié l'activité antibactérienne des extraits " chloroforme, acétate d'éthyle, n-butanol " du *Lavandula stoechas L.* vis-à-vis des souches de références.

Les tests que nous avons effectués montrent que l'extrait chloroformique a une activité antibactérienne surtout vis-à-vis de la souche *Staphylococcus aureus* ATCC 29523 et *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27859 avec une zone d'inhibition de 10 et de 14.5 mm respectivement. Le même extrait n'a pas montré une activité vis-à-vis d'*Escherichia coli* ATCC 29522.

L'extrait d'acétate d'éthyle a manifeste aussi une activité antibactérienne vis-à-vis de *Staphylococcus aureus* ATCC 29523 avec une zone d'inhibition de 20 mm et n'a pas montré

une activité vis-à-vis de la souche *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27859 et *Escherichia coli* ATCC 29522.

L'extrait n-butanolique par ailleurs a une bonne activité antibactérienne vis-à-vis de *Staphylococcus aureus* ATCC 29523 avec une zone d'inhibition de 27 mm et *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27859 avec une zone d'inhibition de 14 mm, Le même extrait n'a pas montré une activité vis-à-vis d'*Escherichia coli* ATCC 29522.

La figure suivante montre les zones d'inhibition des extraits :

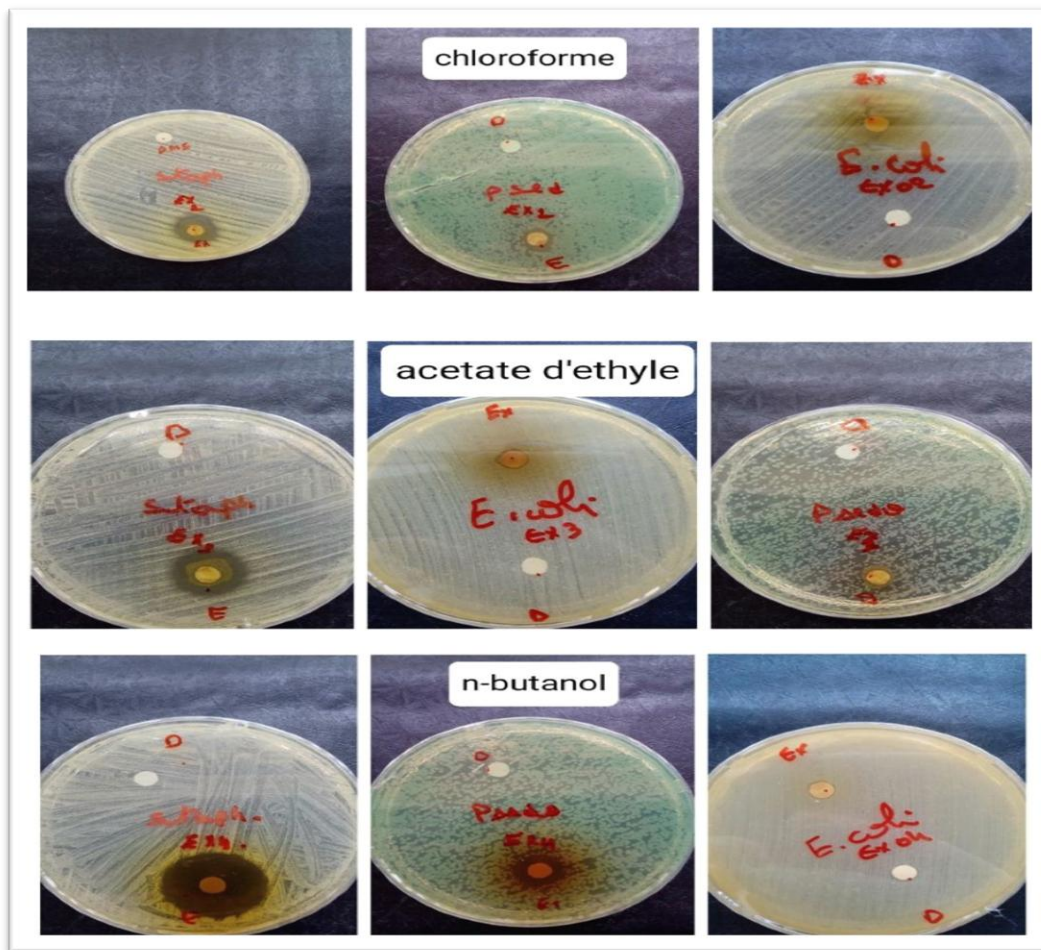
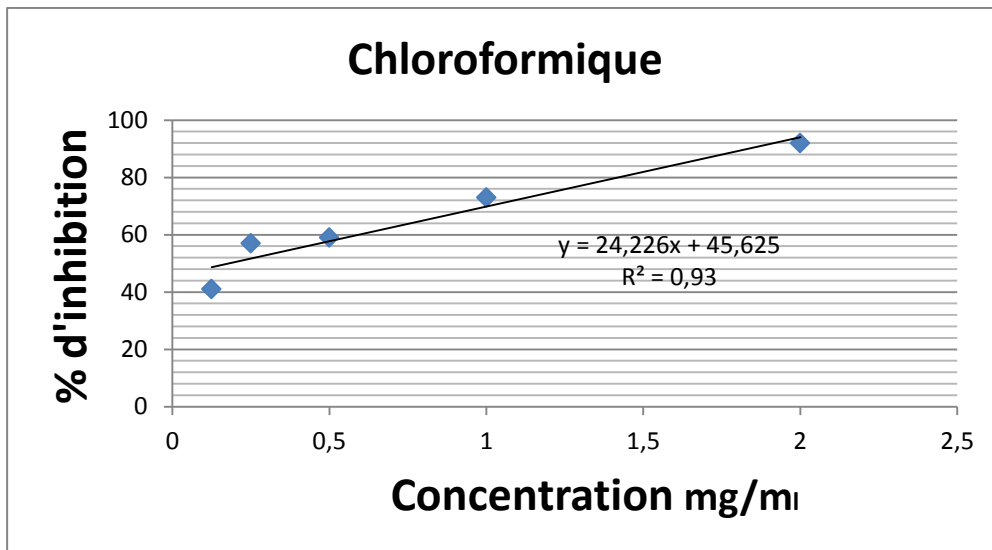


Figure.V.1:L'activité antibactérienne des extraits.

V.2.L'activité antioxydante :

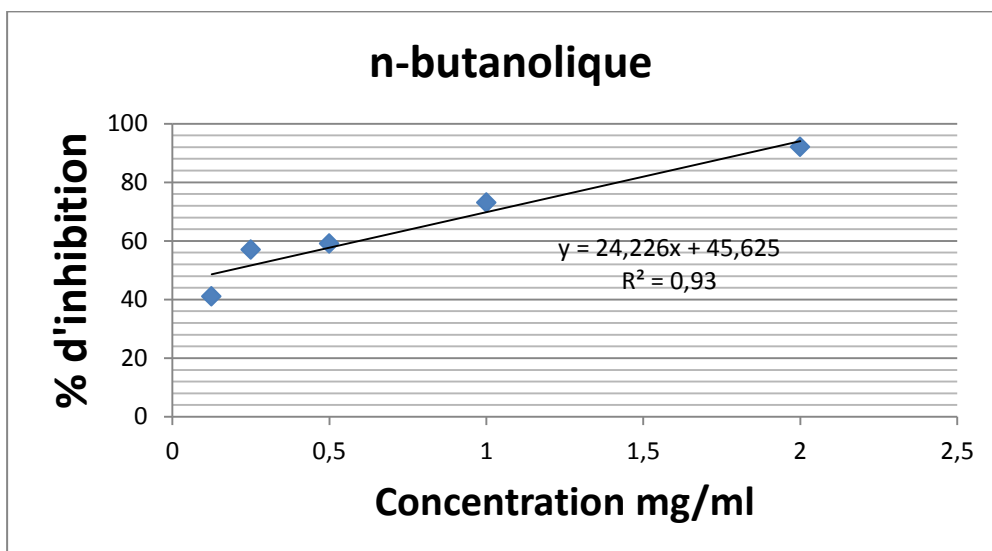
L'activité antioxydant des différents extraits à été évaluée par le test DPPH, par la réduction de ce radical libre qui a été contrôlée par différentes doses de l'extrait, la transition du violet au jaune peut être mesurée par spectrophotométrie UV-Visible 517nm.

Les résultats obtenus pour les différents extraits sont présentes dans les figures suivantes :



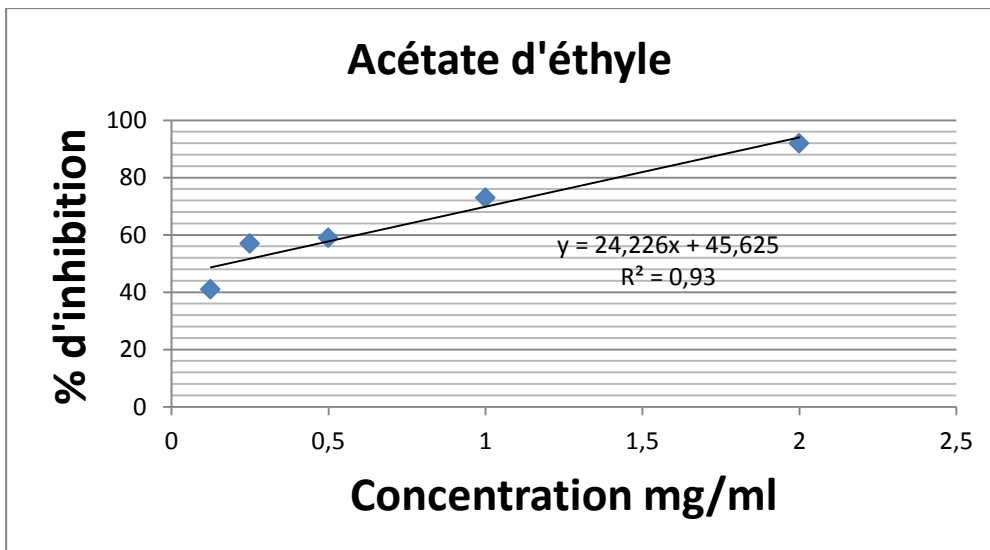
$$\text{IC}_{50} = 0,1989202 \text{ mg/ml}$$

Figure : L'activité inhibitrice du radical DPPH par l'extrait Chloroformique.



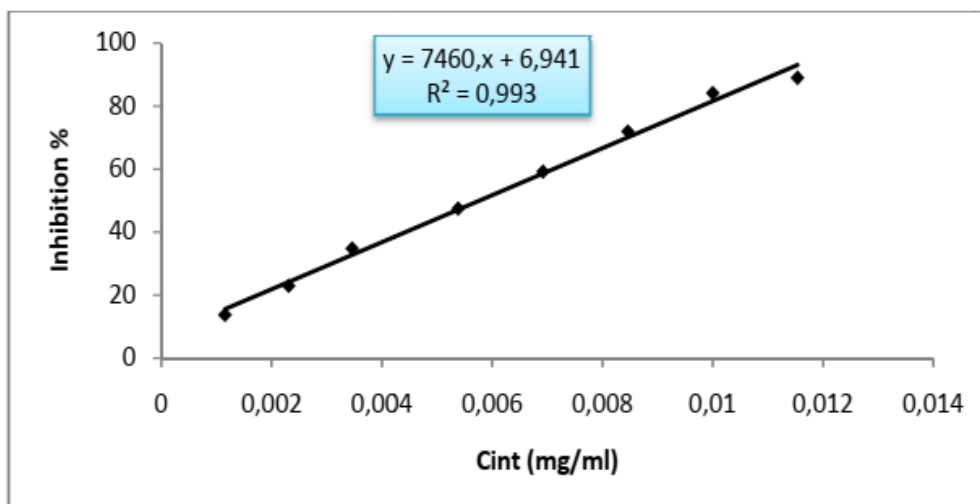
$$\text{IC}_{50} = 0,14508632 \text{ mg/ml}$$

Figure : L'activité inhibitrice du radical DPPH par l'extrait n-butanolique.



IC50 = 0,18084228 mg/ml

Figure : L'activité inhibitrice du radical DPPH par l'extrait d'acétate d'éthyle.



IC50 5,771 µg/ml

Figure : Activité inhibitrice du radical DPPH par la rutine « standard ».

Les valeurs d'IC50 des différents extraits ont été déterminées à partir de la courbe qui représente le pourcentage d'inhibition en fonction des concentrations utilisées. Nos résultats montrent que la rutine « standard » est le plus actif, sa valeur est **IC50 0.0057mg/ml** par la suite vient l'extrait n-butanolique, sa valeur est **0,14508632 mg/ml** par la $y = 24,226x + 45,625$ $R^2 = 0,93$ 20 40 60 80 100 0 0,5 1 1,5 2 2,5 % d'inhibition Concentration mg/ml Acétate d'éthyle **IC50 = 0,18084228 mg/ml** 54 suite vient l'extrait d'acétate d'éthyle avec

une valeur de **0,18084228 mg/ml** et enfin l'extrait de chloroformique présente un **IC50 =0,1989202 mg/ml**. La forte activité d'extrait n-butanolique pourrait s'expliquer par la présence des polyphénols et des flavonoïdes en quantité considérable.

Conclusion :

Les plantes médicinales restent toujours la source fiable des principes actifs connus par leurs différentes propriétés thérapeutiques. Nous avons réalisé une étude phytochimique et biologique sur *Lavandula stoechas L.*

Pour l'étude phytochimique, on a réalisé une extraction (liquide-liquide) des principes actifs de la plante par des solvants à différentes polarités (Ether de pétrole, chloroforme, acétate d'éthyle, n-butanol).

Les extraits « n-butanol et acétate d'éthyle et chloroforme » du *Lavandula stoechas L* présentent des fortes activités antibactériennes vis à vis staphylococcus aureus ATCC 29523 et Pseudomonas aeruginosa ATCC 27859.

L'activité antioxydante montrait que tous les extraits avaient la capacité d'inhiber les radicaux libres DPPH.

Résumé :

Lavandula stoechas L est une plante herbacée vivace est très répandue en Algérie. Plusieurs études phytochimiques ont démontré son utilisation dans le traitement de plusieurs maladies; elle possède des activités anti-inflammatoires, antioxydantes, antispasmodiques, sédatives, insecticides, antimicrobiennes et antifongiques. Pour l'étude phytochimique, on a réalisé une extraction (Liquide- Liquide) des principes actifs de la plante par des solvants à différentes polarités (Ether de pétrole, chloroforme, acétate d'éthyle et n-butanol). Les extraits (chloroforme, acétate d'éthyle et n-butanol) possédaient une activité antibactérienne, tandis que l'activité antioxydante montrait que tous les extraits avaient la capacité d'inhiber les radicaux libres DPPH.

Mots clés : plantes médicinales, activité antioxydante, *lavandula stoechas L*, activité antibactérienne.

المخلص :

Lavandula stoechas L هو نبات عشبي معمر منتشر في الجزائر . اثبتت العديد من الدراسات الكيميائية النباتية استخدامها في العديد من الامراض , له أنشطة مضادة للالتهابات ومضادات الاكسدة و مضادات التشنج والمسكنات ومبيدات الحشرات و مضادات الميكروبات و الفطريات . بالنسبة للدراسة الكيميائية النباتية , اجرينا استخلاص (سائل- سائل) للمبادئ النشطة للنبات بواسطة مذيبات مختلفة القطبية (الاثير البترولي, الكلوروفورم, أسيتات الإيثيل , و ن- بيوتانول) يتم تنفيذ أنشطة مضادات الميكروبات المتغيرة مع المستخلصات على ثلاث سلالات من البكتيريا , وقد قدمت المستخلصات الميثانولية خصائص قوية لاحتجاز جزيئات الجذور الحرة DPPH .
الكلمات المفتاحية : نباتات طبية , نشاط مضاد للأكسدة , نشاط مضاد للجراثيم.

Abstract:

Lavandula stoechas L is a perennial herbaceous plant is widespread in Algeria. Several phytochemical studies have demonstrated its use in the treatment of several diseases; it has anti-inflammatory, antioxidant, antispasmodic, sedative, insecticidal, antimicrobial and antifungal activities. For the phytochemical study, an extraction (liquid-liquid) of the active principles of the plant was carried out by solvents with different polarities (petroleum ether, chloroform, ethyl acetate and n-butanol). The extracts (chloroform, ethyl acetate and n-butanol) possessed antibacterial activity, while the antioxidant activity showed that all extracts had the ability to inhibit DPPH free radicals.

Keywords: medicinal plants, antioxidant activity, *lavandula stoechas* L, antibacterial activity, DPPH free radicals.

