

**République Algérienne Démocratique et Populaire**  
**Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique**  
**Centre Universitaire Belhadj Bouchaib d'Aïn-Témouchent**



**Instituts des Sciences**

**Département des Sciences de la Nature et de la Vie**

## **Mémoire**

Pour l'obtention du Diplôme de Master en science biologique

**Option : Biochimie**

Présenté par: - M<sup>elle</sup>. Megueni kamilia

- M<sup>elle</sup> Bousfia Wassila

---

**Etude Phytochimique Et L'évaluation Des  
Activités Antibactériennes De L'huile Essentielle  
De « *Salvia Officinalis* »**

---

Soutenu le : 24/06/ 2019

Devant le jury composé de :

<b>President :</b>	<b>Mr. Cherif, Nadjib</b>	<b>MCB au CUBBAT</b>
<b>Examinatrice :</b>	<b>Mme Brixi Gormat Nassima</b>	<b>MCB au CUBBAT</b>
<b>Encadreur :</b>	<b>Mr. Bennabi Farid</b>	<b>MCB au CUBBAT</b>

**Année universitaire: 2018-2019**

## *Remerciement*

*Nos remerciements s'adressent tout d'abord à DIEU, le tout puissant qui nous a tracé le chemin de notre vie et accordé la volonté, la santé, le courage, la force et la patience nécessaire à la réalisation de ce mémoire; tout puissant, de nous avoir donné le courage et la force de mener à terme ce mémoire. Nous tenons à remercier en premier lieu à Monsieur BENNABI.F, qui nous a encadrés et dirigé ce travail et pour sa disponibilité, ses conseils et le temps qu'il a bien voulu nous consacrer, pour son aide, son soutien et sa simplicité dans les orientations.*

*Aussi, nous adressons nos vifs remerciements aux membres de jury: Mr CHERIF.N, Maitre de conférence B à l'Université Belhadj Bouchaibe - Ain Témouchent, nous avoir fait l'honneur de présider ce jury. Nous tenons à présenter notre sincère et vif remerciement à Mme BRIXI GORMAT .N, Maitre assistant B à l'Université Belhadj Bouchaibe - Ain Témouchent, pour avoir accepté d'examiner ce travail.*

*Aux personnels du laboratoire Mr « RAHMANI K. et MOHAMEDI M.W. » pour ses efforts déployés pour nous avoir adopté, aidé et facilité le travail de recherche au niveau du laboratoire.*

*Nous vous remercie très chaleureusement de nous avoir continuellement encouragés, pour votre soutien scientifique et humain, pour votre gentillesse et votre hospitalité.*

*Nous remercions également nos chers enseignants du département de sciences biologiques, qui nous ont accompagnés et aidés à nous améliorer durant nos cursus de formation.*

*A nos familles et nos amis qui par leurs prières et leurs encouragements, on n'aurait pas pu surmonter tous les obstacles.*

*Que tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué directement ou indirectement à la réalisation de ce modeste travail, trouvent ici nos sentiments de profonde gratitude et de reconnaissance infinie.*

*Très cordialement.*

## *Dédicace*

*Je dédie ce travail à.....*

*Ma mère, qui a œuvré pour ma réussite, de par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie*

*Mon père, qui peut être fier et trouver ici le résultat de longues années de sacrifices et de privations pour m'aider à avancer dans la vie.*

*Mes frères qui n'ont cessé d'être pour moi des exemples de persévérance, de courage et de générosité.*

*Mon binôme « Wassila » et leur famille.*

*Mes chères amis et sœurs Chahinez ,Bessma ,Ikram ,Soumia, Abir*

*A tous les membres de ma famille de près ou de loin.*

*À tous mes enseignants depuis le primaire Jusqu'à l'université, à tous ceux qui m'aime.*

*Et mes collègues de la promotion de biologie (biochimie et microbiologie) A toutes les personnes qui ont participé à l'élaboration de ce travail, a tous ceux que j'a i omis de citer.*

*Kamilia*

*Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail*

*A mes grands chers parents*

*Ma mère Ben Salah Nacera et mon Bousfia Ahmed*

*A ceux qui m'ont toujours encouragé pour que je réussisse  
dans mes études*

*A mes chers frères : Réda, Khaled, Marwan*

*A mes chers Inès et Darine*

*A toute ma famille*

*A mon amis et collègue : Kamilia pour travail ensemble dans cette mémoire et tous mes  
amis(e) : Chahinez, Bessma, Abir, Ikram, Mohamed, Mourad, et les autres*

*les étudiants de Master II Biochimie la promotion 2018-2019*

*A mon encadreur Dr Bennabi Farid, pour sa présence et ses conseils, et merci pour votre  
encadrement, votre disponibilité et votre gentillesse.*

*A Walid pour leur présence et ses conseils*

*En fin, un grand Merci à tous ceux qui ont contribué d'une façon ou d'autre, de près ou de  
loin, à l'aboutissement de ce mémoire.*

*Sila*

## Résumé

Dans le but de la valorisation des plantes médicinales, nous avons réalisé une étude Phytochimique et biologique de la plante *salvia officinalis*.

*Salvia officinalis* est une plante très connue pour ses vertus thérapeutiques à été récoltée au nord-ouest algérien dans la région d'Aghlal d'Ain Témouchent. Nous nous sommes intéressés à faire une étude Phytochimique et l'évaluation de l'activité antibactérienne de l'huile essentielle, contre 5 souches bactériennes, qui a été testée par des essais biologiques, la méthode de diffusion sur disque (l'aromatogramme), suivie par la détermination de la concentration minimale inhibitrice (CMI) et la concentration minimale bactéricide et CMB vis-à-vis de quelques bactéries potentiellement pathogènes. Les résultats obtenus pour les tests Phytochimique révèlent la présence des différentes familles de composés chimiques existantes (flavonoïdes, les tanins, les Saponosides, les Alcaloïdes, les terpénoïdes, coumarines, les Mucilages et les Emodols) avec une intensité variée entre les extraits étudiés. Le rendement le plus grand dans les extraits de la plante est l'extrait aqueux **80.46%**, la mise en évidence de la présence des composés phénoliques, avec un teneur de **25%**, le teneur en sucre totaux **17%**. L'activité antibactérienne a révélé un effet inhibiteur des huiles essentielles vis-à-vis de toutes les bactéries testées avec un rendement de **1,2 %**. Les diamètres des zones d'inhibition obtenues pour les souches bactériennes testées sont relativement importants vis-à-vis de toutes les bactéries testées et principalement sur *E. coli* et *Staphylococcus aureus*. La zone d'inhibition enregistrée pour ces souches (20 à 30mm) dépasse légèrement celle provoquée par la Gentamycine et résiste aux l'Erythromycine et Vancomycine. Les CMI et CMB obtenues pour ces mêmes souches sont tout aussi satisfaisantes. Ces résultats sont prometteurs et apportent une validation scientifique quant à l'usage massif de cette espèce. Ainsi l'effet des substances naturelles extraites des plantes médicinales pourraient bien rivaliser celui des antibiotiques. L'huile essentielle de *Salvia officinalis* s'est avérée dotée de propriétés antibactériennes incontestables.

Mots clés : étude Phytochimique - activité antibactérienne - *Salvia officinalis* - les huiles essentielles - les antibiotiques

## **Abstract**

In order to valorize medicinal plants, we have undertaken a study about phytochemical and biological study of the plant *salvia officinalis*.

Sage is very famous plant for its therapeutics effects , has been harvested in northwestern Algeria in the Aghlal area of Ain Témouchent. We were interested in doing a phytochemical study and evaluating the antimicrobial activity of the essential oil of the officinal sage , against 5 bacterial strains, which was tested by biological tests, the method of diffusion on disk (the aromatogram), followed by the determination of the minimal inhibitory concentration (MIC) and the minimum bactericidal and fungicidal concentration (CMB and CMF) for some potentially pathogenic bacteria.

The results obtained for phytochemical tests reveal the presence of the different families of existing chemical compounds (flavonoids, tannins, saponosides, alkaloids, terpenoids, coumarins, mucilages and emodols) with varying intensity between the extracts studied. The highest yield in the extracts of the plant is the 80.46% aqueous extract, the demonstration of the presence of phenolic compounds, with a content of 25%, the total sugar content 17%.

The antibacterial activity revealed an inhibitory effect of the essential oils for all the bacteria tested with a yield of 1.2%. The diameters of the inhibition zones obtained for the bacterial strains tested are relatively important for all the bacteria tested and mainly to *E. coli* and *Staphylococcus aureus*. The zone of inhibition recorded for this strains (20 to 30mm) is slightly greater than that caused by Gentamycin and is resistant to Erythromycin and Vancamycin. The MICs and CMBs obtained for these strains are just as satisfactory.

These results are promising and provide scientific validation of the massive use of this species. Thus the effect of natural substances extracted from medicinal plants could well compete with that of antibiotics. The essential oil of *salvia officinalis* has been endowed with undeniable antibacterial properties.

**Keywords:** Phytochemical screening -antibacterial activity - *salvia officinalis* - essential oils - antibiotics

<b>Table des matières</b>	
<b>Liste des abréviations</b>	
<b>Liste des figures</b>	
<b>Liste des tableaux</b>	
<b>Introduction</b> .....	<b>01</b>

## **Partie I : Synthèse Bibliographique**

### **Chapitre 1 : la phytothérapie**

<b>.1. Historique de la phytothérapie</b> .....	<b>04</b>
<b>.2. Définition d'une plante Phytothérapie</b> .....	<b>04</b>
<b>.3. La récolte et la conservation des plantes médicinales</b> .....	<b>04</b>

### **Chapitre 2 : les métabolites secondaires**

<b>I. Métabolites secondaires</b> .....	<b>06</b>
<b>I.1.Composé phénolique</b> .....	<b>06</b>
<b>I.1.1.Les polyphénols</b> .....	<b>06</b>
<b>I.1.2.les tanins</b> .....	<b>07</b>
➤ <b>Tanins hydrolysable</b> .....	<b>07</b>
➤ <b>Tanins condensés</b> .....	<b>08</b>
<b>I.1.3. Les saponosides</b> .....	<b>08</b>
<b>I.1.4. Les flavonoïdes</b> .....	<b>09</b>
<b>I.1.5.Glucosides Cardiotoniques</b> .....	<b>09</b>
<b>I.1.6. Les Coumarines</b> .....	<b>10</b>
<b>I.1.7. Amidon</b> .....	<b>10</b>
<b>I.1.8. Mucilage</b> .....	<b>10</b>
<b>I.1.9.Quinone</b> .....	<b>11</b>
<b>I.1.2.Biosynthèse</b> .....	<b>11</b>
<b>II.1.2.1. La voie de Shikimate</b> .....	<b>11</b>

II.1.2.2. La voie des phénylpropanoïdes.....	13
II.2. Classification.....	13
II.2.1. Les alcaloïdes.....	14
I.2.2. Terpenes et stéroïdes.....	14
➤ Les terpènes.....	15
➤ Les stéroïdes.....	16

### Chapitre III : la Plante « La sauge »

I. Historique de la plante .....	17
II. Description botanique de la plante <i>Salvia officinalis</i> .....	17
1. Classification taxonomique.....	18
2. Nomenclature .....	18
III. Composition chimique .....	19
IV. Les huiles essentielles .....	20
1. Définition .....	20
2. Répartition et localisation .....	21
3. Composition chimique .....	21
4. Utilisations des huiles essentielles .....	22
V. Intérêt médicaux.....	22



## Partie II: partie expérimentale

### Matériel Et Méthodes

#### Chapitre I : Etude phytochimique de la plante « *Salvia officinalis* »

1. Préparation des extraits.....	25
1.1 Matériels.....	25
1.1.1 Matériel végétale.....	25
1.1.2. Les Produits Et Les Appareils .....	26
1.2. Méthodes.....	27
1.2.1 Séchage de la plante.....	27
1.2.2 Préparation des extraits.....	27
2.2.1.1. Extraction par les solvants organiques à polarité croissante.....	27
1.2.1.2 Extraction aqueuse.....	27
1.3. Screening phytochimique.....	29
1.3.1. Etude qualitative	29
1. Tanins.....	29
2. Saponosides .....	29
3. Flavonoïdes.....	29
4. Glucosides cardiotoniques .....	30
5. coumarine .....	30
6. Alcaloïdes .....	30
7. Amidon .....	30
8. Mucilage.....	30
9. Emodols .....	31
10. Quinone libre .....	31

11. Stérol .....	31
1.3.2. Etude quantitative .....	31
I. Humidité : selon [AFNOR, 1990] .....	31
2. Sucre totaux .....	32
II. Composé phénolique (Martin et Larry, 1977) .....	33

## Chapitre II : Etude de l'activité antimicrobienne

1. Extraction d'huile essentielle.....	35
Extraction par l'hydro distillation.....	35
2. Protocole opératoire d'hydro distillation .....	36
3. Conservation de l'huile essentielle .....	36
4. Analyse des propriétés organoleptiques.....	36
5. Détermination de rendement en huile essentielle .....	36
6. Détermination de la densité .....	37
II Matériel .....	37
Matériel biologique .....	37
III. Méthode.....	38
1. Technique de diffusion sur gélose Muller Hinton (méthode des disques/ Aromatogramme) .....	38
1.1. Lecture des résultats .....	39
2. L'interaction synergique de l'huile avec quelque antibiotique .....	39
3. Méthode des micro-dilutions en milieu liquide .....	40
3.1. Détermination de la Concentration Minimale Inhibitrice (CMI) .....	40
3.2. Détermination de la Concentration Minimale Bactéricide (CMB) .....	41

## Résultats et Discussion

I. Etudes qualitatives .....	43
II. Etudes qualitatives .....	44
III. Etudes quantitatives .....	46
1. Humidité.....	46
2. Sucre totaux .....	47
3. Composés phénolique.....	48

### Chapitre II : Etude de l'activité antimicrobienne

I. Evaluation de l'activité antibactérienne de l'huile essentiel de <i>salvia officinalis</i> .....	49
1. Rendement en huile essentielle.....	49
2. Détermination de la densité .....	50
3. Méthode de diffusion sur disque (aromatogramme) .....	50
4. L'interaction synergique de l'huile avec quelque antibiotique.....	54
5. Essais de sensibilité à la dilution.....	56
6. Détermination de la concentration minimale bactéricide (CMB).....	58
7. Le rapport CMB/CMI .....	59
Conclusion.....	60

Référence

Annexe

## Liste des abréviations

**µg** : Micro – Gramme

**%** : pourcentage

**AAA** : Acides Aminés Aromatiques

**AFNOR** : Association Française de Normalisation

**ATCC** : American type culture collection

**BMH** : Bouillon Muller-Hinton

**°C** : Degrés Celsius

**CMI** : la concentration inhibitrice minimale

**CMB** : la concentration bactéricide minimale

**d** : la densité par (g /cm<sup>3</sup>)

**DMSO** : Diméthyle Sulfoxyde

**DO** : densité optique

**DZI** : Diamètre des Zones d'Inhibition

**E. AC** : Extrait acétonique

**E.D.E** : Extrait Ethérique

**E. Aqueux** : Extrait aqueux

**E. coli**: Escherichia coli

**ER** : Erythromycine

**FeCl<sub>3</sub>** : Chlorure de fer

**g** : Gramme

**GEN** : Gentamicine

**H** : humidité

**H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>** : Acide Sulfurique

**HCl** : Acide chlorhydrique

**I<sub>2</sub>** : Iode

**K<sub>3</sub> Fe(CN)<sub>6</sub>** : Ferricyanure de potassium

**m** : masse d'huile en (g)

**Mg** : Milligramme

**M.H**: Gélose Mueller Hinton

**Mm** : millimètre

**ml** : millilitre

**MHE** : masse d'Huile Essentielle

**MS** : Matière sèche

**NH<sub>4</sub>OH**: Ammoniaque

**OMS** : Organisation mondiale de la santé

**Phe** : phénylalanine

**Pa** : Pseudomonas aeruginosa

**PDA**: Potato dextrose agar

**RHE** : Rendement d'Huile Essentielle

**Sa** : Staphylococcus aureus

**SO** : Salvia Officinalis

**UFC** : Unité Formant Colonies

**UV** : Ultra-Violet

**V** : volume d'huile en (cm<sup>3</sup>)

**VANCO** : Vancomycine

# Liste des figures

<b>Figure 01 : le phénol le plus simple des composés phénoliques</b> .....	06
<b>Figure 02 : Structure de base de tanins hydrolysable</b> .....	07
<b>Figure 03 : Structure d'acide gallique et éllagique</b> .....	08
<b>Figure 04 : Structure de base de tanin condensé</b> .....	08
<b>Figure 05 : structure typique des saponosides</b> .....	09
<b>Figure 06 : structure chimique de base des flavonoïdes</b> .....	09
<b>Figure 07 : Structures de glycosides cardiaques</b> .....	10
<b>Figure 08 : structure chimique de la coumarine</b> .....	10
<b>Figure 09 : structures chimiques de quinones</b> .....	11
<b>Figure 10 : schéma général de la voie de shikimate</b> .....	12
<b>Figure 11 : schéma général de la voie de phénylpropanoïde</b> .....	13
<b>Figure 12 : Cocaïne</b> .....	15
<b>Figure 13 : Atropine</b> .....	15
<b>Figure 14 : La molécule d'isoprène</b> .....	16
<b>Figure 15 : les différentes composantes de la sauge (feuilles et fleurs)</b> .....	19
<b>Figure 16 : La plante de <i>salvia officinalis</i></b> .....	25
<b>Figure 17 : Région de la récolte</b> .....	26
<b>Figure 18 : Broyage de la plante « <i>Salvia officinalis</i> » sèche</b> .....	27
<b>Figure 19 Extraction par les solvants organiques et extraction aqueuse</b> .....	28
<b>Figure 20 : Les trois extraits de « <i>Salvia officinalis</i> »</b> .....	29
<b>Figure 21 : Le montage utilisé pour l'extraction d'huile essentielle « <i>salvia officinalis</i> »</b> .....	35
<b>Figure 22 : Méthode de diffusion sur disque (aromatogramme)</b> .....	39
<b>Figure 23 : L'interaction synergique de l'huile avec quelque antibiotique</b> .....	40
<b>Figure 24 : Méthode des micro-dilutions</b> .....	41
<b>Figure 25 : Rendement des extraits des feuilles de la plante « <i>salvia officinalis</i> »</b> .....	45
<b>Figure 26 : Représentation graphique de taux d'humidité de la plante « <i>S.Officinalis</i> »</b> .....	47

**Figure 27 :** Représentation photographique de l'effet de l'huile essentielle de «S.Officinalis » vis-à-vis des souches microbiennes (aromatogramme).....51

**Figure 28 :** Représentation graphique de l'activité antibactérienne d'huile essentielle S.Officinalis.....53

# Liste des tableaux

<b>Tableau 01</b> : Principales classes de composés phénoliques.....	14
<b>Tableau 02</b> : les produits et l'appareillage utilisé.....	26
<b>Tableau 03</b> : les différentes souches utilisées dans notre étude.....	37
<b>Tableau 04</b> : Les diamètres des zones d'inhibition (DZI) .....	39
<b>Tableau 05</b> : Tests phytochimiques réalisés sur les feuilles de <i>S.Ofificinalis</i> .....	44
<b>Tableau 06</b> : Transcription des valeurs des diamètres d'inhibition.....	51
<b>Tableau 07</b> : résultats des CMI relative aux quatre souches bactériennes.....	56



## Introduction

---

Depuis l'Antiquité, l'homme a pu compter sur la nature pour ses principaux besoins : abris, vêtements, nourritures et même pour ses besoins médicaux. Et nos ancêtres ont utilisé les plantes pour l'objectif de traiter et vaincre la souffrance et soigner des maladies pour garder la santé humaine.

Actuellement, la plupart des médicaments modernes sont dérivés à partir de plantes et de leurs produits s'obtiennent en appliquant des techniques modernes aux techniques traditionnelles (**Sucher et Carles, 2008**), d'après l'organisation mondiale de la santé (**OMS, 2013**), plus de 80% des populations africaines font recours à la médecine et la pharmacopée traditionnelles pour faire face aux problèmes de santé (**Mangambu et al.,2014**),pour satisfaire ses besoins en soins de santé primaire, en raison de la pauvreté dans certains pays et du manque d'accès aux méthodes de médecine modernes.

C'est la phytothérapie qui représente une alternative intéressante pour traiter et soigner sans créer de nouvelles maladies (**Benguella, 2009**).

La plante est un organisme vivant qui existe depuis longtemps. Elle constitue un maillon très important et fondamental dans le cycle biologique de vie des autres organismes vivants tel que les animaux aussi bien les êtres humains (**Safran et al.,2010**). Plusieurs facteurs sont derrière ce regain d'intérêt tels que, le coût moins élevé que les médicaments conventionnels, la relative disponibilité surtout dans les régions éloignées, la méfiance vis-à-vis des produits de synthèse ou tout simplement l'envie de consommer" Bio" (**WHO, 2004**). Les plantes médicinales contiennent un grand nombre de molécules actives d'intérêt multiple mis à profit dans l'industrie, alimentation, cosmétologie et en dermopharmacie. (**Bahorun, 1997**).

Parmi ces molécules en trouvent les métabolites secondaires, qui interviennent dans la défense contre les parasites pathogènes. On distingue plusieurs groupes de métabolites notamment, les alcaloïdes, les terpénoïdes, les phénols (simples phénols, acides phénoliques, quinones, flavonoïdes, tannins et coumarines) (**Moirand et Toure, 2015**). Ces derniers ont la capacité de synthétiser une grande variété de composés chimiques utilisés pour exécuter des fonctions biologiques importantes. Au niveau mondial, environ 60% des produits de santé disponibles sur les marchés sont d'origine végétale( **Shravya et al.,2017**).

## Introduction

---

À cet effet, et dans le cadre de la valorisation de la flore algérienne, on s'est intéressé aux espèces de la famille des lamiacées qui est l'une des familles les plus utilisées comme sources mondiales d'épices et d'extraits à fort pouvoir antibactérien (**Grigorie et al, 2010**).

La plante sur laquelle a porté notre choix d'étude est une espèce de la sauge (*Salvia officinalis*) provenant de la région d'Ain Témouchent ; bien que relativement abondante et largement utilisée, cette espèce a été peu étudiée. Cette plante présente de nombreux effets bénéfiques sur la santé: antioxydant, neuro-protecteur, anti-inflammatoire, antimicrobien et activités anticancéreuses. La sauge est également utilisée pour son effet positif effets contre les maladies du système digestif. (**Smach et al.,2015**).

Dans ce contexte s'inscrit ce présent travail de recherche, dont le but principal étude phytochimique de partie aérienne de la plante *Salvia officinalis* et à évaluer les activités antibactérienne de huile essentiel qui possèdent plusieurs propriétés thérapeutiques qui rendent cette étude intéressante de l'huile essentielle de *Salvia officinalis*. Cette activité a été évaluée sur des souches référenciées: *Escherichia coli* ATCC 25922, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Staphylococcus aureus* ATCC43300, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853.

Notre présente étude s'inscrit dans ces objectifs et elle est répartie en deux parties.

- La première partie de ce manuscrit est consacrée à une synthèse bibliographique, qui comporte un premier chapitre sur la phytothérapie.

Le deuxième chapitre est consacrée à l'étude des métabolites secondaires, on distingue en particulier les déferent composés phénoliques, du côté structure chimique, biosynthèse, classification. Dans le troisième chapitre on développe une synthèse bibliographique sur la famille de Lamiaceae, historique, description botanique, intérêt pharmacologique, et la définition d'huile essentielle leur composition et leur utilisation.

- Le second décrit la partie expérimentale qui comporte deux chapitres.

Le premier chapitre décrit le matériel végétal utilisé, les méthodes et les techniques appliquées au laboratoire dans chaque expérimentation de l'étude.

Le deuxième chapitre consiste une analyse des résultats obtenus et leurs discussions ,ce manuscrit est en fin clôturé par une conclusion qui résume les étapes de travail.



*Première partie :*  
*Synthèse bibliographique*

## Chapitre I : la phytothérapie

### 1. Historique de la phytothérapie

Les plantes médicinales ont un aspect très important dans l'histoire de la médecine et ont largement contribué au développement de la médecine moderne. **(Telefo et al., 2012).**

Avant 60 000 ans, les humains primitifs utilisaient des plantes chamanes et jouaient un rôle important dans le groupe. Apprendre à utiliser et à transférer les connaissances des plantes au cours de l'évolution de l'Homo sapiens, Les plantes étaient largement utilisées dans l'alimentation, la gestion de certaines maladies et aussi pour atteindre un monde plus spirituel.**(Létard et al., 2015).**

En 3000 avant JC, la civilisation a prospéré en Égypte, au Moyen-Orient, en Inde et en Chine, et l'utilisation des usines est devenue plus complexe. Le premier groupe de plantes médicinales, le papyrus égyptien Ebers, datant de 1500 ans av. J.-C., en est le plus ancien exemple. **(Iserin, 2001).**

Au XIXe siècle, avec l'avancement de la chimie, de nombreux principes actifs d'origine végétale sont isolés: morphine, quinine alcaloïdes de l'ergot de seigle, **(R.-P. Clémen, 2005).**

### 2. Définition d'une plante Phytothérapie

L'Organisation mondiale de la santé(OMS) définit les plantes médicinales comme "toute plante, sauvage ou cultivée, utilisée à des fins médicales" **(Arnold et Abdenour, 2004)**,leur utilisation fait partie de l'expansion et du développement des médicaments traditionnels ou non traditionnels **(Robard, 2004).**

Les plantes médicinales constituent un héritage précieux pour l'humanité, en particulier pour la majorité des communautés pauvres des pays en développement sur lesquelles elles dépendent des soins de santé primaires et des moyens de subsistance. **(Bouزيد et al., 2017).**

La phytothérapie utilise des plantes à des fins de traitement, en tout ou en partie (fleur, feuille, tige, racine) ou sous forme de divers extraits (décoctions, distillats, huiles essentielles). **(Laccourreya et al., 2017).**

### 3. La récolte et la conservation des plantes médicinales

En ce qui concerne la récolte, plusieurs facteurs se chevauchent: l'âge, la période et les parties de la plante nécessaires à la récolte. Certaines règles doivent déjà être suivies si vous voulez obtenir les ingrédients actifs de la plante qui a été récoltée. **(Iserin, 2001).**

Selon **Wichtl (2003)**, lors de la récolte, la racine doit être forte et développée à la fin du reste végétatif, où l'écorce acquiert une certaine épaisseur jusqu'à se séparer facilement du corps. En hiver, pour les arbres, les arbustes et au printemps pour résineux, les feuilles avant la floraison, les fleurs au moment de la floraison, le grain et le fruit à maturité.les plantes sont récoltées par temps sec car les plantes humides sont difficiles à remplir. **(Anonyme, 2018).**

Il existe de nombreuses façons d'économiser des plantes, la plus simple étant l'air ou le four. C'est un endroit parfait, chaud et sec.et il est placé sur le journal. Une fois séchés, ils peuvent être stockés pendant plusieurs mois dans un récipient en verre ou un sac en papier kraft.**(Iserin, 2001).**Les plantes médicinales sont maintenues à l'abri de la lumière et de l'air et séchées dans des récipients en porcelaine, en poterie ou en boîtes. Cette technique est essentielle pour les plantes soumises à des transformations chimiques sous l'influence des rayons UV.Les plantes riches en produits volatils rapidement oxydés sont conservées dans un environnement confiné. **(Djeddi, 2012)**

## Chapitre II : les métabolites secondaires

### I. Métabolites secondaires

Les métabolites secondaires sont des molécules qui apparaissent nécessaires pour une croissance normale ou ne sont nécessaires que dans des conditions spécifiques, tandis que les métabolites primaires sont impliqués dans les fonctions physiologiques. (Goyal et al., 2011). On sait que ces molécules jouent un rôle clé dans l'adaptation des plantes à leur environnement, mais elles constituent également une source importante de produits pharmaceutiques efficaces ( Bourgaud et al., 2001).

#### I.1. Composé phénolique

Les composés phénoliques sont des métabolites secondaires qui jouent un rôle important contre le stress (Shalaby et al., 2015). Ces composés naturels proviennent de la lignine provenant des plantes supérieures (Bahram et Herve, 2000). Elles sont une grande classe de métabolites secondaires de plantes, présentant une diversité de structures, à partir de structures plutôt simples, par exemple. acides phénoliques, à travers des polyphénols tels que les flavonoïdes, qui comprennent plusieurs groupes, en composés polymères fondés sur ces différentes classes (Cheynier, 2012).

La composition des composés phénoliques dépend de la présence d'au moins un cycle benzène directement lié à un ou plusieurs groupes hydroxyle libres, ou jouant un rôle dans une autre fonction telle que l'éther, l'ester, l'hétéroside. (Bruneton, 2009)

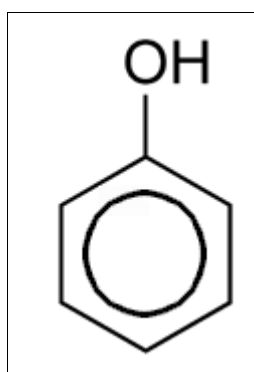


Figure01 : le phénol le plus simple des composés phénoliques (Clarke, 2008)

## I.1.1. Les polyphénols

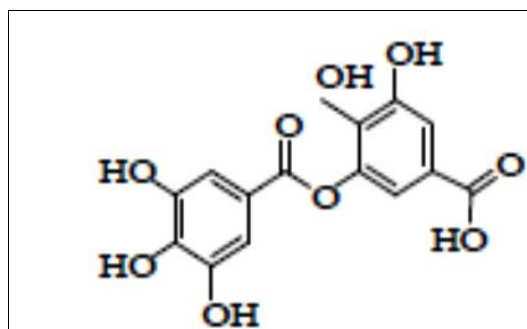
Les polyphénols sont un groupe de composés phytochimiques présents dans les fruits, les légumes et les graines qui jouent plusieurs rôles, y compris la protection des plantes contre les rayons UV et l'attaque des agents pathogènes (**Kelly et al ., 2018**). Ils constituent une grande famille de métabolites secondaires naturels, composés de plusieurs milliers de molécules. Il existe de nombreuses études sur ces composés en raison de leurs effets bénéfiques sur la santé humaine. (**Richard et al., 2014**).

## I.1.2. les tanins

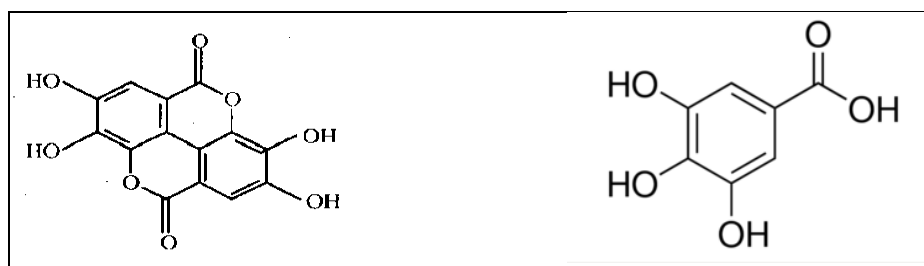
Les tanins sont des polyphénols solubles dans l'eau que l'on trouve dans presque toutes les parties de la plante, telles que l'écorce, le bois, les feuilles, les fruits et les racines (**Ribeiro et al.,2018**). Ils sont divisés en deux groupes :

### ➤ Tanins hydrolysable

Produits par une grande variété de plantes et d'arbres, les tanins hydrolysables doivent leur nom à leur capacité à libérer soit de l'acide gallique (gallotanin), soit de l'acide ellagique (ellagitanin) en milieu acide (**Liming zeng,2015**).



**Figure 02:** Structure de base de tanins hydrolysable (**Hartzfeld et al, 2002**)



L'acide ellagique

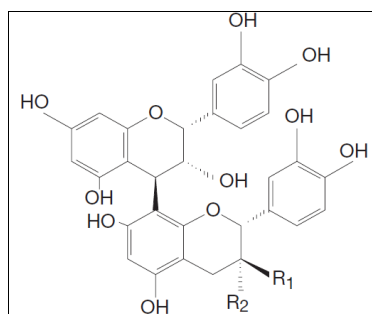
L'acide gallique

**Figure 03 :** Structure d'acide gallique et ellagique (Dharmananda, 2003)

### ➤ Tanins condensés

Les tanins condensés sont constitués de flavonoïdes. Avec différents degrés de polymérisation, ils sont associés à leurs précurseurs: les catéchines, leuco-anthocyanes et les glucides, qui ont un effet plus ou moins important sur la viscosité et l'interaction des tanins

(Francisco,2017).



**Figure 04:** Structure de base de tanin condensé (Derbel et Ghedira, 2005)

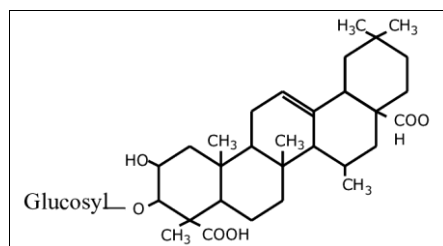
### I.1.3. Les saponosides

Les saponines sont des composés glycosidiques produits sous forme de métabolites secondaires. Ils sont largement distribués parmi les plantes supérieures et chez certains invertébrés marins du phylum Echinodermata. (ApSimon et al., 1984), ils sont classés en



## Synthèse bibliographique

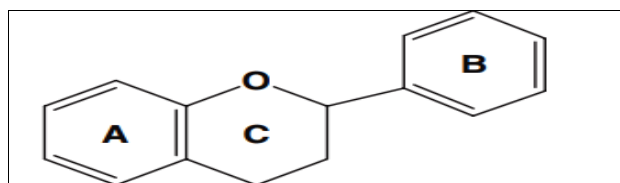
deux groupes en fonction de la nature de leurs gènes, qui peuvent être soit triterpènes, soit stéroïdes (**Boutaghane, 2013**).



**Figure05 : structure typique des saponosides (Sekkoum Khaled,2012)**

### I.1.4. Les flavonoïdes

Les flavonoïdes sont une catégorie importante de produits naturels. En particulier, appartenant à une classe de métabolites secondaires de plantes à structure de polyphénols, sont largement présents dans les fruits, les légumes et certaines boissons. (**Panche et al.,2016**).

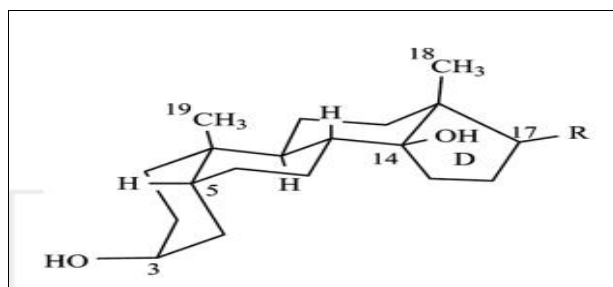


**Figure 06 : structure chimique de base des flavonoïdes (Babu et al., 2009)**

### I.1.5. Glucosides Cardiotoniques

Les glycosides cardiaques sont un groupe comprenant deux classes principales de composés qui diffèrent par la structure de leur aglycone (**Nagy Mahmoud,2017**).

Ils sont de gros composés de stéroïdes et de squelettes qui ont une grande variété de sources dans la nature (**Rif et al.,2019**).

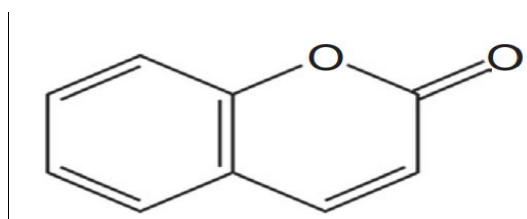


**Figure 07:** Structures de glycosides cardiaques.

### I.1.6. Les Coumarines

La coumarine est un produit naturel présent dans diverses plantes, notamment les plantes médicinales traditionnelles utilisées il y a 1000 ans. La coumarine a été utilisée dans de nombreuses applications pratiques, telles que les cosmétiques, les écrans solaires, les arômes, les colorants lasers, les produits pharmaceutiques et les anticoagulants connus. (Isak et al., 2016)

La coumarine est un produit chimique et substance phénolique constituée d'anneaux de benzène et d'un pyrone. (Yamane et al., 2010).



**Figure 08 :** structure chimique de la coumarine (Alihosseini, 2016)

### I.1.7. Amidon

L'amidon est, après la cellulose, le principal matériau glucidique fabriqué par les plantes supérieures de l'énergie solaire (Paul et al., 2011).

Il est fabriqué de manière vitale sous forme de granulés dont la taille, la forme et la structure cristalline dépendent de leur origine végétale. (Buléon et al., 1998).

### I.1.8. Mucilage

Les mucilages sont des polysaccharides solubles dans l'eau que l'on trouve dans un grand nombre de plantes, ainsi que dans certains microorganismes. (Mark et al.,1977).

La composition du mucilage varie d'une plante à l'autre. Il est généralement composé de monosaccharides et de sucres pouvant être utilisés comme source de carbone par différentes bactéries telles que les légumineuses *Rhizobium* et *Pseudomonas Sp.* (Sun et al., 2011).

Les rôles des mucilages sont extrêmement divers, y compris l'exposition aux cellules muqueuses à la surface des organes de la plante semblent indiquer leur rôle protecteur. De plus, leurs propriétés hygroscopiques et leur épaisseur couvrent tous autres fonctions (Matthews et Endress, 2006).

### I.1.9. Quinone

Les quinones sont une classe de composés naturels et synthétiques qui ont plusieurs effets bénéfiques (El-Najjar et al.,2011).

Ils sont des composés organiques consistant en un cycle benzénique remplacé par deux groupes oxo en 1,2 ou 1,4 (ortho ou quinone) et souvent par des groupes cycliques ou aliphatiques.( Laure-Estelle ,2015)

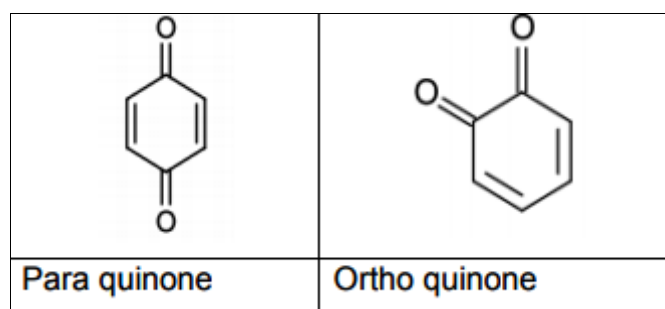


Figure 09: structures chimiques de quinones(Lumb et al.,2008)

### I.1.2. Biosynthèse

Selon Bruneton (2009) On distingue deux voies la voie de Shikimate et la voie de phénylpropanoïde

# Synthèse bibliographique

## II.1.2.1. La voie de Shikimate :

La voie de Shikimate est la voie métabolique de la synthèse biologique des acides aminés aromatiques qui est nécessaire à la production de nombreux composés chez les plantes, les bactéries et les champignons (Ana Zabalza *et al.*, 2017), (Zuo *et al.*, 2018). Elle comprend sept réactions enzymatiques dont le produit final, le chorismate, est une introduction à la synthèse des acides aminés Phe, Tyr et Trp. (Gad Galili *et al.*, 2012)

Ces enzymes stimulent la conversion séquentielle du l'érythrose 4-phosphate et du phosphoénol pyruvate en chorismate. Ce dernier est utilisé comme substrat pour d'autres voies menant à la production de folate, ubiquinone, naphthoquinones, et AAA (Roberts *et al.*, 2002).

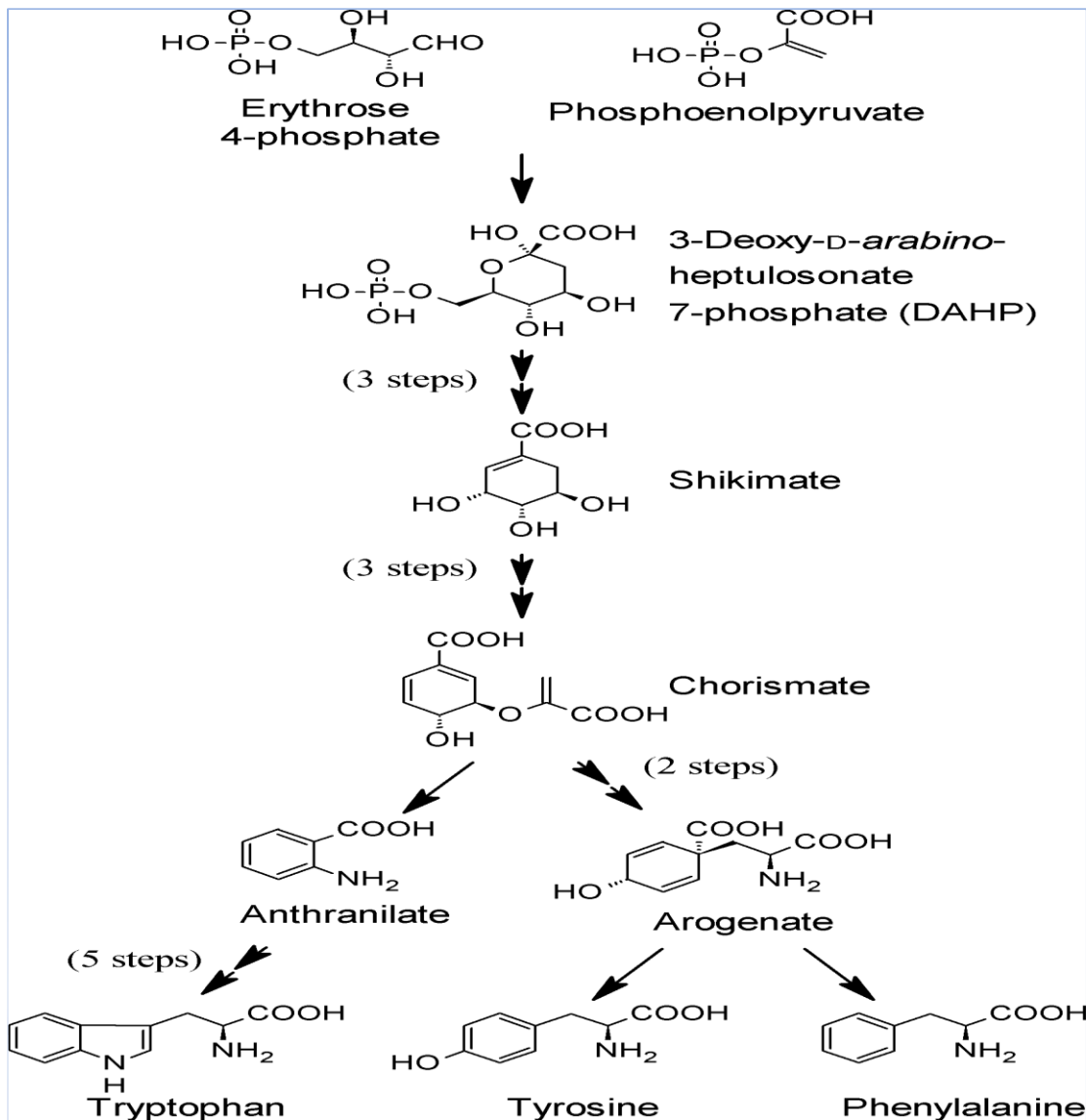
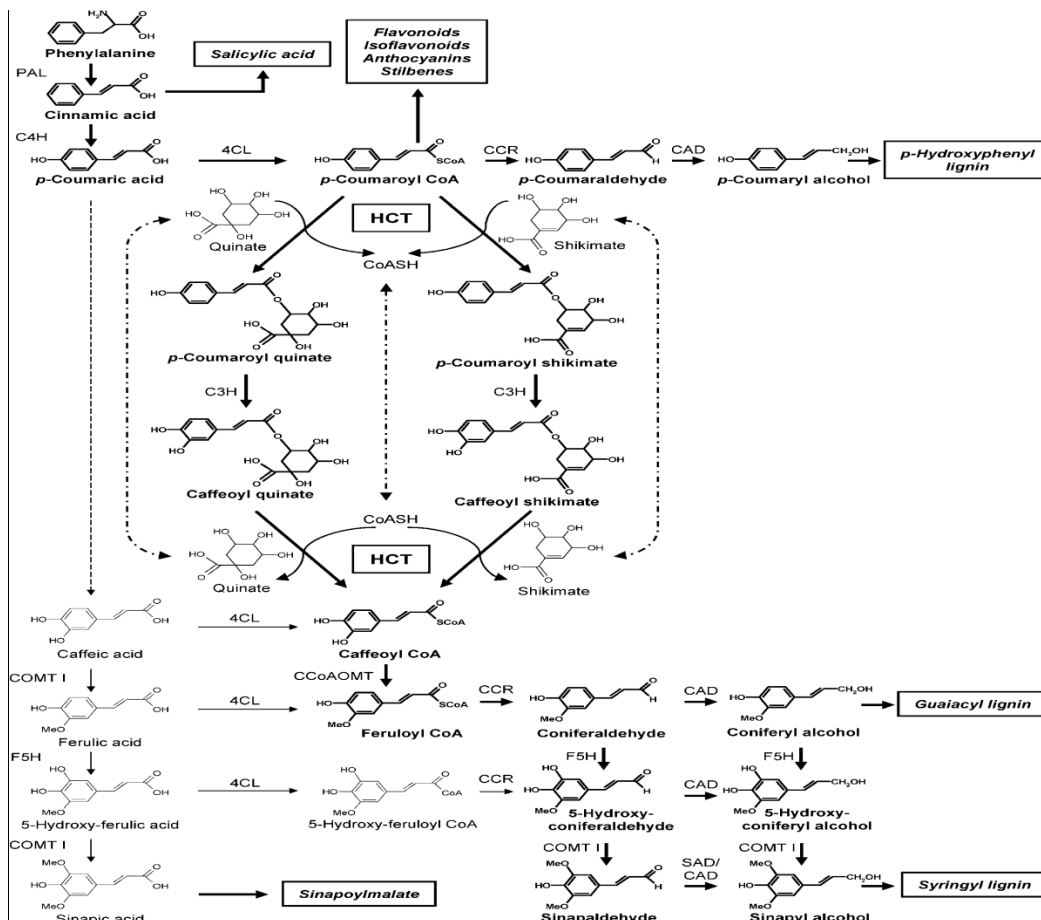


Figure 10 : schéma général de la voie de shikimate (Kyo Wakasa et Atsushi Ishihara, 2009)

## II.1.2.2. La voie des phénylpropanoïdes

Les phénylpropanoïdes sont des produits naturels dérivés d'acides aminés en phénylalanine résultant de la désamination par la 1-phénylalanine ammoniacallylase (**Dixon et Nancy, 1995**). Cette voie commence par la phénylalanine (Phe), qui fournit en plus des acides phénoliques principaux, la coumarine, des isoflavonoïdes, des flavonoïdes, de l'acide salicylique, des précurseurs de la lignine, le biopolymère le plus important après la cellulose. (**Hoffmann et al, 2004**). Ces composés font partie des métabolites secondaires des plantes. Ils étaient considérés comme des déchets métaboliques (**Danuta Solecka, 1997**)

Les fonctions des composés phénylpropanoïdes dans le domaine de la défense des plantes vont des barrières physiques ou chimiques préformées à l'infection aux molécules de signalisation contenues dans les signaux locaux et systémiques pour l'induction de gènes défensifs. (**Richard et al., 2003**)



**Figure 11: schéma général de la voie de phénylpropanoïde (Laurent Hoffmann et al., 2004)**

## II.2. Classification

Parmi les composés phénoliques, on retrouve les flavonoïdes, les quinones phénoliques, les lignanes, les coumarines et d'autres classes existant en un nombre considérable (**Tableau 01**)

**Tableau N°01 : Principales classes de composés phénoliques (Macheix et al., 2006)**

Squelette carboné	Classe	Exemple	Origine
C6	Phénols simple	Catéchol	Nombreuses espèces
C6-C1	Acide Hydroxybenzoïques	p-hydroxybenzoïque	Epices, fraise Pomme de terre
C6-C3	Acide hydroxycinnamiques, Coumarines Isocoumarines Chromones	Acide caféique, acide férulique  Scopolétine  Myristicine, eugénol  Eugénine	Pomme, Citrus
C6-C4	Naphtoquinones	Juglone, plumbagine	Noix
C6-C1 -C6	Xanthones	Mangiférine	
C6-C2-C6	Stilbènes Anthraquinones	Resvératrol Anthraquinones	Vigne
C6-C3-C6	Flavonoïdes, isoflavonoïdes	Quercétine, cyanidine, daidzéine	Fruit, légumes, fleurs, soja, pois
(C6-C3) <sub>2</sub>	Lignanes Neolignanes	Pinorésinol Eusiderine	Pin
C6-C3-C6) <sub>2</sub>	Biflavonoïdes	Amentoflavone	
(C6-C3) <sub>n</sub>	Lignines	Lignane	Bois, fruits à noyaux, raisin, kak
(C6-C3- C6)	Tanins condensés	Polyphénols de haut poids moléculaire	Plantes supérieures

### II.2.1. Les alcaloïdes

W. Meisner a introduit le terme alcaloïdes au XIX<sup>e</sup> siècle pour déterminer les règles d'interaction des substances naturelles telles que les alcalins (**Bruneton., 2009**)

Ils sont connus sous le nom de composés cycliques contenant de l'azote et dont la distribution en médecine était limitée, ils étaient autrefois considérés comme des produits exclusifs du règne végétal. Mais les alcaloïdes existent par intermittence chez un grand nombre d'animaux,

## Synthèse bibliographique

d'invertébrés et vertébrés. (John W et al., 1986), ils constituent une gamme très variée de produits naturels associés uniquement à la présence d'un atome d'azote au noyau en un point spécifique de la molécule. (Natanya Civjan. ,2012).

Les alcaloïdes doivent jouer un rôle défensif contre les mauvaises herbivores et les agents pathogènes (Ziegler et Facchini, 2008).leur classification dépend de leurs bio-précurseurs communs et de l'emplacement de l'atome d'azote.il y a :

**Les alcaloïdes vrais** qui représentent le plus grand nombre d'alcalins et proviennent d'acides aminés hétérogènes du cycle de l'azote (Badiaga, 2011).Les **proto-alcaloïdes** qui sont des amines simples où l'azote n'est pas inclus dans un système hétérogène et a une réaction basique et détaillée in vivo des acides aminés.(Maldonado 2012). **Les pseudo-alcaloïdes** et toutes les propriétés des alcaloïdes réels sont souvent fournis, mais ce ne sont pas des dérivés d'acides aminés (Bruneton, 2009). Dans la majorité des cas connus, il s'agit de dérivés du métabolisme des isoprénoïdes et de l'acétate (Maldonado 2012).

Exemples d'alcaloïdes : (Mauro, 2006)



Figure 12 : Cocaïne

Figure13 : Atropine

### I.2.2.Terpenes et stéroïdes

#### ➤ Les terpènes

Les terpènes sont des hydrocarbures normaux à structure périodique ou à chaîne ouverte (Malecky, 2008).Ils consistent en la combinaison de plusieurs unités à base de 5 carbones appelés isoprène (C<sub>5</sub>H<sub>8</sub>) (Lima et al, 2016).

Ils ont été isolés d'organismes vivants, principalement des plantes.Sur la base des unités C<sub>5</sub>, nous pouvons classer les terpénoïdes en C<sub>5</sub> (hémiterpènes), C<sub>10</sub> (monoterpènes), C<sub>15</sub>

## Synthèse bibliographique

---

(sesquiterpènes), C20 (diterpènes), C25 (sesterpènes), C30 (triterpènes), C40 (titerpènes), C40 (triterpènes), C40 (titerpènes), plus que C40 (polyterpènes) (Singh et Sharma, 2014).

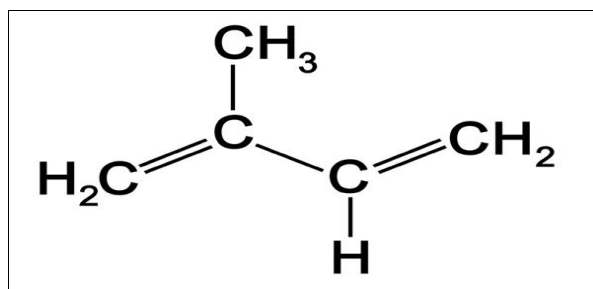


Figure 14 : La molécule d'isoprène (Malecky, 2008)

### ➤ Les stéroïdes

Les stéroïdes sont des molécules structurales ou des signaux très importants dans les organismes vivants et leur métabolisme est complexe. (Wudy et al., 2018)

Ils sont des molécules biologiquement actives nécessaires pour maintenir l'évolution de divers organismes, tels que les acides biliaires, les corticostéroïdes, ecdystéroïdes, le glycoside cardiaque, la vitamine D et les phytostérols. (Dang et al., 2018), ils sont des bases de croissance abondantes de bactéries dans des environnements naturels et fonctionnels associés à l'hôte (Johannes et al., 2018)

Ils jouent un rôle crucial dans divers processus biologiques, et déterminer les cibles potentielles des stéroïdes est d'une grande importance pour l'étude de leurs activités physiologiques et biochimiques, de leurs effets secondaires et de la réutilisation des médicaments. (Dang et al., 2018).



## Chapitre 3 : la Plante « *La sauge* »

### I. Historique de la plante

La région méditerranéenne d'une manière générale et l'Algérie en particulier, avec son climat doux et ensoleillé est favorable à la culture des plantes aromatiques et médicinales. Parmi Les familles les plus répandues dans le règne végétal on trouve les lamiacées (**Nabighi et al.,2010**).

La famille des Lamiacées regroupe un grand nombre de plantes aromatiques riches en métabolites secondaires qui sont prisés pour leur intérêt économique et leurs vertus thérapeutiques (**Khedher et al.,2017**). Ils comprennent environ 255 espèces qui appartiennent à 35 genres. Ces espèces contiennent divers produits phytochimiques et concéderer comme une source riche en composés phénoliques tels que les flavonoïdes et les acides phénoliques (**Etsassala et al., 2019**).

Le genre *Salvia*, communément appelé sauge, est le plus grand genre de la famille des Lamiaceae, (**Loppresti,2017**) Comprend plus de 900 espèces utilisées dans différentes domaines, y compris dans les industries culinaires et cosmétiques ou dans les médicaments traditionnels en raison de leurs avantages pour la santé (**Lu et Foo,2002**). L'espèce de

*S. officinalis* est originaire du Moyen-Orient et les zones méditerranéennes. Réparties dans le monde entier, en particulier en Europe et en Amérique du Nord (**Ghorbani et Esmailzadeh,2017**) il est utilisé dans médecine traditionnelle pour leurs propriétés antibactériennes (**Özcan et al., 2009**), antitumoral (**Cardile et al., 2009**), activités antidiabétiques (**Kim et al., 2007**) et antioxydantes (**Khedher et al.,2017**).

La sauge est un aromate réputé et une des principales plantes médicinales. Le nom scientifique de la sauge indique clairement l'importance de cette plante en phytothérapie, Le nom du genre *Salvia* vient du latin «*Salvare*» qui signifie «Sauver», «Guérir» (**Iserin et al.,2001**) et «se sentir bien et en bonne santé» (**Kamatou et al.,2008**)

Cette nomination est due aux propriétés curatives de la plante, ce qui était autre fois célébré comme herbe médicinale. L'Algérie compte 23 espèces du genre *Salvia* (**Quezel et Santa, 1963**).

## II. Description botanique de la plante *Salvia officinalis*

Cette plante vivace à tige ligneuse à la base, dessous blanchâtre et vert grisâtre dessus, atteignent généralement une hauteur de 30 à 70 cm (**Pereira et al.,2018**),formant des rameaux quadrangulaires dressés et velus, aux feuilles ovales assez grandes et opposées de forme ovale et allongées, gris verdâtre en raison d'une pubescence cotonneuse sur la face inférieure (**Benkherara et al.,2011**).La racine de la sauge est brunâtre et fibreuse. Fleurs bleu-violette clair en épis terminaux lâches, disposées par 3 à 6 en verticilles espacés (**Hans, 2007**),au calice et corolle divisée en deux lèvres (**Cutillas et al.,2017**), font leur apparition vers le mois de mai le début de l'été et restent ouvertes au début de l'automne (**Kintzios,2000**).

Les fruits sont de petits akènes reposant sur des cupules ouvertes (**Paris et Dillemann, 1960**). Ont une odeur aromatique caractéristique. (**Fleurentin , 2008**) .Elle supporte des climats et des sols très variés, au pH allant de 5 à 9. La plante adulte résiste à la température de -10°C, mais il est préférable de pailler le jeune plante (**Guy Gilly, 2005**), la sauge Persistent l'hiver grâce au revêtement de poils laineux qui les protège.

### 1. Classification taxonomique

Selon (**Quezel et santa, 1963**) La sauge suit la classification suivante:

Règne : Plantae

Embranchement : Spermaphyte

Sous – Embranchement :Angiospermes

Classe : Dicotylédone

Sous-classe : Asteridae

Ordre :lamiales

Famille : lamiacée

Genre : *Salvia*

# Synthèse bibliographique

---

Espèce : *Salvia officinalis* L

## 2. Nomenclature

Noms Communs : Herbe sacrée, thé de Grèce, herbe sage (**Fulbert et al., 1992**).

Nom scientifique : *Salvia Officinalis*

Nom français : Calamenthe vulgare

Nom vernaculaire : Sâlmīya, Mrimia

Nom français : Sauge

Nom anglais : Garden sage (**Ghourri et al., 2013 ; Azzi, 2013**)



**Figure 16 : les différentes composantes de la sauge (feuilles et fleurs)**

## III. Composition chimique

La sauge contient 5% de tanins, un principe amer 5,5% de résine, 6% de gomme du mucilage, des acides phosphoriques oxaliques, des nitrates, 9% de pentosane, des traces d'aparagone et de 1,5 % à 2,5 % d'huiles essentielles dite huile de sauge, renfermant de la thuyone, du cinéole, du camphre des terpènes salive et pirosalive (**Ryberg, 1991**), avec de nombreux polyphénols : flavonoïdes et acidesphénols (acide caféique, acide chlorogénique, acide rosmarinique, etc.), et la présence de l'acide diterpénique qui lui donne ses vertus bactéricides, un principe amer (la picrosalvine), (**Gilly, 2005**). Il est également une excellente

## Synthèse bibliographique

---

source de vitamine K, A et C. On y trouve en outre un peu de fibres, des folates, du magnésium, du potassium, du calcium et du manganèse (**Fruleux, 2009**)

Les principaux composés phytochimiques des fleurs, des feuilles et de la tige de *S. officinalis* sont bien identifiés ;Le linalol est le composé phytochimique le plus présent dans la tige; dans les fleurs ont le plus haut niveau on trouvent le pinène et de cinéole; l'acétate de bornyle, camphène, camphre, humulène, limonène et la thuyone sont les composés photochimiques les plus présent dans les feuilles, Cependant, il convient de considérer que, comme les autres herbes, le la composition chimique de *S. officinalis* serait modifiée en fonction les conditions environnementales telles que le climat, la disponibilité de l'eau, et l'altitude(**Ghorbani et Esmailizadeh,2017**).

### IV. Les huiles essentielles

#### 1. Définition

Les huiles essentielles (essences = huiles volatiles) sont des substances huileuses contient des métabolites secondaires lipophiles, volatiles de très faible masse moléculaire, elles sont en général liquides à température ambiante,inflammables, très odorantes et ne sont que très rarement colorées. Leur densité est le plus souvent inférieure à 1 sauf pour les huiles essentielles de sassafras (*Sassafras. Albidum*), de clou de girofle (*Syzygium aromaticum*) et de cannelle (*Cinnamomum, zeylanicum*). Les huiles essentielles ont parfois un toucher gras ou huileux mais ce ne sont pas des corps gras. Par évaporation, elles peuvent retourner à l'état de vapeur sans laisser de traces, ce qui n'est pas le cas des huiles fixes (olive, tournesol...etc.) qui ne sont pas volatiles et laissent sur le papier une trace grasse persistante (**Bernadet, 2000**). Elles sont également très altérables et s'oxydent au contact de l'air et de la lumière (**Bruneton, 1993**), qui sont sécrétées par les plantes aromatiques, renfermant les principes volatils contenus dans les végétaux et plus ou moins modifiés au cours de la préparation (**Bruneton, 2009**). En revanche, Les huiles essentielles n'ont pas une présence générale chez les végétaux. Parmi les 1500000 espèces végétales recensées, seulement 10% sont capables de synthétiser une essence. Ces plantes sont alors dites « aromatiques » (**Bruneton, 1999 ; Degryse et al., 2008**). Certaines familles se caractérisent par le grand nombre d'espèces à essences qu'elles regroupent, en particulier les Labiées, les Ombellifères, les Myrtacées et les Lauracées (**Baser et Buchbauer, 2010**).

La recherche sur l'extraction de l'huile essentielle de *S. officinalis* reçoit maintenant une attention considérable en raison de son application dans l'industrie alimentaire comme

parfums et/ou agents aromatisants. Des données récentes suggèrent que l'huile essentielle extraite des parties aériennes de cette espèce végétale rassemble plus de 120 phytocomposants (**langer et al., 1996; Hayouni et al., 2008; Badiee et al., 2012; Ghorbani et Esmailizadeh, 2017**).

Bien que l'étude sur la composition chimique de l'huile essentielle de sauge a été fréquemment signalée dans le monde entier, des différences significatives ont été observées dans sa composition basée sur la variation saisonnière, la variabilité génétique, la défense dans les parties végétales et la différence dans les stades de développement (**Hassan et al., 2019**)

### 2. Répartition et localisation

Les genres riches en huile essentielle sont répartis dans un nombre limité de familles à haute teneur en matières odorantes tels que (les Myrtaceae, les Lauraceae, les Rutaceae, les Lamiaceae, les Asteraceae, les Apiaceae, les Cupressaceae, les Poaceae, les Zingiberaceae, Piperaceae, etc...) (**lograda, 2010**). Les essences peuvent être localisées au niveau des : Cellules sécrétrices (Lauracées, Magnoliacées, Pipéracées). Elles peuvent être de deux types (Cellules épidermiques commecelles des pétales de rose, de violettes ou de muguet et les cellules sécrétrices internes retrouvées au niveau du parenchyme corticale, du libère et du bois.

Les espèces, les organes sécréteurs d'essence peuvent se trouver dans les fleurs (Oranger, Rose, Lavande), les feuilles (Citronnelle, Eucalyptus, Laurier noble), les écorces (Cannelier), les bois (Bois de rose, Camphrier, Santal), les racines (Vétiver), les rhizomes (Curcuma, Gingembre), sève (encens, myrte), bourgeons (pin), les fruits (Anis, Badiane), les graines (Muscade). Si tous les organes d'une même espèce peuvent renfermer une HE, la composition de cette dernière (qualitative et quantitative) peut varier selon sa localisation dans la plante (**DA Saliva, 2010**).

### 3. Composition chimique

Composition chimique des HE, fortement influencé par des facteurs génétiques et environnementaux, l'âge des organes et le temps de prélèvement.

*Salvia officinalis* contient environ 1,5% d'huile essentielle à base de feuilles sèches, a un arôme particulier comprenant un pourcentage élevé de thuyone a et P (> 50%) et un faible

pourcentage de camphre. (<20%, ce qui est considéré comme de la plus haute qualité (Putievsky et al, 1992).

#### 4. Utilisations des huiles essentielles

Ils sont utilisés dans l'industrie de la parfumerie et comme thérapies naturelles en raison de leurs effets antimicrobiens, cytotoxiques, cytotoxiques, antimutagènes et fongicides. D'autres propriétés incluent les capacités anticancéreuses et anti-inflammatoires. Elles sont également utilisées dans le traitement de la démence. Les activités antioxydantes des HE les rendent utiles en tant que conservateurs naturels dans les produits alimentaires, cosmétiques et pharmaceutiques. Ces propriétés dépendent de la composition chimique des HE, fortement influencée par des facteurs génétiques et environnementaux, l'âge des organes et le moment du prélèvement (Cutillas et al., 2017).

Les huiles essentielles de sauge sont utilisées en externe pour les inflammations et les infections des muqueuses de la gorge et de la bouche (stomatite, gingivite et pharyngite). En interne, l'essentiel de l'asile est utilisé pour soulager des symptômes symptomatiques et une respiration excessive (Abu-Darwish et al., 2013).

#### V. Intérêt médicaux

Ces dernières années, de nombreuses études ont été menées pour documenter les utilisations traditionnelles de *S. officinalis* et trouver de nouveaux effets biologiques pour cette plante.(Ghorbani et Esmailizadeh, 2017)

La sauge (La sauge est l'herbe de la vie ) est largement utilisée comme arôme alimentaire salé sous forme de feuilles séchées ou d'huile essentielle (Abu-Darwish et al., 2013) , Les huiles essentielles et certains extraits de sauge sont largement adoptés dans la société moderne et constituent un moyen naturel et non toxique efficace pour lutter contre divers agents pathogènes menaçant le pronostic vital.(Kouba et al.,2018).

Les parties aériennes de l'arbuste *S. officinalis* ont une large d'usages médicaux et une longue histoire d'utilisation dans cuisine En raison de ses arômes et assaisonnement, cette plante a été largement utilisée dans la préparation de nombreux aliments (Ghorbani et Esmailizadeh, 2017)ettraditionnellement utilisé pour traiter plus 60 maladies de santé, y compris les rhumes, la bronchite, la tuberculose, les hémorragies et les troubles menstruels (Topçu, 2006).

## Synthèse bibliographique

---

Les grecs, les romains et les arabes ont utilisé la sauge comme tonique, et en compresse contre les morsures de serpent. Au 18<sup>ème</sup> siècle, les feuilles de la sauge ont été roulées comme des cigarettes pour les fumer contre l'asthme et surtout au printemps (Anonyme 3).

La sauge a été principalement utilisée pour traiter l'infertilité dans les anciens L'Egypte et plus tard il a été utilisé pour traiter presque tous les types de maladies, y compris Peste. **(Hassan et al., 2019)**. En plus, elle a une activité antispasmodique qui utilise lors des troubles digestifs : digestion difficile, renvois d'air, ballonnements (gaz intestinaux). Elle a une action relaxante sur les muscles de l'estomac et des intestins En agissant sur la sécrétion de la bile, elle facilite la digestion des aliments gras **(Bougrow, 2009)**. Et utilisées pour traiter divers problèmes, notamment les troubles digestifs et circulatoires, la bronchite, la toux, l'asthme, les problèmes de mémoire, l'angine de poitrine, l'inflammation de la bouche et de la gorge, la dépression et la transpiration excessive, leurs effets antioxydants et leur capacité à améliorer la fonction «tête et cerveau», à améliorer la mémoire, à stimuler les sens et à retarder le déclin cognitif associé à l'âge **(Lopresti, 2017)**.

*Salvia officinalis* est considérée comme un stimulant pour les personnes anémiques, aussi pour les personnes stressé et déprimé, et recommandé pour les étudiants pendant les examens. En outre, il est appliqué comme un gargarisme contre l'inflammation de la bouche, des abcès, et pour le nettoyage et la guérison de Blessures. **(Stagos et al., 2012)**, Cette plante sacrée de toutes vertus Elle contient de l'acide ursolique, dont l'action astringente des propriétés anti-oxydantes et a un pouvoir antiseptique d'où son efficacité dans le développement des agents infectieux **(Iserin, 2001)**.

Une étude clinique récente a montré que la *Salvia officinal* distincture réduisait la fréquence et l'intensité des bouffées de chaleur. La présente étude avait pour objectif d'étudier le ou les mécanismes responsables de l'activité anti-bouffées de chaleur de *S. officinalis* et de déterminer son ou ses principes actifs. Cette étude suggère l'implication de flavonoïdes œstrogéniques courants et omniprésents dans l'effet anti-hotflush de *Salvia officinalis*, en tant que produit médicinal à base de médicament commun au cours de la ménopause. **(Rahte et al., 2013)**.



*Deuxième partie :  
Matériel et méthodes*



Ce travail a été effectué au sein du laboratoire pédagogique du Département de la nature et des sciences de la vie - Centre universitaire Belhadj Bouchaib - Ain Témouchent pendant **deux mois (15 février au 18 avril 2019)**.

### Chapitre I : Etude phytochimiques de la plante « *Salvia officinalis* »

#### 1. Préparation des extraits

##### 1.1 Matériels

##### 1.1.1 Matériel végétale

Le matériel végétal utilisé dans notre étude est la partie aérienne (feuilles et tiges) de *Salvia officinalis* appartenant à la famille des lamiacées. La plante a été récoltée au mois janvier 2019 dans la région d'Aghlal d'Ain Témouchent.



**Figure 16:** La plante de *Salvia officinalis*



**Figure 17:** Région de la récolte

## 1.2. Méthodes

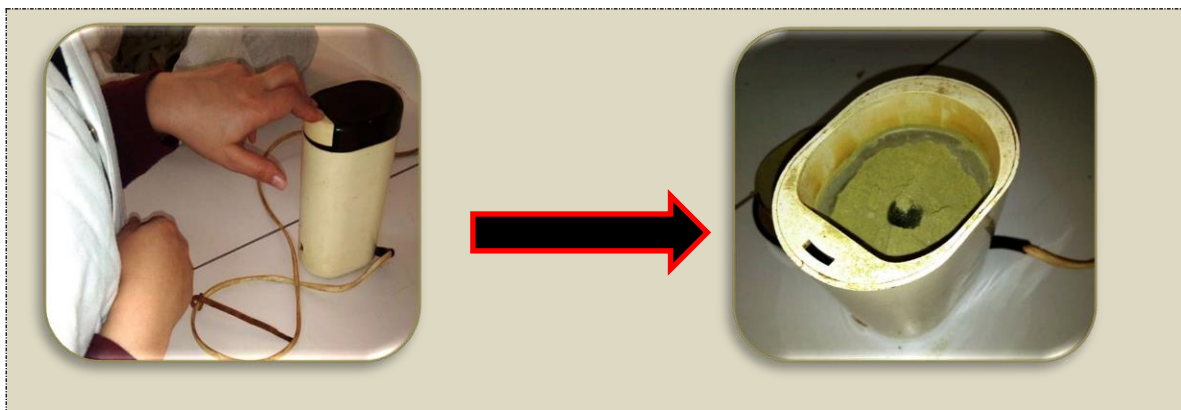
### 1.2.1 Séchage de la plante

La plante « *Salvia officinalis* » a été séchée à la température ambiante et à l'abri de la lumière du soleil pendant un mois, afin de préserver autant que possible l'intégrité des particules. Une fois que la plante est sèche, elle est soumise à une extraction.

### 1.2.2 Préparation des extraits

Les extraits utilisés au cours de notre étude sont préparés selon le mode d'extraction en macération.

Échantillons séchés de *Salvia officinalis* sont broyés à l'aide d'un moulin à café électrique jusqu'à leur réduction en poudre. Après broyage, les extraits préparés sont : l'extrait organique (Éthérique, acétonique, et extrait aqueux).



**Figure 18:** Broyage de la plante « *Salvia officinalis* » sèche

### **2.2.1.1. Extraction par les solvants organiques à polarité croissante**

Selon le protocole d'extraction décrit par (Bialo et al., 2004, Falleh et al., 2008), une prise d'essai de 40 g de poudre de matière végétale a été préparée dans 200 ml de solvant (acétone, di éthyle éther) avec 24 heures d'agitation magnétique. À la température ambiante. Les taches sont ensuite filtrées.

Extrait acétonique : E. AC

Extrait Ethérique : E.D.E

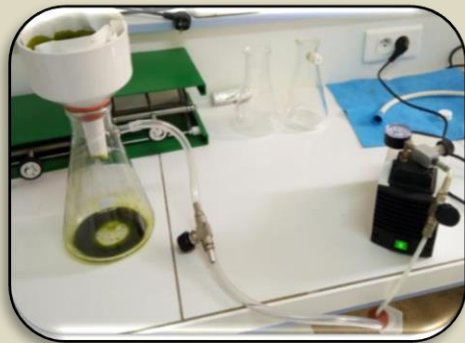
### **1.2.1.2 Extraction aqueuse**

50 g de matière végétale en poudre ont été réintroduits dans 500 ml d'eau distillée et conditionnés à température ambiante pendant 24 heures sous agitation. (Falleh et al, 2008 ; Moro et al, 2008).

Extrait aqueux : E. Aqueux



**1-Macération sous agitation**



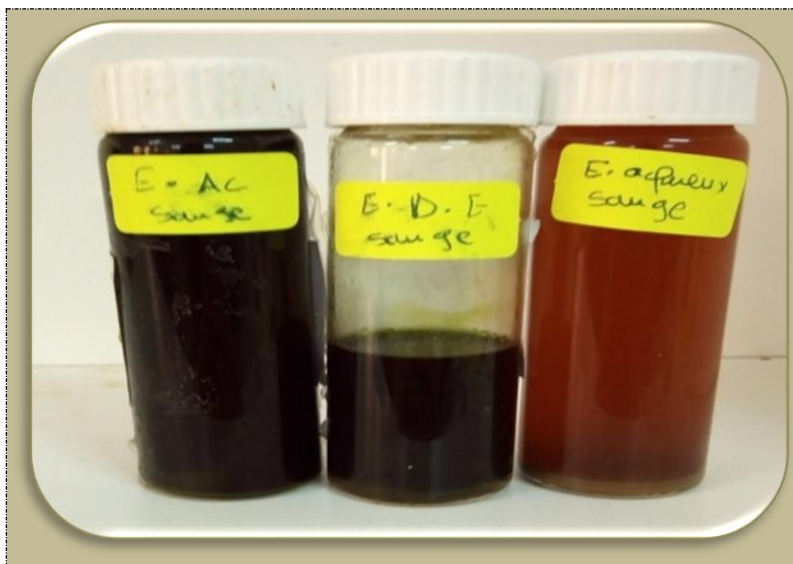
**2-Filtration sous vide (solvants)**



**3-Filtration sous vide (aqueux)**

**Figure19 : Extraction par les solvants organiques et extraction aqueuse**





**Figure 20 :** Les trois extraits de « *Salvia officinalis* »

### 1.3. Screening photochimique

#### 1.3.1. Etude qualitative

L'étude phytochimique qualitative permet de détecter différentes familles chimiques présentes dans notre plantes par des réactions de coloration et de précipitation. Et ces tests réalisés soit sur la poudre végétale, soit sur l'infusé. Les résultats des tests phytochimiques sont notés dans le tableau suivant :

#### 1. Tanins (Karumi et al., 2004)

A 2ml de la solution à tester, on ajoute 2 à 3 gouttes de solution  $FeCl_3$  à 2%, un résultat positif est révélé par l'apparition d'une coloration bleu noir et un précipité obtenu quelques minutes après.

#### 2. Saponosides (Karumi et al., 2004)

5 ml de trois extraits aqueux, acétone, étherique bien mélangés avec 10ml d'eau distillée.

La présence des saponosides est confirmée par la formation d'une mousse persistance 15minutes après

### **3. Flavonoïdes (Karumi et al., 2004)**

5ml de chaque extrait sont traités avec quelques gouttes de HCL concentrée auxquels on ajoute une quantité de tournure de magnésium qu'on laisse agir. L'apparition d'une couleur rouge confirme la présence de flavone aglycone.

### **4. Glucosides cardiotoniques (Edeoga, 2005)**

5ml d'acide acétique contenant des traces de FeCl<sub>3</sub> et 5ml de d'acide sulfurique contenant les traces de FeCl<sub>3</sub> pour 1ml de chaque extrait. La réaction de Killer-Kilani est basée sur ce test.

La formation de deux phase, une colorée en brun rouge (acide acétique) et l'autre en bleu – vert (acide sulfurique) confirme la présence de glucosides cardiotoniques.

### **5. coumarine (Bruneton, 1999)**

A 1 ml de chaque extrait, on ajoute 1 ml d'eau chaude. La solution obtenue est divisée en deux parties égales dont la première représente un témoin et la deuxième est traitée avec 0.5 ml de NH<sub>4</sub>OH à 10%.

L'examen est réalisé sous la lumière ultraviolette et l'apparition d'une fluorescence intense révèle la présence de coumarines.

### **6. Alcaloïdes (Bruneton, 1999)**

Le réactif de Mayer et le réactif de Wagner sont utilisés et préparés comme suit :

**Réactif de Mayer :** 5g de KI et 1.358g de HgCl<sub>2</sub> solubilisés dans 100ml d'eau distillée.

**Réactif de Wagner :** 2g de KI et 1.27g d'I<sub>2</sub> solubilisé dans 100ml distillée.

Pour 2ml de chaque extrait, on ajoute 1ml de réactif de Wagner ou Mayer. Cette expérience donne lieu à la présence de turbidité ou de précipitation confirme la présence des alcaloïdes.

### **7. Amidon : (Benmehdi,2000)**

Réactif d'amidon : 1.2g d'I<sub>2</sub> et 2.05g de KI solubilisés dans 500ml d'eau distillée.

On traite l'extrait aqueux avec le réactif d'amidon, la présence d'amidon est confirmée par l'apparition d'une coloration bleu violacée.

### **8. Mucilage**

Un test positif est révélé par un précipité floconneux à la suite d'un mélange de 1ml d'extrait aqueux et 5ml d'alcool absolu.

### **9. Emodols**

Faire évaporer 3ml de l'extrait éthérique auquel on ajoute 1 ml de  $\text{NH}_4\text{OH}$  ce test fait apparaître une teinte vive variant de l'orangé rouge au violet pourpre qui indique la présence des emodols

### **10. Quinone libre (Oloyede, 2005)**

A un volume de 1 ml de chaque extrait, on ajoute quelques gouttes de  $\text{NaOH}$  à 1%. L'apparition d'une couleur qui vire au jaune, rouge ou violet indique la présence des quinones libres

### **11. Stérol (réaction de Libermann-Burchard)**

On traite 1 ml d'extrait avec 2.5 ml d'anhydride acétique et 10 gouttes d' $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentrée. Les stéroïdes donnent avec cette réaction une coloration violacée virant au vert.

#### **1.3.2. Etude quantitative**

##### **I. Humidité : selon [AFNOR, 1990]**

###### **I.1.Principe**

Cette méthode analytique est basée sur le séchage complet du matériel végétal frais à une température de  $80^\circ\text{C}$  jusqu'à obtention d'un poids stable. L'Humidité est le pourcentage en eau perdue après séchage par rapport à la matière fraîche.

###### **1.2. Mode opératoire**

Dans un papier aluminium, introduire 100g de l'échantillon à analyser. Porter l'échantillon emballé dans le papier d'aluminium dans l'étuve à  $80^\circ\text{C}$ . Refroidir au dessiccateur, peser jusqu'à un poids constant.

La teneur en humidité est calculée par la relation suivante :

###### **1.3. Expression des résultats**

Le taux d'humidité est exprimé en % selon la formule suivante :

$$H\% = (M2 - M3) / (M2 - M1) \times 100$$

**M1** : la masse du papier aluminium vide en gramme.

**M2** : la masse du papier aluminium + la prise d'essai avant le séchage.

**M3** : la masse du papier aluminium + la prise d'essai après le séchage.

**H** : humidité.

## 2. Sucre totaux

### Principe (Arvamov, 2006)

La méthode de **DUBIOS et al (1956)** permet de doser les oses en utilisant le phénol et l'acide sulfurique concentré, en présence de ses deux réactifs, les oses donnent une couleur jaune-orange dont l'intensité est proportionnelle à la concentration des glucides, la densité optique est déterminée entre 450 à 550nm.

### Dosage

Prendre 5 ml du filtrat, les faire diluer dans 50ml de l'eau distillée, et à partir de cette solution prendre 1ml et faire introduire dans un tube à essai, ajouter 1ml de solution de phénol à 5%, agiter énergiquement puis verser 5ml de l'acide sulfurique concentrée, agiter, laisser refroidir à l'obscurité pendant 30 minutes, lire la densité optique à 490 nm.

Expression des résultats

$$\%TS (\%MS) = [(C \times 50) P] \times 100$$

**C** : concentration en sucre de l'extrait en « mg/ml »

**50** : volume de l'eau distillée en « ml »

**P** : la prise d'essais (50mg)

**TS: Sucre totaux**

$$\%TS (\% MF) = [TS (\% MS) \times \% MS] / 100$$

**%MS** : la teneur en matière sèche en %



### II. Composés phénolique (Martin et Larry, 1977)

#### ➤ Principe (méthode de bleu au Prusse)

Dans une première étape, l'échantillon est distillé. Dans la seconde étape, l'échantillon est mélangé avec un tampon alcalin (pH à proximité de 10.3), du ferricyanure de potassium et avec une solution d' amino-4-antipyrine pour former un complexe coloré. L'absorbance à 505 nm est mesurée et comparée à une courbe d'étalonnage obtenue avec le phénol (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>OH)

#### ➤ Mode opératoire

On introduire 1 ml d'extrait végétal et 3ml de la solution de FeCl<sub>3</sub> (0.1M) dans HCl (0.1N) dans des tubes à essai stériles aux quel on ajoute 3ml de K<sub>3</sub>Fe(CN)<sub>6</sub> à 0.008N.

Les mesures d'absorbance DO sont effectuées à 720 nm pendant 1 min à T°C ambiante.

La DO obtenue est corrigée en éliminant l'absorbance de l'extrait.

**Remarque :** le calibrage du spectrophotomètre se fait avec blanc contenant 1ml d'eau distillée, 3ml de FeCl<sub>3</sub> et 3ml de K<sub>3</sub>Fe(CN)<sub>6</sub>.

#### Extraction

Le mode d'extraction consiste à peser 50mg de matériel végétal sec à mettre dans 50ml d'eau distillée et laisser agir pendant 24 heures à T°C ambiante pour être filtrer à son tour.

#### Expression des résultats

Une courbe d'étalonnage a été tracée par différentes concentrations d'acide tannique.

A partir de cette courbe on détermine la concentration de notre échantillon en composés phénoliques par rapport à la matière sèche.

$$CP (\%MS) = [C \times 50/P] \times 100$$

C : concentration de l'extrait en « mg/ml ».

50 : volume d'eau distillée en « ml ».

P : la prise d'essai en « mg ».

$$\%CP (\%MF) = \frac{\%CP (\%MS) \times \%MS}{100}$$

CP : composé phénolique

100

%MS : la teneur en matière sèche en %

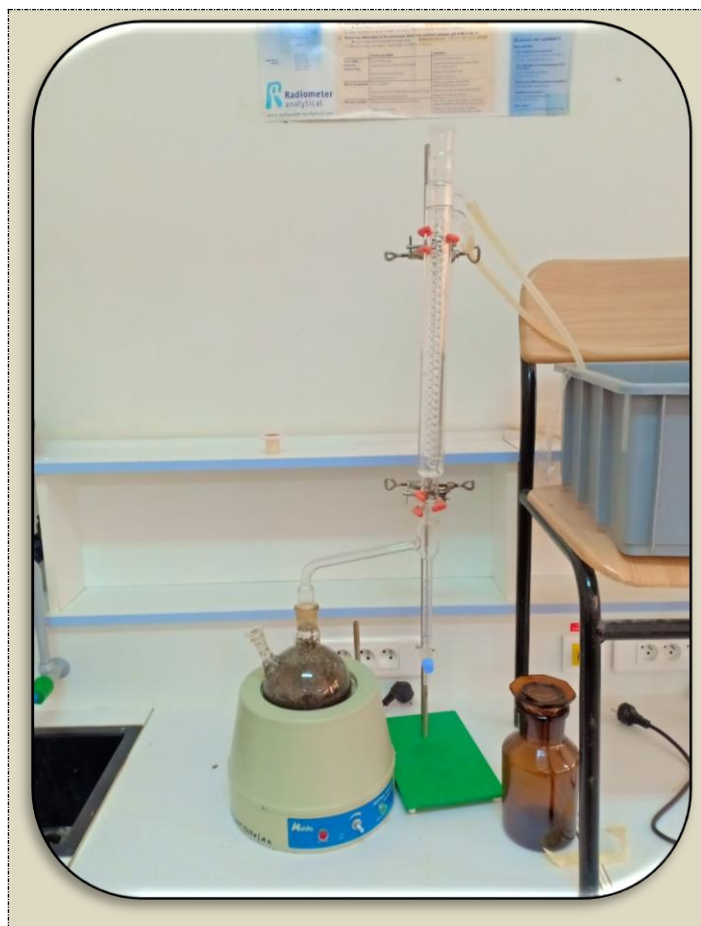
### Chapitre II : Etude de l'activité antimicrobienne

#### 1. Extraction d'huile essentielle

Dans notre travail, l'extraction était réalisée sans prétraitement de la distillation (pas de broyage ni de recyclage du matériel végétal).

#### 2. Extraction par l'hydro distillation

L'huile essentielle de la plante *Salvia officinalis* est extraite par la méthode d'hydro-distillation, grâce à un montage d'extraction qui est constitué d'une chauffe ballon, un ballon en verre pyrex où l'on place la matière végétale séchée et l'eau distillée et une colonne de condensation de la vapeur (réfrigérant) plus un Dean Stark.



**Figure 21:** Le montage utilisé pour l'extraction d'huile essentielle « *salvia officinalis* »

### 2. Protocole opératoire d'hydro distillation

On a mis 34 g des parties aériennes séchées de notre plante, finement découpées dans un ballon Bicol de 1L, additionnés de 500 ml d'eau pour éviter les débordements lors de l'ébullition , le mélange est porté à ébullition à l'aide de la chauffe ballon pendant 2 h.

Les vapeurs chargées d'huiles essentielles et d'eau passent par le tube vertical puis dans le serpentin de refroidissement où se produisent la condensation et la séparation, ce qui entraîne l'apparition de deux phases, l'une organique (huile essentielle) et aqueux.

### 3. Conservation de l'huile essentielle

Le maintien des huiles essentielles nécessite certaines précautions de base. Pour cette raison, nous avons gardé notre huile à une température de 4 ° C à l'abri de la lumière (**Ayoughi et al., 2011**), enveloppée dans du papier aluminium, même en l'utilisant pour éviter toute dégradation.

### 4. Analyse des propriétés organoleptiques

Les huiles essentielles sont généralement liquides à la température ambiante et sont volatiles, plus ou moins colorées (**AFSSAPS, 2008**).

Chaque huile essentielle est caractérisée par des propriétés organiques telles que: odeur, apparence physique et couleur.

### 5. Détermination de rendement en huile essentielle

Selon la norme (**AFNOR, 1986**), RHE est défini comme le rapport entre la masse des huiles essentielles obtenues après extraction (MHE) et la masse végétale utilisée (MS). Le rendement est exprimé en pourcentage (%) et calculé par la formule suivante :

$$\text{RHE} = \text{MHE} / \text{Ms} .100$$

**RHE** : rendement de l'huile essentielle (%).

**MHE** : masse d'huile essentielle récupérée en g

**Ms**: Quantité de la matière végétale sèche utilisée pour l'extraction exprimée en (g)

### 6. Détermination de la densité

Pour déterminer la densité de notre huile, nous avons calculé le rapport entre un certain volume d'huiles essentielles et la masse de ce même volume. La densité est obtenue en (g / cm<sup>3</sup>).

$$d = m / V$$

**d** : la densité par (g /cm<sup>3</sup>).

**m** : masse d'huile en (g).

**V** : volume d'huile en (cm<sup>3</sup>).

## II Matériel

### Matériel biologique

#### a. Souches microbiennes pathogènes

L'activité antimicrobienne sera testée dans les extraits de *Salvia Officinalis* sur les souches ATCC, qui ont tous été fournis par le laboratoire de microbiologie de l'université d'Ain Témouchent.

**Tableau04 : les différentes souches utilisées dans notre étude**

Les souches	Référence	Code génétique	Type
<i>Staphylococcus aureus</i>		ATCC 25923.	Gram positive
<i>Staphylococcus aureus</i>		ATCC 43300.	Gram positive
<i>Escherichia coli</i>		ATCC 25922	Gram négative
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>		ATCC 27853	Gram négative

#### b. huile essentiel : HE de la sauge « *Salvia Officinalis* »

#### c. milieu de culture

- milieu PDA.
- Gélose Mueller Hinton (MH).
- Bouillon Muller-Hinton (BMH).

- Bouillon PDA.

### **d. réactifs chimiques et autres matériel**

#### **Antibiotiques :**

- Gentamycine « **GEN** »
- Erythromycine « **ER** »
- Vancomycine « **VANCO** »

### **III. Méthodes**

#### **1. Technique de diffusion sur gélose Muller Hinton (méthode des disques/ Aromatogramme)**

Pour la préparation de l'inoculum, chaque culture bactérienne est répartie sur de la gélose nutritive afin d'obtenir des colonies bien isolées. Après incubation à 37 ° C pendant 24 h, quelques colonies avec un anneau en platine sont transférées dans un tube à essai contenant une solution physiologique.

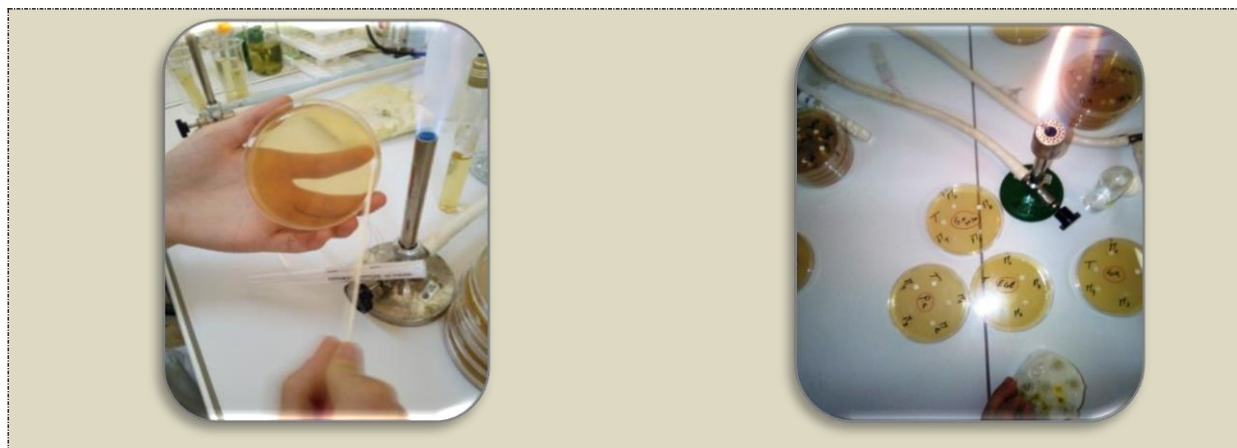
La densité optique est déterminée à l'aide du spectrophotomètre « SPECORD 200 plus » avec une longueur d'onde de 625 nm. La DO doit être comprise entre **0,08** et **0,1**, équivalant à **10<sup>8</sup> UFC / ml (CLSI, 2006)**.

L'inoculum réduit la concentration de **1/10** dans une solution saline physiologique. La DO finale obtenue à partir du l'inoculum doit être égale à **10<sup>6</sup> UFC / ml** .

Les boîtes de Pétri contenant le milieu Muller Hinton gélosésont ensemencées par écouvillonnage [(EUCAST, 2003) ; (Joffin et Leyral, 2006)].

Les disques de 6 mm de diamètre sont préparés à l'extérieur à partir de papier filtre stérile, puis infusés avec l'huile essentielle à tester (20 µl par disque). Les boîtes sont incubées à 37 ° C pendant 24 heures.

L'activité antibactérienne est déterminée en mesurant le diamètre des zones d'inhibition(DZI) autour des disques. L'activité antibactérienne se traduit par un halo transparent autour du disque, mesurée en diamètre et exprimée en millimètres. (Joffin et Leyral, 2006).



**Figure 22:** Méthode de diffusion sur disque (aromatogramme)

### 1.1. Lecture des résultats

Les diamètres des zones d'inhibition (DZI) mesurée sont appréciés comme suit :

**Tableau 05 :** Les diamètres des zones d'inhibition (DZI) (Djabou et al.,2013).

<b>Pas sensible(-)</b>	<b>Moyennement sensible(+)</b>	<b>sensible (++)</b>	<b>Extrêmement sensible (+++)</b>
D < ou = 8mm	8-14mm	14-20mm	20mm

Les bactéries montrent une sensibilité à l'huile essentielle, sont sélectionnées pour déterminer la concentration minimale inhibitrice (CMI) (Derwich et al., 2010).

### 2. L'interaction synergique de l'huile avec quelque antibiotique

L'objectif de ce test est d'obtenir la gamme antibactérienne la plus large possible sur les souches bactériennes contre l'antibiotique testé.

La *Salvia officinalis* est évaluée par la méthode de propagation du disque aux quatre souches bactériennes. Quatre boîtes pétries ont été collées par la gélose MH. Après l'ensemencement de ces

boîtes par l'inoculum standardisé de chaque souche deux disques d'antibiotique ont été déposés sur la surface de gélose de chaque boîte et on ajoute 20  $\mu\text{l}$  par disque comme suite :



**Figure 23:** L'interaction synergique de l'huile avec quelque antibiotique

### 3. Méthode des micro-dilutions en milieu liquide

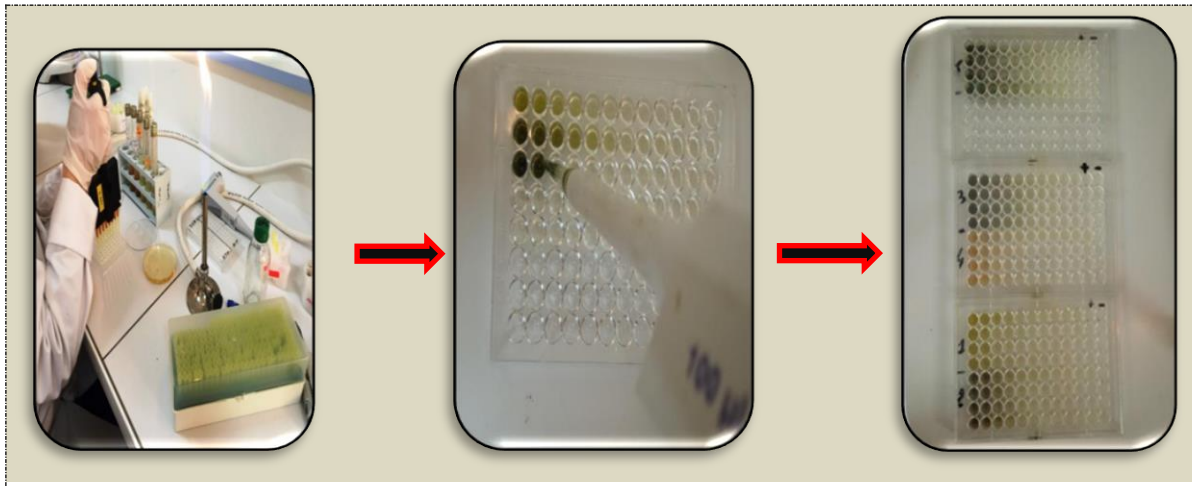
L'efficacité de l'huile essentielle testée est évaluée par la mesure de 2 concentrations : la concentration minimale inhibitrice (CMI) et la concentration minimale bactéricide (CMB). Ces concentrations nous permettent de connaître la nature de l'activité antimicrobienne de l'huile essentielle : bactériostatique ou bactéricide.

#### 3.1. Détermination de la Concentration Minimale Inhibitrice (CMI)

Des microplaques à fond en U sont utilisables pour la détermination des CMI. Une plaque de 96 puits permet la détermination de la CMI des souches vis-à-vis d'un extrait.

Dans les cupules d'une même ligne, **100  $\mu\text{l}$**  de Bouillon « BMH pour les bactéries a été déposé, puis **100  $\mu\text{l}$**  de dilutions successives à raison de  $\frac{1}{2}$  de HE à tester, sont ajoutés à chacun des puits. Chaque puits est ensuite ensemencé par **10  $\mu\text{l}$**  d'une suspension microbienne à  $10^6$  cellules/ml. (Eloff, 1998).

Incuber les plaques inoculées à  $37^\circ\text{C}$  pendant 16 à 20h, la CMI est la concentration minimale de HE qui inhibe complètement la croissance des microorganismes dans les puits de micro-dilution telles que détectées par l'œil nu (Clisi, 2012)



**Figure 24:** Méthode des micro-dilutions

### 3.2. Détermination de la Concentration Minimale Bactéricide (CMB)

La détermination du CMB et du CMF nécessite l'ensemencement successif du contenu des puits de concentration supérieure ou égale à la CMI dans la série de dilutions prédéterminées sur gélose M-H. Ainsi, le CMB est déterminée après 24 h d'incubation à 37 ° C. C'est la plus petite concentration qui empêche totalement la croissance. (**Ennadir et al ., 2014**)

5µl de la suspension bactérienne sont repiqués à partir des puits montrant une absence complète de la croissance bactérienne puis déposés en strie sur gélose.





*Deuxième partie :  
résultats et discussion*

# Résultats et discussion

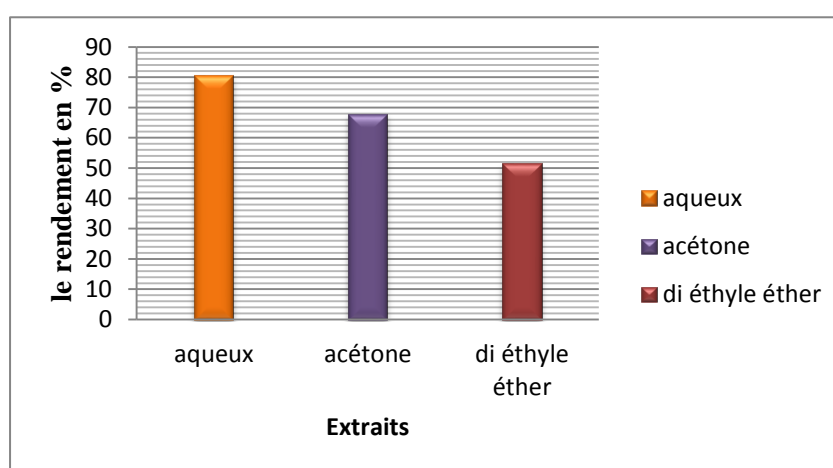
## Chapitre I : Etude phytochimiques de la plante « *Salvia officinalis* »

### I. Etudes qualitatives

#### 1. Rendements des extraits

La préparation des extraits à partir de *Salvia officinalis* a été effectuée par des solvants à polarité croissante il s'agit de éther di éthyle , acétone, aqueux ,Cette extraction a permis d'obtenir des extraits de chaque solvant. Le rendement a été déterminé par rapport au poids du matériel végétal sec rendu en poudre, les résultats ont été exprimés en pourcentage.

Les résultats obtenus sont représentés dans la figure 25



**Figure 25 :** Rendement des extraits des feuilles de la plante *Salvia officinalis*

Les résultats obtenus montrent que les rendements en extraits sont variables dans les différents solvants utilisés, nous remarquons que l'extrait aqueux représente le rendement le plus élevé, avec un pourcentage de (80.46%), suivi par l'extrait acétonique avec (67.9%), et l'extrait éther di éthylique avec le plus faible pourcentage (51.57%). D'une manière générale, les différents rendements illustrés dans la figure viennent confirmer les intensités des résultats des tests photochimiques, l'extrait aqueux présente le rendement le plus élevé et révélés la majorités des composés bio actif suivie par l'extrait acétonique puis l'extrait éther di éthylique.

les rendements des extraits varient non seulement d'une plante à une autre mais également en fonction des paramètres d'extraction des métabolites secondaires, dépendraient de la polarité du solvant, de l'espèce de la plante, le type de matériel végétal, et la technique d'extraction

## Résultats et discussion

appliquée (Stojanovi et Veljkovi.,2007). La méthode d'extraction est une opération importante qu'il faut mener avec soin. Par ailleurs, la collecte, le séchage, le stockage-tributaires à l'extraction-influencent largement sur le rendement ainsi que la qualité des extraits (Benjilali, 2005). Selon Balansard (2007), la date de récolte de la plante a une grande influence sur sa composition chimique et par conséquent sur son activité biologique.

### 2. Les tests phytochimiques

Les tests phytochimiques sont des méthodes et des techniques de préparation et d'analyse qui consistent à détecter les groupes de métabolites secondaires responsables des effets thérapeutiques ont été réalisés sur différents extraits préparés à partir des feuilles de *Salvia officinalis* par la mise en place d'un ensemble de réactions de caractérisation de différents composés chimiques. Ces réactions sont basées sur des phénomènes de précipitation ou de coloration par des réactifs spécifiques à chaque famille de composés (Bentabet et al.,2014). En utilisant des différents solvants à polarité différente pour permettre de séparer des composés selon leur degré de solubilité dans le solvant d'extraction, Les résultats des tests phytochimiques détectés par un changement de couleur spécifique ou un examen sous la lumière ultraviolette pour donner un résultat. Les tests ont été réalisés sur l'extrait aqueux, acétonique et éther di éthylique préparés à partir de feuilles de *Salvia officinalis*.

Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau suivant :

**Tableau N05 :** Tests phytochimiques réalisés sur les feuilles de *Salvia Officinalis*

Composés	Résultats obtenus sur		
	E. aqueux	E.acétonique	E.ether diethylique
<b>Tanin</b>	++	+	-
<b>Saponoside</b>	++	++	-
<b>Flavonoïde</b>	+	-	-
<b>Glucoside</b>	-	-	-
<b>Alcaloïde</b>	+	+	-
<b>Terpénoïde</b>	+	+	-
<b>Coumarine</b>	-	-	+
<b>Stérol</b>	-	-	-
<b>Quinone libre</b>	-	-	-

## Résultats et discussion

---

<b>Mucilage</b>	+		
<b>Amidon</b>	-		
<b>Emodol</b>	+		

Signification des symboles : + : Présence (Réaction faiblement positive) ; ++ : Abondamment présent (Réaction fortement positive) ; - : Absence (Réaction négative)

Les résultats expérimentaux des tests phytochimiques réalisés sur les feuilles de *Salvia officinalis*, mentionnés dans le tableau ; montré que cette plante effectivement contient, six groupes de composés bioactifs : les flavonoïdes, les tanins, les Saponoside, les Alcaloïde, les terpénoïdes, coumarines, les Mucilage et les Emodol. En revanche les composés, les stérols, les Quinone libre, l'Amidon et les glycosides ne sont révélés dans aucun extrait de la plante étudiée. Ces résultats varient d'un extrait à l'autre la plupart de ces composés sont présent dans l'extrait aqueux et acétonique avec des intensités variables sauf les flavonoïdes sont présent juste dans l'extrait aqueux, les coumarines sont présents uniquement dans l'extrait éther diéthylique, ces variation reposent sur les propriétés des solvants et leur degrés de polarités.

La nature du solvant C'est une évidence de dire que l'activité pharmacologique dépend de la nature du solvant d'extraction. Cependant, des variations d'action importantes peuvent être démontrées sur des extraits de plantes traitées par des solvants présentant des caractères très polaires (**Mortier, 1991**). La macération par trois solvants à polarité déférente, permettre de séparer les composants qui se trouvent dans les feuilles de notre plante, selon leur degré de solubilité dans le solvant approprié (**Hagerman, 2002**). Les métabolites secondaires vont être extraits en fonction de leur affinité pour un solvant. Les composés très polaires sont solubles dans l'eau (polaires, hydrosolubles) et dans les solvants polaires.

L'extrait aqueux très polaire et les métabolites secondaires vont être solubilisés facilement et révèlent en quantités importantes, d'après **Feknous et al.,(2014)** l'analyse des extrait des végétaux ,révèles que la fraction polaire est très riche en métabolites secondaires. Ce qui confirme les travaux de **Taïba et al., (2017)** qui a été révélé la présence des tanins, saponosides, flavonoïdes, alcaloïdes dans l'extrait aqueux de *Salvia officinalis*, et même **Ciulei, (1981)** montre la présence de Flavonoïdes, terpènes, tanins en quantités importantes dans l'extrait aqueux.

## Résultats et discussion

L'acétone, porte la capacité de recueillir plus des composés bio actif ,l'étude réalisée par (Sy et al,2011) montre que L'acétone étant un solvant polaire, il est susceptible après extraction, de recueillir de la poudre de feuilles de *Salvia officinalis* des composés de nature polaire comme des tanins, des flavonoïdes et des alcaloïdes et d'après(Yinrong Lu et al.,2000)L'analyse HPLC de l'extrait acétonique aqueux à 70% de *S. officinalis* à révéler la présence de plusieurs acides phénoliques et de flavonoïdes, et même l'étude menus par (Sy et al., 2011) qui montre que L'acétone étant un solvant polaire, il est susceptible après extraction, de recueillir de la poudre de feuilles de *Salvia officinalis* des composés de nature polaire comme des tanins, des flavonoïdes et des alcaloïdes. Au contraire L'éther di éthylique, il est faiblement soluble dans l'eau, solvant organique peu polaire, et la solubilité des composés présent dans la matière végétal vont être plus difficile, ce qui confirme l'absence des métabolites secondaire dans cette extrait (Hunter Stockton,s.d)

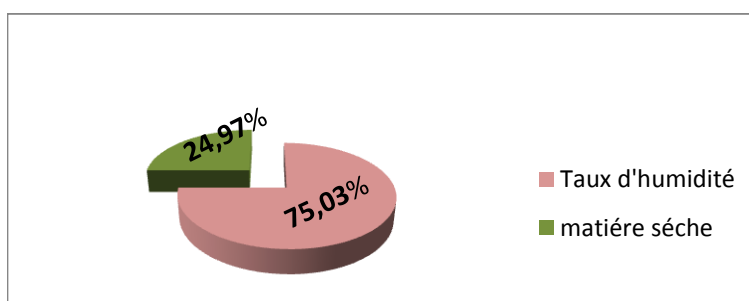
Les composés qui ne sont révélés dans aucun extrait indique que notre plante probablement pauvre en ces composés ou cette résultat elle à une relation avec le choix du solvant et leur nature Mamyrbekova-Bekro et al.,(2013),montre que ces résultats serait due au mode d'extraction de matière végétale utilisé dans l'extraction, les conditions de séchage, le contenu de chaque espèce en métabolites.

### II. Etudes quantitatives

#### 1. Humidité

Les végétaux sont riches en eau, nos résultats révèlent la teneur en eau de *Salvia officinalis* est de **75.03 %**ce qui indique que cette espèce est riche en eau.

Nous constatons que notre plante à un taux d'humidité correspond à **75,03%**.



**Figure 26:** Représentation graphique de taux d'humidité de la

## Résultats et discussion

---

La comparaison de notre résultat avec d'autres travaux sur la même espèce, nous a amené de trouver que notre résultat est supérieur à celle rapportée par **Djelili(2007)** dans la région de Bejaia estimé à **64,50%** et supérieur à celle trouvée par **Munné-Bosch et Alegre (2003)** qui est de **58,9 %**, et la résultat présentée par **Touafek (2010)** dans la région Tiaret **80,3%** et par **Bounihi (2016)** dans la région de Annaba estimé à **78%**.

Cette forte teneur en humidité signifie que plus de trois quarts du poids de notre plante fraîche est constitué d'eau.

Lorsque le milieu de vie de la plante n'est pas adéquat, dans ce cas la plante favorise la synthèse des métabolites secondaires afin de s'adapter et survivre qui va augmenter l'humidité de la plante (**Tim et al 2005**).

### 2. Sucre totaux

Le teneur en sucres totaux exprimée par rapport à la matière sèche de la plante *Salvia officinalis* correspond à **17%**.

Notre résultat est en accord avec celui reporté par **Seager** et ces collaborateurs (1993) qui est de **16,5%**, et inférieur de celle trouvée par **Hammoudi(2015)** qui est de **34,3%**.

Selon nombreux auteurs, dont **Munier (1973)**, **Sawaya et al. (1983)**, convient que les sucres varient en fonction de la diversité, du climat et du stade de maturation.

L'étude réalisée par **Diop et al ., (2010)** montre que le saccharose est le principal sucre majoritaire, le glucose et le fructose étant présents en faible quantité dans la plante de *Salvia officinalis*.

### 3. Composés phénolique

Composés phénolique sont des molécules bioactives très recherchées parce qu'elles sont réputées pour leurs excellentes propriétés antioxydants et antimicrobiennes. Pour ces raisons, Le dosage des polyphénols totaux a été effectué pour la plante *Salvia officinalis* par la méthode spectrophotométrique avec le réactif de Folin-Ciocalteu. Les résultats obtenus sont exprimés en g/l d'acide gallique par gramme de la matière végétale sèche, en utilisant la courbe d'étalonnage tracée de l'acide gallique.

Nous constatons que notre plante à un taux de polyphénol correspond à **25%**.

---

## Résultats et discussion

---

Les résultats obtenus confirment ceux présentés par **Graige et Ahmed (1988)**, qui ont montré que les lamiacées possèdent une activité antibactérienne et antifongique grâce à la multitude de composés phénoliques qu'ils contiennent.

La comparaison de notre résultat avec d'autres travaux sur la même espèce, nous a amené à dire que notre résultat est inférieur à celle rapportée par **Rili et Korichi(2017)** qui est de **30,1%**, et supérieur de celle trouvée par **Fadili et ses collaborateurs(2015)** qui est de **21,7%**.

Le contenu poly-phénolique varie qualitativement et quantitativement d'une plante à autre, cela peut être attribué à plusieurs facteurs : facteurs climatiques et environnementaux, la sécheresse, sol, agressions et maladies...etc. (**Ebrahimi et al 2008**), le patrimoine génétique, la période de la récolte et le stade de développement de la plante la teneur en composés phénoliques totaux est influencée par les saisons de l'année, où ces composés prennent leurs valeurs maximales en été, et minimale en printemps, la température élevée induit l'accumulation des produits phénoliques comme réponse de stress de la plante (**Miliauskas et al 2004**), la méthode d'extraction et la méthode de quantification peuvent également influencer l'estimation de la teneur des phénols totaux (**Lee et al 2003**).

### Chapitre II : Etude de l'activité antimicrobienne

#### I. Évaluation de l'activité antibactérienne de l'huile essentielle de *Salvia officinalis*

L'activité antimicrobienne de l'huile essentielle de plantes médicinales testées *In vitro* vis-à-vis des micro-organismes a été qualitativement et quantitativement évaluée par la présence ou l'absence des zones d'inhibition et par la CMI (**Bouajaj et al., 2013**). C'est dans cette raison que, nous avons étudié *In vitro* le pouvoir antibactérien de l'huile isolée de *Salvia officinalis* par la méthode de diffusion des disques sur un milieu gélosé semi-solide ainsi que par la méthode de la concentration minimale inhibitrice (CMI) vis-à-vis des quatre souches (*Escherichia coli* ATCC 25922, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Staphylococcus aureus* ATCC 43300 et *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853), fréquentes en pathologie humaine, appartenant à deux différentes catégories (Gram positif et Gram négatif).

#### 1. Rendement en huile essentielle

Dans 35 g de matière végétale sèche, une teneur moyenne de 0.42 g d'huiles essentielles est obtenue. Cette teneur correspond à un taux de 0,82%. Ces huiles sont de densité plus

## Résultats et discussion

---

importante que celle de l'eau, d'un aspect liquide limpide fluide et mobile, de couleur jaune pâle et d'odeur agréable.

Le rendement en huile essentielle est le rapport entre le poids de l'huile extraite et le poids de la plante à traiter.

Le rendement obtenu en huile essentielle de la sauge récoltée dans la région d'aghlal (Ain témouchent) est de **1.2 %**, par comparaison avec d'autres recherches, réalisé par **Brieskorn et al., (1991)** des résultats plus ou moins similaires ont été obtenus sur la même espèce végétale dont les rendements d'huiles essentielles varient entre **1 et 2,5 % (Benkherara et al., 2011)**

La comparaison de notre résultat avec d'autres travaux nationaux et internationaux sur la même espèce, nous a amené à dire que notre résultat est similaire avec la résultat réalisé par **Rasmy et al., (2012)** en Egypte : le rendement a atteint **1.2%** et supérieur à celle rapportée par **Méhalaine, (2017)** dans la région de Constantine estimé à **0, 65%**, et par **Bouzaoui et Haridi (2013)** dans la région de Guelma estimé à **0,8%**. Et pour l'espèce de *Salvia officinalis* de Tunisie notre résultat est supérieur à celui rapporté par **Yangui et al., (2009)** estimé à **0,72%**. Par contre, notre rendement est inférieur à celui rapporté par **Bordjiba et al., (2015)** dans la région de Annaba, par **Mattazi et al., (2015)** au Maroc (Aghadir), et par **Damjanovic et al., (2014)** au Monténégro estimé à **1,52%, 1,97% et 2,4%** respectivement.

Ces résultats variant considérablement entre les différents essais et cette variation base sur les résultats de différents facteurs, **Rodolfo et al., (2006)** ont montré que le rendement d'extraction des huiles essentielles varie en fonction de l'origine de la plante, notamment les facteurs climatiques (chaleur, froid, stress hydrique...), la diversité interspécifique ; la nature des organes sur lesquelles les huiles ont été extraites, la localité où sont récoltés les échantillons, la température de séchage, sont autant des paramètres qui peuvent avoir une influence sur le rendement en huile et également à la période de la récolte de la matière végétale, de cycle végétatif et de la nature de l'organe végétal (**Fellah, 2001**), dans cette concept **Laouer, (2004)** indique que le taux de thujone de *Salvia officinalis* varier pour une récolte de printemps **26%** et de **51 %** pour une récolte d'automne.

### 2. Détermination de la densité

La détermination de la densité de l'huile essentielle indique sa pureté. Nous constatons que notre plante à une valeur de densité correspond à **0, 380 g/cm<sup>3</sup>**.



## Résultats et discussion

Notre résultat est inférieur celui trouvé par **Djermane (2007)** dans la région de Bejaia estimé à **0,840 g/cm<sup>3</sup>**.

**Karlskind, (1992)** montre que la densité dépend de la composition chimique des huiles, la température, et les facteurs environnementaux et climatiques qui jouent un rôle important dans la qualité et la pureté des huiles végétales.

### 3. Méthode de diffusion sur disque (aromatogramme)

L'aromatogramme est une méthode de mesure *in vitro* du pouvoir antibactérien des huiles essentielles. C'est l'équivalent d'un antibiogramme où les antibiotiques sont remplacés par les huiles essentielles (**Benkherara et al., 2011**).

Lors de cette étude, nous avons testé l'action de l'huile essentielle de *Salvia officinalis* vis-à-vis de quelques souches bactériennes par la méthode de diffusion des disques sur un milieu gélosés solide MH, l'effet antibactérien se traduit par l'apparition d'une zone d'inhibition autour du disque saturé avec l'huile, les résultats obtenus étant exprimés dans les figures suivantes :

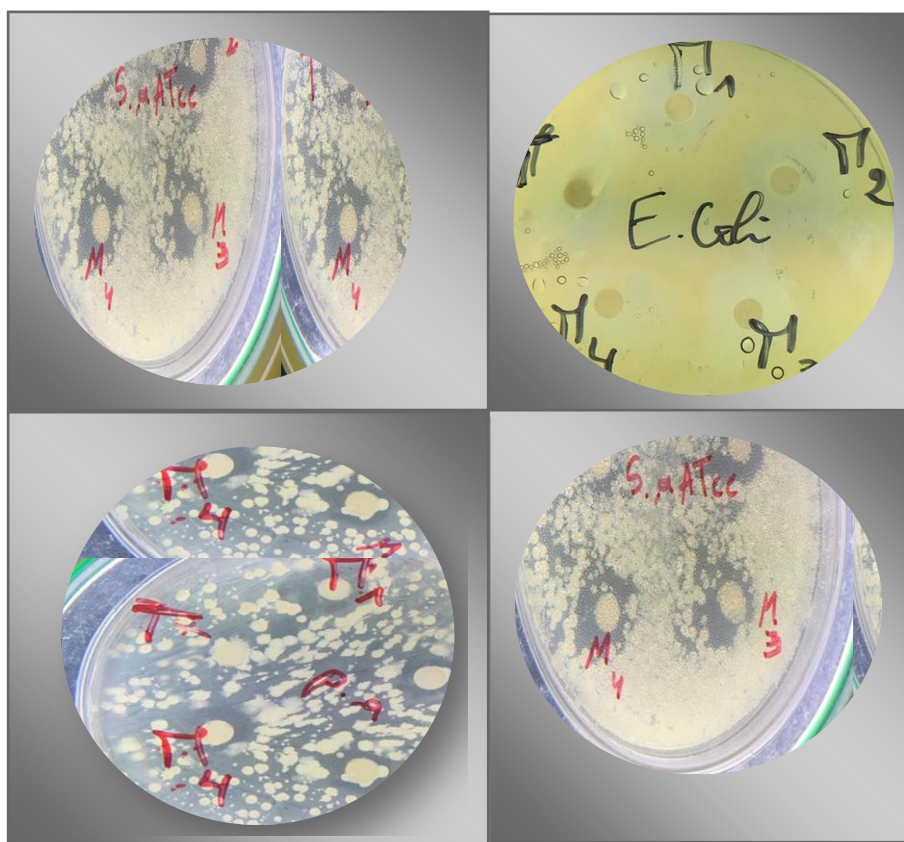


Figure 27 : Représentation photographique de l'effet de l'huile essentielle de *Salvia officinalis* vis-à-vis des souches microbiennes (aromatogramme).

## Résultats et discussion

---

La lecture se fait par la mesure du diamètre de la zone d'inhibition autour de chaque disque à l'aide d'une règle en (mm). Les résultats sont exprimés par le diamètre de la zone d'inhibition.

**Tableau 06** : Transcription des valeurs des diamètres d'inhibition(Ponce, 2003).

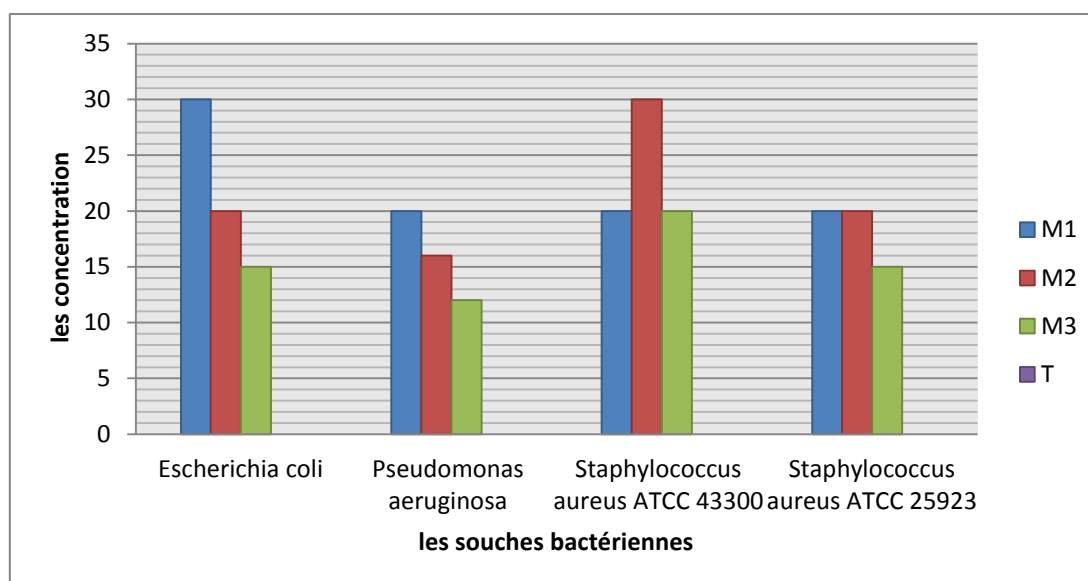
Inhibition	Sensibilité
<b>D&lt;8mm</b>	Résistante
<b>9mm≥D≤14</b>	Sensible
<b>15mm≥D≤19mm</b>	Assez sensible
<b>D&gt;20mm</b>	Très sensible

Les résultats présentés dans la figure, révèlent que l'huile essentielle de *Salvia officinalis* à une grande activité antibactérienne enregistrée pour toutes les souches testées avec des meilleures zones d'inhibition comprises entre 12 et 30 mm de diamètre.

De l'ensemble des résultats obtenus, on cite que la souche *S.aureus* ATCC **43300** semble la plus sensible par rapport aux autres souches aux différentes dilutions des huiles essentielles étudiées, avec une zone d'inhibition de 20mm à 30mm de diamètre, D'autre part, une efficacité non négligeable de ces huiles essentielles est observée contre la souche bactérienne *E. coli* ATCC25922 avec des zones d'inhibition varier de 15 à 30mm de diamètre. Ces chiffres sont de loin plus important qui signifie que ces souches sont extrêmement sensible (très sensible) (+++) : **diamètre > 20 mm**, suivi par la souche *S.aureus* ATCC 25923 qui présente une activité lemoinesensible, avec des zones d'inhibition de 15mm à 20mm de diamètre, cette bactérie est assez sensible.

Dans le cas de *P. aeruginosa* ATCC 27853 on trouve une faible activité contre HE de notre plante par rapport aux autres souches testées avec des zones d'inhibitions variées entre 12 à 20 mm de diamètre.

## Résultats et discussion



**Figure 28:** Représentation graphique de l'activité antibactérienne d'huile essentielle *Salvia officinalis*

Nos résultats montrent que les bactéries à Gram positif comme les souches bactériennes *Staphylococcus aureus* 43 et 25 sont des bactéries les plus sensibles aux huiles essentielles étudiées qui exercent la plus grande sensibilité vis-à-vis l'HE testée. Dans ce contexte, le camphre, l' $\alpha$ -thujone et le 1,8-cinéole (composants majeurs présents dans HE de *Salvia officinalis*) sont des produits chimiques responsables de cette activité qu'ayant un potentiel antimicrobien (Khedher et al., 2017).

L'étude de Khedher et al 2017 trouve qu'HE de *Salvia officinalis* a montré une activité intéressante contre *S. aureus*, et selon Khalil R, et al (2011) montre que les HE de la sauge officinale de la région de Syrie ont présenté une bonne activité inhibitrice sur les souches *Staphylococcus aureus*.

Par contre Delamare Longaray et al., (2007) montre que HE de *Salvia officinalis* cultivée dans le sud du Brésil n'a montré aucune activité contre plusieurs souches de *Staphylococcus*.

Des études antérieures ont montré qu'il existait une relation entre les composants les plus abondants dans HE et l'activité antimicrobienne (Deans et Sbodova, 1990). Dans ce contexte, les activités antimicrobiennes de *Salvia officinalis* peuvent être attribuées à la présence de fortes concentrations du camphre, l' $\alpha$ -thujone et le 1,8-cinéole (les composés majeurs présents dans HE de (*Salvia officinalis*)).

## Résultats et discussion

---

Les bactéries à Gram positif exercent la plus grande sensibilité par rapport aux bactéries à Gram négatif, car ces dernières sont les plus protégées aux actions des huiles essentielles, en raison de leur membrane externe de lipopolysaccharide entourant la paroi cellulaire du peptidoglycane qui limite la diffusion des composés hydrophobes à travers son revêtement polysaccharidique dans la membrane cellulaire cible (**Wan, 1998**). L'absence de cette barrière chez les bactéries à Gram positif permet le contact direct des constituants hydrophobes des huiles essentielles avec la bicouche phospholipidique de la membrane cellulaire, où ils produisent leur effet, provoquant soit une augmentation de la perméabilité aux ions, soit une fuite de constituants intracellulaires bactériens (**Delamare et al., 2007**).

Dans le cas d'*E. Coli* et *P. aeruginosa* ATCC 27853 la grande sensibilité à l'HE de *Salvia officinalis* due à l'interaction de ses composés mineurs présents dans l'HE de *Salvia officinalis* comme l' $\alpha$ -pinène, le 2- $\beta$ -pinène et le limonène. Ce qui confirme par les travaux de **Khedher et al., 2017** montre que l' $\alpha$ -pinène, le 2- $\beta$ -pinène et le limonène (les composés mineurs) avaient également une forte activité antibactérienne. Ces composants chimiques ont exercé leurs effets toxiques sur les bactéries telles que la souche bactérienne *E. Coli*, en perturbant leur membrane externe.

Nos résultats sont similaires aussi avec, **Bouajaj et al., (2013)** ont constaté que l'huile essentielle de la sauge a exercé une forte inhibition vis-à-vis d'*Escherichia coli* avec de grandes zones d'inhibitions. On a même une étude qui a été réalisée par **Lakhal H, et al (2013)** sur les HE de *Salvia officinalis* L de la région de Batna (Est-algérien), a signalé un pouvoir inhibiteur sur des bactéries *Escherichia coli* ATCC25922 qui a été très sensible face aux différentes concentrations des HE des feuilles de l'espèce végétale *Salvia officinalis*.

Le cas d'*E. Coli* et *P. aeruginosa* ATCC 27853 sont totalement différents par rapport à l'autre bactérie à Gram négatif. Ces souches bactériennes sont sensibles à l'HE de *Salvia officinalis*, ce qui est confirmé par **Zhiri et al., (2010)** qui montre que l'activité des HE dépend aussi de l'espèce bactérienne, que ce soit la bactérie Gram+ ou Gram- et aussi dépend l'activité antimicrobienne de l'HE et principalement de la fonction de leur composition chimique et en particulier de la nature de leurs composés volatils majeurs (**Daroui-Mokaddem, 2012**).

Les activités antibactériennes obtenues étaient liées aux effets synergiques entre différents composants majeurs et mineurs de l'HE de *Salvia officinalis*, ce qui suggère que l'HE de *Salvia officinalis* pourrait être potentiellement utile dans la conservation des aliments et la lutte antiparasitaire (**Khedher et al., 2017**).

## Résultats et discussion

---

### 4. L'interaction synergique de l'huile avec quelque antibiotique

Nous avons réalisé le test synergétique d'huile essentielle de *Salvia officinalis* par la méthode de diffusion sur disque d'antibiotique (GEN, VAC, ER) sur les souches bactériennes étudiés.

De l'ensemble des résultats obtenus, la souche *Escherichia coli* a montré une grande sensibilité sous l'action des huiles essentielles (D=20) et de l'antibiotique avec la même zone d'inhibition de l'ordre de 20mm de diamètre, alors qu'elles sont complètement résistantes à l'antibiotique ER et VAC, dans le cas de l'association d'huile avec ces antibiotiques, il montre une activité synergique avec GEN le diamètre augmente de 20 à 21 et avec ER une effet antagoniste de HE et ATB à cause de la diminution de la zone d'inhibition de 20 à 10. Pour VAC aucune effet s'exerce sur *E. Coli* parce qu'il est résistante au cette antibiotique.

Concernant la souche *Saureus ATCC 43300*, présente une grande sensibilité sous l'action des huiles essentielles de l'ordre de 30 mm et de l'antibiotique GEN avec un diamètre de 29 mm, dans le cas de l'association d'huile avec GEN, montre une action synergique par l'augmentation de la zone d'inhibition 31mm. La souche *Saureus ATCC43300* résistantes aux antibiotiques ER et VAC, et l'association d'huile avec ER exerce un effet antagoniste, à cause de la diminution de la zone d'inhibition de 30 à 17 et le même effet avec VAC, un effet antagoniste et la zone d'inhibition de 30 à 11.

La même chose pour la souche *Saureus ATCC 25923*, l'huiles essentielles de *Salvia officinalis* exerce une activité synergique avec GEN et antagoniste avec ER, mais *Saureus ATCC 25923* sont complètement résistantes à l'antibiotique VAC et même dans l'association avec l'huile.

Cependant, la souche Pa ont réagi de façon plus ou moins sensible vis-à-vis des huiles essentielles de 16 mm de diamètre au contraire avec l'antibiotique GEN montre un effet important de diamètre de 24, l'augmentation de diamètre de 24 à 25 mm dans l'association avec l'huile indique son activité synergique.

La souche *P. aeruginosa ATCC 27853* avec l'antibiotique ER réalise un effet antagoniste grâce à la diminution de zone d'inhibition de 16 à 11mm, le même effet antagoniste est exercé avec VAC diamètre 16 à 10.

Les résultats montre que l'association d'huile avec les trois antibiotiques agit sur tous les souches bactériennes, de façon synergique avec l'antibiotique GEN, don on constate que les

---

## Résultats et discussion

---

diamètres des zones d'inhibitions de mélange est plus important par rapport à l'antibiotique, et antagoniste avec les antibiotique ER et VAC.

L'association des huiles essentielles aux antibiotiques peut être employée pour augmenter le spectre antimicrobien (Fadli et al., 2012), empêcher l'apparition des mutants résistants, réduire au minimum la toxicité et minimiser les effets secondaires de l'antibiotique (Lv et al., 2011), ce qui pourrait être une alternative à la monothérapie pour des patients présentant des infections envahissantes difficile à traiter, comme ceux dues aux espèces multi-résistantes(Aiyegoro et Okoh, 2009).

De nombreuses bactéries ont récemment développé une résistance à la plupart des antibiotiques. De ce fait, les chercheurs pensent que les principes actifs isolés de diverses plantes médicinales pourraient présenter une alternative intéressante à l'utilisation des antibiotiques (Benkherara et al.,2011).

L'huiles essentielles de *Salvia officinalis* agit comme agents antimicrobiens présentent deux caractéristiques principales: la première est leur origine naturelle, ce qui signifie plus de sécurité pour les consommateurs et la seconde est qu'ils sont considérés comme présentant un faible risque de résistance développement par des microorganismes pathogènes. (Cardile et al.,2009)

### 5. Essais de sensibilité à la dilution

Afin de confirmer les résultats trouvés précédemment dans l'étude qualitative de l'activité antibactérienne, nous avons procédé à la détermination des concentrations minimales inhibitrices (CMI) des HE de *Salvia officinalis*, ainsi que la détermination des concentrations minimales bactéricides (CMB).

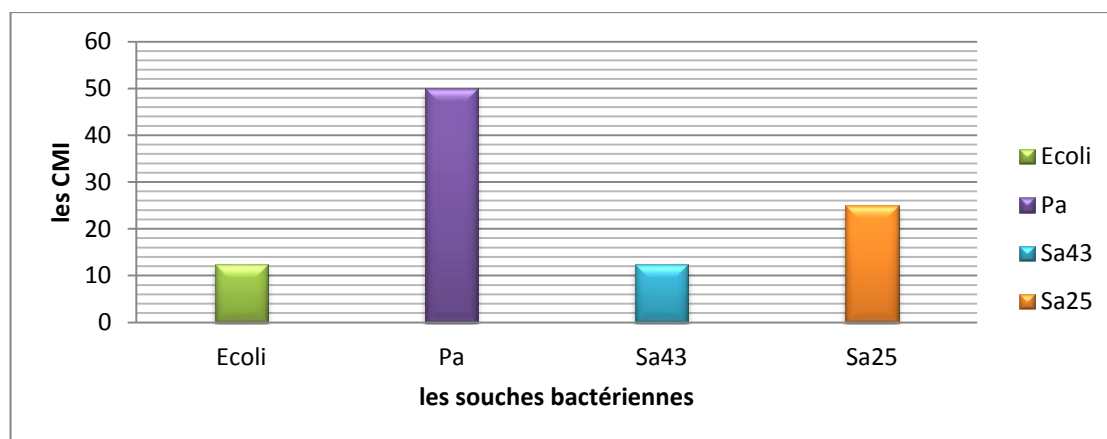
Détermination des concentrations minimales inhibitrices (CMI).Les valeurs de CMI de HE testées vis-à-vis des souches bactériennes utilisées sont représentées dans les tableaux:

+: croissance bactérienne, - : absence de croissance.

## Résultats et discussion

**Tableau 07** : résultats des CMI relative aux quatre souches bactériennes

	50	25	12,5	6,25	3,125	1,56	0,78	0,39	0,195	0,098	T-	T+
<b>E c</b>	-	-	CMI 12.5	+	+	+	+	+	+	+	-	+
<b>Pa</b>	CMI 50	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
<b>Sa43</b>	-	-	-CMI 12.5	+	+	+	+	+	+	+	-	+
<b>S.aureus ATCC 25923</b>	-	-CMI 25	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+



**Figure 29** : Représentation graphique des CMI de l'huile essentielle de *Salvia officinalis* relative aux souches bactériennes.

De façon générale, nos résultats montrent que l'huile essentielle de *Salvia officinalis* présente un effet inhibiteur remarquable. En effet, pour les 4 souches étudiées, la gamme des CMI varie de 12.5 à 25 mg/ml.

Nous avons constaté que les valeurs de CMI les moins élevées (12.5 mg/ml) sont obtenues par les bactéries *E. coli* et *S. aureus* ATCC 43300 qui sont les souches plus sensibles vis-à-vis des HE étudiées, alors que *Pseudomonas aeruginosa* et *Saureus* ATCC

## Résultats et discussion

25923 à des valeurs de CMI plus élevées (50 et 25 mg/ml) respectivement, ce que nous amené à dire que ce sont les bactéries les moins sensibles vis-à-vis de HE.

Nos résultats des CMI confirment également les résultats que nous avons obtenus auparavant par la méthode de diffusion sur les disques.

L'étude de **Bouaziz et al., 2009**, démontre que les huiles essentielles de *Salvia officinalis*, montrent des effets antimicrobiens sur les bactéries, les levures et les moisissures. Ces effets étaient visibles par les faibles CMI, et la forte réduction de la viabilité des microorganismes testés.

### 6. Détermination de la concentration minimale bactéricide (CMB)

La détermination de (CMB) en milieu solide c'est le paramètre qui nous permet de déterminer l'effet bactéricide ou bactériostatique de notre huile essentielle étudiée. Les résultats des concentrations minimales bactéricides d'HE vis-à-vis les souches bactériennes sont présentées dans la (figure30).

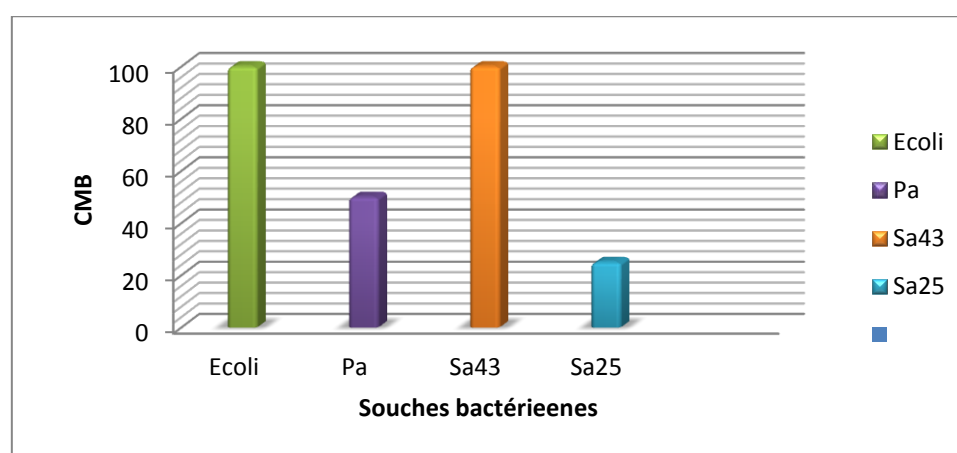


Figure 30 : Représentation graphique des CMB de l'huile essentielle de *Salvia officinalis* relative aux souches bactériennes.

La CMB est égale à la CMI dans le cas de *S.aureus* ATCC 25923 CMB=25 et CMB de *P.aeruginosa* = 50, alors que pour E.coli et *S.aureus* ATCC 43300 la valeur de CMB =100 mg/ml.

On a remarqué que l'huile essentielle de *Salvia officinalis* présente une activité bactéricide sur certains souches étudiées et une activité bactériostatique dans les autres, avec des valeurs



---

## Résultats et discussion

---

variables d'une souche bactérienne à une autre, notre huile essentielle a été juste inhibés des souches bactériennes en particulier *S.aureus* ATCC 25923 et *P. aeruginosa* ATCC 27853 qui sont présentés une valeur de CMB (25 mg/ml) donc ces deux espèces sont présentés une valeur de CMB= CMI vis-à-vis d'HE .

### **7.Le rapport CMB/CMI**

Le rapport CMB/CMI permet de définir le caractère bactériostatique ou bactéricide d'une huile essentielle. Lorsque ce rapport est inférieur à **4** , l'huile essentielle est considérée comme bactéricide(**Chebaibi et al.,2016**). Dans cette étude, les rapports CMB/CMI des huiles de *Salvia officinalis* sont de valeur de**1** pour les souches *P. aeruginosa* ATCC 27853 et *S.aureus* ATCC 25923. Ces huiles essentielles semblent donc exercer une action bactéricide contre les souches bactériennes *S.aureus* ATCC 25923 et *P. aeruginosa* ATCC 27853 testées, par contre le rapport de CMB/CMI égale à **8** pour *E. Coli* et *S.aureus* ATCC 43300 donc Ces huiles essentielles semblent donc exercer une action bactériostatique.



*Conclusion*

## Conclusion

---

En guise de conclusion, il est important de signaler que la sauge officinale ou *Salvia officinalis* de la région du Nord-Ouest algérienne est une espèce aromatique riche en métabolites secondaires et l'activité thérapeutique antibactérienne évaluée, il ressort que les huiles essentielles de la sauge officinale de cette région pourraient posséder un pouvoir antibactérien important sur les germes multi-résistants étudiés.

La valorisation de cette espèce constitue le but ultime de ce travail, qui englobe plusieurs aspects dont une étude phytochimiques et une étude biologique antibactérienne, nous ont permis de conclure que :

Notre plante est riche en métabolites secondaires, où nous avons constaté la présence des flavonoïdes, les tanins, les Saponosides, les Alcaloïdes, les terpénoïdes, coumarines, les Mucilages et les Emodols, Ces groupes chimiques sont connus pour leurs activités antimicrobiennes et leurs propriétés pharmacologiques. L'épuisement de la partie aérienne de la plante a permis d'obtenir des rendements variables en fonction d'extraction par des solvants à polarité différente. Le rendement le plus élevé est celui de l'extrait aqueux, tandis que le plus faible est l'extrait d'éther di éthylique, le rendement compris entre 80,46% et 51,57% et le rendement de l'huile essentielle obtenue a été de 1.2%.

Nous avons évalué in vitro l'activité antibactérienne de l'huile essentielle des feuilles de *Salvia officinalis* vis-à-vis des quatre souches suivantes *Escherichia coli* ATCC 25922, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Staphylococcus aureus* ATCC 43300 et *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853), toutes les souches testées, sont montrées la sensibilité face aux huiles essentielles obtenues, parmi ces bactéries, *S.aureus* 43300 et *E. Coli* semble être les plus sensibles et même l'action synergique de l'HE mélangé avec l'antibiogramme sur les bactéries étudiées sont légèrement supérieure à celle des antibiotiques ( la Vancomycine, l'Erythromycine et Gentamycine).

Il ressort de cette étude que les résultats obtenus in-vitro constituent une première étape dans la recherche de substances naturelles biologiquement actives. Il serait toutefois intéressant d'approfondir les investigations phytochimiques et biologiques de cette plante afin d'isoler les molécules responsables des activités observées, ce qui permettra d'élargir l'arsenal thérapeutique des médicaments à base de plantes. Ces produits ont l'avantage d'avoir un faible coût pour des populations à faible pouvoir économique et qui, de surcroît, sont très sensibles à la valorisation de sa médecine traditionnelle.

## Conclusion

---

### Perspectives

Il serait donc intéressant d'approfondir cette études et confirmer les résultats de l'effet antibactérien de la sauge officinale par :

- Elargir l'échantillonnage c'est-à-dire utilisé un nombre élevé des souches bactériennes.
- L'aromatogramme doit être refait plusieurs fois.
- Fractionnement et isolement des différents constituants de l'huile essentielle afin de connaitre la ou les molécules à l'origine des effets antibactériens et l'éventuelle synergie entre elles.
- Détermination du mécanisme d'action exact de l'huile essentielle en identifiant sa cible cellulaire.
- Faire une extraction et tester individuellement l'effet antibactérien des composés actifs de l'huile essentielle et leur synergie.
- Faire une étude de l'activité antifongique de *Salvia officinalis* vis-à-vis des souches de champignons et moisissures.
- Tester les différentes molécules isolées in-vivo afin de trouver des applications thérapeutiques de ces molécules actives.

1. Abdelnour, R., & Arnold, N. (2004). Contribution A L'étude Ethnopharmacologique Et Pharmacognosique Des Drogues Médicinales Les Plus Utilisées Et Vendues Par Les Herboristes Du Liban Et Recherche De Leurs Falsifications. *Annales De Recherche Scientifique*.
2. Abu-Darwish, M., Cabral, C., Ferreira, I., Gonçalves, M., Cavaleiro, C., Cruz, M., . . . Salgueiro, L. (2013). Essential oil of common sage (*Salvia officinalis* L.) from Jordan: assessment of safety in mammalian cells and its antifungal and anti-inflammatory potential. *BioMed research international*, 2013.
3. AFNOR, E. (1986). Méthodes d'essai. Recueil des normes françaises.
4. AFNOR, N. (1990). X 50-150. Analyse fonctionnelle du besoin–Guide pour l'élaboration d'un Cahier des Charges Fonctionnel, European standard.
5. AFSSAPS. (2008).Recommandations relatives aux critères de qualité des huiles essentielles. 143-147 boulevard Anatole France F - 93285 Saint-Denis Cedex.
6. Aiyegoro OA et Okoh AI. (2009). Use of bioactive plant products in combination with standard antibiotics: Implications in antimicrobial chemotherapy. *Journal of Medicinal Plants Research*. **3(13)**, 1147-1152.
7. Alihosseini, F. (2016). Plant-Based Compounds For Antimicrobial Textiles. *Antimicrobial Textiles*, 155–195.Doi:10.1016/B978-0-08-100576-7.00010-9
8. Anonyme, (2018). Herboristerie: Récolte, Séchage Et Conservation. [En Ligne] Consulté Le 12 Avril 2018. - [Http://Lelivredessecrets.Over-Blog.Com/Article-26641049.Html](http://Lelivredessecrets.Over-Blog.Com/Article-26641049.Html)
9. Arvamov Y. ces précieuses plantes de la méditerranée. edisud, Aix-en-provence. 2006.
10. Ayoughi, F., Barzegar, M., Sahari, M. A., & Naghdibadi, H. (2011). Chemical compositions of essential oils of *Artemisia dracunculus* L. and endemic *Matricaria chamomilla* L. and an evaluation of their antioxidative effects. *J. Agr. Sci. Tech*, 13, 79-88.
11. AZZI Rachid. (2013) : Contribution à l'étude de plantes médicinales utilisées dans le traitement traditionnel du diabète sucré dans l'Ouest algérien : enquête ethnopharmacologique ; Analyse pharmaco-toxicologique de Figuier (*Ficus carica*) et de coloquinte (*Citrulluscolocynthis*) chez le rat Wistar, Thèse de Doctorat en biologie, Option : Biochimie, univ.Tlemcen.

12. Badiaga(2011).Etude Ethnobotanique, Phytochimique Et Activités Biologiques De Nauclea Latifolia Smith Une Plante Médicinale Africaine Récoltée Au Mali. Thèse De Doctorat. Université Blaise Pascal - Clermontferrand Ii, 2011. Français.
13. Bahram .,& Texier, H. (2000). Sources Et Caractéristiques Des Composés Phénoliques Dans L'estuaire De La Seine. *Oceanologica Acta*, 23(2), 167–174. Doi:10.1016/S0399-1784(00)00106-7
14. Balansard G., (2007) Analyse critique des protocoles pharmacologiques utilisés pour la recherche d'extraits et de substances pures d'origine végétale à propriétés Antibactérienne ou antiparasitaire. *Revue ethnopharmacologie*.p42.
15. Baser K.H.C., Buchbauer G, 2010, Handbook of essential oils: Science, technology, and applications. CRC Press, Taylor and Francis Group, LLC. Boca Raton. New York, 994p
16. Benguella, B., & Yacouta-Nour, A. (2009). Elimination des colorants acides en solution aqueuse par la bentonite et le kaolin. *Comptes Rendus Chimie*, 12(6-7), 762-771.
17. Benjilali B. (2005) : le matériel végétal et l'extraction. In : Huiles essentielles, de la plante à l'extraction. Manuel pratique. Edition université de Québec à Chicoutimi, p 61-78.
18. Benkherara, S., Bordjiba, O., & Djahra, A. B. (2011). Etude de l'activité antibactérienne des huiles essentielles de la Sauge officinale: *Salvia officinalis* L. sur quelques entérobactéries pathogènes. *Synthèse: Revue des Sciences et de la Technologie*, 23, 72-80.
19. Benkherara, S., Bordjiba, O., & Djahra, A. B. (2011). Etude de l'activité antibactérienne des huiles essentielles de la Sauge officinale: *Salvia officinalis* L. sur quelques entérobactéries pathogènes. *Synthèse: Revue des Sciences et de la Technologie*, 23, 72-80.
20. Benmehdi H. valorisation de certaines plantes médicinales à activité hypoglycémiantes comme la coloquinte. Mémoire en chimie (Magistère) Tlemcen. 2000.
21. Bentabet, N., Boucherit-Otmani, Z., & Boucherit, K. (2014). Composition chimique et activité antioxydante d'extraits organiques des racines de *Fredolia aretioides* de la région de Béchar en Algérie. *Phytothérapie*, 12(6), 364-371.
22. Bernadet M, (2000) ; Phyto-aromathérapie pratique, plantes médicinales et huiles essentielles. Dictionnaire thérapeutique de 530 affections courantes. Dangles, Toulouse, France, 384p.

23. Biało, D., Ślusarek, B., Paszkowski, L., (2004). The influence of kind powder on physical properties of Nd-Fe-B dielectromagnets. In Euro PM 2004 Conference Proceedings (Vol. 4, pp. 555-560).
24. Bouajaj S., Benyamna A., Bouamama H., Romane A., Falconieri D., Piras A. & Marongiu B. (2013): Antibacterial, allelopathic and antioxidant activities of essential oil of *Salvia officinalis* L. growing wild in the Atlas Mountains of Morocco. *Natural Product Research*, 27(18): 1673–1676.
25. Bouaziz M., Thabèt Yangui T., Sayadi S., Dhouib A., 2009. Disinfectant properties of essential oils from *Salvia officinalis* L. cultivated in Tunisia. *Food and Chemical Toxicology*. Vol. 47, p.p. 2755-2760. Brieskorn C.H., 1991. Seine inhaltsstoffe und sein therapeutischer wert, *Z. Phytotherapie.*, Vol. 12, 61-69.
26. BOUGROW. S., Reconnaître les champignons les plante et baies sauvages, E/P/A, 410 p, 2009.
27. Bounihi, A. (2016). Criblage phytochimique, Étude Toxicologique et Valorisation Pharmacologique de *Melissa officinalis* et de *Mentha rotundifolia* (Lamiacées) (Doctoral dissertation).
28. Bourgaud, F., Gravot, A., Milesi, S., & Gontier, E. (2001). Production Of Plant Secondary Metabolites: A Historical Perspective. *Plant Science*, 161(5), 839–851. Doi:10.1016/S0168-9452(01)00490-3
29. Boutaghane Naima (2013). Etude phytochimique et pharmacologique de plantes médicinales Algériennes *Genista ulicina* Spach (Fabaceae) et *Chrysanthemum macrocarpum* (Sch. Bip.) Coss. & Kralik ex Batt (Asteraceae). (Thèse De Doctorat). Université de Constantine 1
30. Bouzid, A., Chadli, R., & Bouzid, K. (2017). Etude Ethnobotanique De La Plante Médicinale *Arbutus Unedo* L. Dans La Région De Sidi Bel Abbés En Algérie Occidentale. *Phytothérapie*, 15(6), 373-378. Doi : 10.1007/S10298-016-1027-6
31. Bruneton, J. (1993). *Pharmacognosie et phytochimie des plantes médicinales*, 2ème Ed. Lavoisier, Paris 7.
32. Bruneton, J. (1999). *Pharmacognosie : Phytochimie, Plantes Médicinales*. 3ème Edition, Lavoisier Techniques & Documentation, Paris.
33. Bruneton, J. (1999). *Pharmacognosie, Phytochimie, Plantes médicinales*, 3ème Ed. Ed. médicales internationales and Tec & Doc Lavoisier, Paris.

34. Bruneton, J. (2009). Pharmacognosie, phytochimie des plantes médicinales, 3<sup>e</sup> édition, TEC et DOC. Paris, p :310-312-318-319-321-370-371-372-463-783-784790.1292.
35. Cardile V, Russo A, Formisano C, Rigano D, Senatore F, Arnold NA, et al. Essential oils of *Salvia bracteata* and *Salvia rubifolia* from Lebanon: chemical composition, antimicrobial activity and inhibitory effect on human melanoma cells. *J Ethnopharmacol.* 2009;126: 265–72.
36. Chebaibi, A., Marouf, Z., Rhazi-Filali, F., Fahim, M., & Ed-Dra, A. (2016). Évaluation du pouvoir antimicrobien des huiles essentielles de sept plantes médicinales récoltées au Maroc. *Phytothérapie*, 14(6), 355-362.
37. Cheynier, V. (2012). Phenolic Compounds: From Plants To Foods. *Phytochemistry Reviews*, 11(2-3), 153–177. Doi:10.1007/S11101-012-9242-8
38. Ciulei J (1981). Methodology for analysis of vegetable drugs. Ed. Ministry of Chemical Industry. Romania, 67.
39. CLARKE, S. (2008). *Families of compounds that occur in essential oils. Essential Chemistry for Aromatherapy*, 41–77. doi:10.1016/b978-0-443-10403-9.00003-0
40. Clément, R. P. (2005). Aux racines de la phytothérapie: entre tradition et modernité (1<sup>re</sup> partie). *Phytotherapie*, 3(4), 171-175. Doi : 10.1007/s10298-005-0097-7
41. Clinical Laboratory Standards Institute-CLSI. (2009). Methods for dilution antimicrobial susceptibility tests for bacteria that grow aerobically; Approved standard. CLSI document. M07-A8. Clinical Laboratory Standards Institute, Wayne, Pa.
42. Cutillas, A. B., Carrasco, A., Martinez-Gutierrez, R., Tomas, V., & Tudela, J. (2017). *Salvia officinalis* L. essential oils from Spain: determination of composition, antioxidant capacity, antienzymatic, and antimicrobial bioactivities. *Chemistry & biodiversity*, 14(8), e1700102.
43. DA SALIVA. F., Utilisation des huiles essentielles en infectiologie ORL, Thèse de doctorat en Pharmacie, à l'université Henri Poincaré - NANCY 1, 2010, 160p.
44. Dang, X., Liu, Z., Zhou, Y., Chen, P., Liu, J., Yao, X. Et Lei, B. (2018). Bibliothèque Cible Spécifique Aux Stéroïdes Pour La Prédiction De Cibles Stéroïdes. *Stéroïdes*. Doi: 10.1016 / J.Steroids.2018.10.002



45. Daroui-Mokaddem H. (2012). Etude phytochimique et biologique des espèces *Eucalyptus globulus* (Myrtaceae), *Smyrniololus* (Apiaceae), *Asteriscus maritimus* et *chrysanthemum trifurcatum* (Asteraceae). Thèse de doctorat en Biochimie Appliquée. Université Badji Mokhtar-Annaba. P8,14,28
46. Deans SG, Sbdova KP. The antimicrobial properties of marjoram (*Origanum majorana* L.) volatile oil. *Flavour Frag J.* 1990;5:187–90.
47. Degryse A.C., Delpla I and Voinier M.A, 2008, Risques et bénéfices possibles des huiles essentielles. *Atelier santé environnement-IGS-EHESP*, 87p.
48. Delamare A.P.L., I.T. Moschen-Pistorello, L. Artico, L. Atti-Serafini, and Echeverrigaray S., 2007. Antibacterial activity of the essential oils of *Salvia officinalis* L. and *Salvia triloba* L. cultivated in South Brazil. *Food Chem.*, vol 100, p.p. 603-608.
49. Delamare Longaray APL, Ivete TMP, Artico L, Atti-Serafini L, Echeverrigaray S. Antibacterial activity of the essential oils of *Salvia officinalis* L. and *Salvia triloba* L. cultivated in south Brazil. *Food Chem.* 2007;100:603–8.
50. Derwich, E., Benaabidate, L., Zian, A., Sadki, O., & Belghity, D. (2010). Caractérisation physico-chimique des eaux de la nappe alluviale du haut Sebou en aval de sa confluence avec oued Fès. *LARHYSS Journal* ISSN 1112-3680, (8).
51. Diop, N., Dornier, M., Dhuique-Mayer, C., Prades, A., Munier Pantel, S., Péliissier, Y., ... & Sock, O. (2010). Caractérisation d'un fruit sauvage du Sénégal: le Ditax (# *Detarium senegalense* # JF Gmel).
52. Dixon, Ra (1995). Métabolisme Des Phénylpropanoïdes Induit Par Le Stress. *La Cellule Vegetale En Ligne*, 7 (7), 1085-1097. Doi: 10.1105 / Tpc.7.7.1085
53. Djabou, N., Lorenzi, V., Guinoiseau, E., Andreani, S., Giuliani, M. C., Desjobert, J. M., ... & Muselli, A. (2013). Phytochemical composition of Corsican *Teucrium* essential oils and antibacterial activity against foodborne or toxi-infectious pathogens. *Food Control*, 30(1), 354-363.
54. Djeddi S., 2012 - Les Huiles Essentielles "Des Mystérieux Métabolites Secondaires": Manuel De Formation Destiné Aux Etudiants De Master. Ed.Presses Académiques Francophones Grece, 64 P.
55. Dubois, M., Gilles, K. A., Hamilton, J. K., Rebers, P. T., & Smith, F. (1956). Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analytical chemistry*, 28(3), 350-356.

56. Ebrahimi N.S., Hadian J., Mirjalili M.H., Sonboli A., et Yousefzadi M. 2008. Essential oil composition and antimicrobial activity of *Thymus caramanicus* at different phenological stages. *Food chemistry.*, 110 : 927-931.
57. Edeoga HO, Okwu DE, Mbaebie BO. Phytochemical constituents of some Nigerian medicinal plants. *African Journal of Biotechnology.* 2005; 4(7): 685-688.
58. Eloff, J. N. (1998). A sensitive and quick microplate method to determine the minimal inhibitory concentration of plant extracts for bacteria. *Planta medica*, 64(08), 711-713.
59. Ennadir, J., Hassikou, R., Bouazza, F., Arahou, M., Al Askari, G., & Khedid, K. (2014). Évaluation in vitro de l'activité antibactérienne des extraits aqueux et organiques des graines de *Nigella sativa* L. et de *Foeniculum vulgare* Mill. *Phytothérapie*, 12(5), 302-308.
60. Etsassala, N. G., Waryo, T., Popoola, O. K., Adeloye, A. O., Iwuoha, E. I., & Hussein, A. A. (2019). Electrochemical Screening and Evaluation of Lamiaceae Plant Species from South Africa with Potential Tyrosinase Activity. *Sensors*, 19(5), 1035.
61. Fadli M, Saad A, Sayadi S, Chevalier J, Mezrioui N, Pagès J.M et Hassani L. (2012). Antibacterial Activity of *Thymus Maroccanus* and *Thymus Broussonetii* essential oils against nosocomial infection – bacteria and their synergistic potential with antibiotics. *Phytomedicine*. 19, 464–471.
62. Falleh, H., Ksouri, R., Chaieb, K., Karray-Bouraoui, N., Trabelsi, N., Boulaaba, M., & Abdelly, C. (2008). Phenolic composition of *Cynara cardunculus* L. organs, and their biological activities. *Comptes Rendus Biologies*, 331(5), 372-379.
63. Feknous, S., Saidi, F., & Said, R. M. (2014). Extraction, caractérisation et identification de quelques métabolites secondaires actifs de la mélisse (*Melissa officinalis* L.). *Nature & Technology*(11), 7.
64. Fellah, (2001). Valorisation de l'huile essentielle de la salvia officinalis de Tunis, extraction et étude physico-chimique et théorique. DEA en chimie organique Fac des Sciences de Tunis.
65. Fleurentin J., 2008. Plantes médicinales : Traditions et thérapeutique. Ed. OUEST – France. 92-93.
66. Fruleux, L. Monographie *Salvia officinalis*. PDF. 2008/2009.
67. Fulbert J. C., Cals M. J. (1992): Les Radicaux libres en biologie clinique. *Pathol. Biol.*, 49 :1,

68. G. Galili Et A. Aharoni, Tzin, V., (2012). La Voie De Shikimate Et La Biosynthèse Des Acides Aminés Aromatiques. Els. Doi: 10.1002 / 9780470015902.A0001315.Pub2
69. Ghorbani, A., & Esmaeilzadeh, M. (2017). Pharmacological properties of *Salvia officinalis* and its components. *Journal of traditional and complementary medicine*, 7(4), 433-440.
70. Ghourri Mohamed., Zidane Lahcen&Douira Allal.2013 : usage des plantes médicinales dans le traitement du Diabète Au Sahara marocaine (Tan-Tan), *Journal of Animal & Plant Sciences*, 17 :1, 2388-2411.
71. Gilly, G. (2005). Les plantes aromatiques et les huiles essentielles à grasse.botanique,culture,chimie production et marché. Edition l'Harmattan, 414p
72. Goyal, S., Lambert, C., Cluzet, S., Mérillon, J. M., & Ramawat, K. G. (2011). Secondary Metabolites And Plant Defence. *Plant Defence: Biological Control*, 109–138.Doi:10.1007/978-94-007-1933-0\_5
73. Gray, J. (2003) *Carbohydrates: Nutritional And Health Aspects*. Brussels, Ilsi Europe.
74. Grigorie, T. L., Popov, A. V., Botez, R., Mamou, M., & Mébarki, Y. (2010). A morphing wing used shape memory alloy actuators new control technique with bi-positional and PI laws optimum combination-part 2: experimental validation.
75. Hans W.K.2007.100 plantes aromatiques et médicinales. Terre édition.
76. Hassan, S. T., Švajdlenka, E., Rengasamy, K. R., Melichárková, R., & Pandian, S. K. (2019). The metabolic profile of essential oils and assessment of anti-urease activity by ESI-mass spectrometry of *Salvia officinalis* L. *South African Journal of Botany*, 120, 175-178.
77. Hayouni, E.A., Chraief, I., Abedrabba, M., Bouix, M., Leveau, J.Y., Mohammed, H., Hamdi, M., 2008. Tunisian *Salvia officinalis* L. and *Schinus molle* L. essential oils: their chemical compositions and their preservative effects against *Salmonella* inoculated in minced beef meat. *International Journal of Food Microbiology* 125, 242–251.
78. Hoffmann, L. (2004). Silencing Of Hydroxycinnamoyl-Coenzyme A Shikimate / Quinate Hydroxycinnamoyltransférase Affecte La Biosynthèse Des Phénylpropanoïdes. *La Cellule Vegetale En Ligne*, 16 (6), 1446-1465. Doi: 10.1105 / Tpc.020297

79. Hunter Stockten tompon,(s.d).l'éther diéthylique.Book Wiki encyclopédie libre.
80. Isac-García, J., Dobado, J. A., Calvo-Flores, F. G., & Martínez-García, H. (2016). Green Chemistry Experiments. *Experimental Organic Chemistry*, 417–484.Doi:10.1016/B978-0-12-803893-2.50013-9
81. Iserin, P. (2001). Larousse Encyclopédie Des Plantes Médicinales. Identification, Préparations, Soins. 2nd Edition, Dorling Kindersiey Limited, Londres.P19
82. ISERIN. P., Encyclopédie des plantes médicinales, Larousse, 335p, 2001.
83. Jhon w,Daly,Myers, Cw Et Whittaker, N. (1987). Classification Supplémentaire Des Alcaloïdes Cutanés Des Grenouilles Néonropicales (Dendrobatidae), Avec Une Enquête Générale Sur Les Substances Toxiques / Nocives Présentes Dans L'amphibie. *Toxicon*, 25 (10), 1023-1095. Doi: 10.1016 / 0041-0101 (87) 90265-0
84. Joffin J.N. et Leyral G. (2006). Microbiologie Technique. Tome 1, Dictionnaire des techniques. 4ème Edition A.S.M Washington, 967-971.
85. Johannes Holert,., Cardenas, E., Bergstrand, Lh, E. Zaikova, E., Hahn, As, Hallam, Sj Et Mohn, Ww (2018). Les Métagénomes Révèlent La Répartition Mondiale Du Catabolisme Des Stéroïdes Bactériens Dans Des Environnements Naturels, Techniques Et Hôtes. *Mbio*, 9 (1). Doi: 10.1128 / Mbio.02345-17
86. Kamatou, G., Makunga, N., Ramogola, W., & Viljoen, A. (2008). South African *Salvia* species: a review of biological activities and phytochemistry. *Journal of ethnopharmacology*, 119(3), 664-672.
87. Karumi Y, Onyeyili PA, Ogugbuaja VO. Identification of active principles of *M. balsamina* (Balsam Apple) leaf extract. *J Med Sci*. 2004; 4(3):179-182.
88. Kelly, Np, Kelly, Al Et O'mahony, Ja (2018). Stratégies D'enrichissement Et De Purification Des Polyphénols A Partir De Matériaux A Base De Fruits. *Tendances En Science Et Technologie Alimentaires*. Doi: 10.1016 / J.Tifs.2018.11.010
89. Khalil R, Li ZG (2011) Antimicrobial activity of essential oils of *Salvia officinalis* L. collected in Syria. *Afr J Biotechnol* 10: 8397–8402 24. Lakhil H, Ghorab H, Chibani S, et al (2013) Chemical composition and biological activities of the essential oils of *Salvia officinalis* from Batna (Algeria). *Schol Res Library* 5:310–4
90. Khedher, M. R. B., Khedher, S. B., Chaieb, I., Tounsi, S., & Hammami, M. (2017). Chemical composition and biological activities of *Salvia officinalis* essential oil from Tunisia. *EXCLI journal*, 16, 160.

91. Khedher, M. R. B., Khedher, S. B., Chaieb, I., Tounsi, S., & Hammami, M. (2017). Chemical composition and biological activities of *Salvia officinalis* essential oil from Tunisia. *EXCLI journal*, 16, 160.
92. Kim EJ, Jung SN, Son KH, Kim SR, Ha TY, Park MG, et al. Antidiabetes and antiobesity effect of cryptotanshinone via activation of AMP-activated protein kinase. *Mol Pharmacol*. 2007; 72:62–72.
93. Kintzios, S.E. *Sage the Genus Salvia*; Harwood Academic Publisher: Amsterdam, The Netherlands, 2000; ISBN 0203303660.
94. Kouch, M. (2014). Etude phytochimique et biologique d'une espèce végétale endémique algérienne « *Thymus numidicus* Poiret ».
95. Laccourreye, O., Werner, A., Laccourreye, L., & Bonfils, P. (2017). La Phytothérapie En Pratique Clinique En Otorhinolaryngologie: Apport, Limites Et Risques. *Annales Françaises D'oto-Rhino-Laryngologie Et De Pathologie Cervico-Faciale*, 134(2), 90-95. Doi : [10.1016/J.Aforl.2016.08.009](https://doi.org/10.1016/J.Aforl.2016.08.009)
96. Lakhal H, Ghorab H, Chibani S, et al (2013) Chemical composition and biological activities of the essential oils of *Salvia officinalis* from Batna (Algeria). *Schol Res Library* 5:310–4
97. Länger, R., Mechtler, C., & Jurenitsch, J. (1996). Composition of the essential oils of commercial samples of *Salvia officinalis* L. and *S. fruticosa* Miller: A comparison of oils obtained by extraction and steam distillation. *Phytochemical Analysis*, 7(6), 289-293.
98. Laouer H, (2004) -Inventaire de la flore médicinale utilisée dans les régions de Sétif, de Bejaia, de Msila et de Djelfa, composition et activité antimicrobienne des huiles essentielles d'*Ammoides pusilla* et de *Magydaris pastinacea*. Thèse de Doctorat d'état, Département de Biologie, Faculté des sciences, UFA de Sétif.
99. Lee K.W., Kim Y.J., Lee H.J., et Lee C.Y. 2003. Cocoa has more phenolic phytochemicals and a higher antioxidant capacity than teas and red wine. *Food chemistry*., 51 : 7292-7295.
100. Létard, J. C., Costil, V., & Dalbiès, P. (2015). *Phytothérapie-Principes Généraux*. Hegel. Doi : [10.4267/2042/56337](https://doi.org/10.4267/2042/56337)
101. Lima, Pss, Lucchese, Am, Araújo-Filho, Hg, Menezes, Pp, Araújo, Aas, Quintans-Júnior, Lj Et Quintans, Jss (2016). Inclusion De Terpènes Dans Les Cyclodextrines:

- Méthodes De Préparation, De Caractérisation Et Pharmacologiques. Polymères Glucidiques, 151, 965–987. Doi: 10.1016 / J.Carbpol.2016.06.040
- 102.** LOGRADA. T., Etude Caryologique et Phytochimique de Six Espèces Endémiques du genre *Genista* L. en Algérie, Thèse de Doctorat en sciences, à l'Université Ferhat Abbas Setif, 2010, 163p.
- 103.** Lopresti, A. L. (2017). *Salvia* (sage): a review of its potential cognitive-enhancing and protective effects. *Drugs in R&D*, 17(1), 53-64.
- 104.** Lu, Y., & Foo, L. Y. (2002). Polyphenolics of *Salvia*—a review. *Phytochemistry*, 59(2), 117-140.
- 105.** Lv F, Liang H, Yuan Q et Li C. (2011). In vitro antimicrobial effects and mechanism of action of selected plant essential oil combinations against four food-related microorganisms. *Food Research International*. **44**, 3057–3064.
- 106.** Maldonado, Rakotonanahary (2012). *Peumus Boldus* M. De La Botanique A La Thérapeutique : Etat Des Connaissances En 2012. Thèse De Doctorat. Université Joseph Fourier. Faculté De Pharmacie De Grenoble
- 107.** Malecky Mostafa(2008). Métabolisme Des Terpénoïdes Chez Les Caprins. Thèse De Doctorat. L'institut Des Sciences Et Industries Du Vivant Et De L'environnement (Agroparistech)
- 108.** Mamyrbekova-Bekro J. A., Boua B.B., Diaby A., Bekro Y.A., (2013). Screening phytochimique bio guidé et évaluation in vitro des propriétés purgatives d'*Anchomanes difformis* (Blume) Engl., une plante utilisée en Côte d' Ivoire dans le traitement folklorique de la constipation. Revue « Nature & Technologie ». BSciences Agronomiques et Biologiques, n° 09/ Pages 20 à 26.
- 109.** Mangambu, M., Mushagalusa, K., & Kadima, N. (2014). Contribution A L'étude Photochimique De Quelques Plantes Médicinales Antidiabétiques De La Ville De Bukavu Et Ses Environs (Sud-Kivu, R.D.Congo). *Journal Of Applied Biosciences*, 75(1), 6211. Doi:10.4314/Jab.V75i1.7
- 110.** Martin LP., Larry GB. Rapid visual estimation and spectrophotometric determination of tannin content of Sorghum grain. *J Agri Food Chem*. 1977; 25(6).
- 111.** Mauro Neves Muniz. (2006). Synthèse d'alcaloïdes biologiquement actifs : la (+)-anatoxine-a et la (±)-camptothécine. Thèse de doctorat en chimie. Université Joseph Fourier – Grenoble I. France.

- 112.** Miliauskas. G., Venskutonis P.R., et Van Beek T.A. 2004. Screening of radical scavenging activity of some medicinal and aromatic plant extract. *Food chemistry.*, 85 : 231-237.
- 113.** Moirand, S., & Reboul-Touré, S. (2015). Nommer les événements à l'épreuve des mots et de la construction du discours. *Langue française*, (4), 105-120.
- 114.** Moro, Arslanoglu, S., G. E., Schmitt, J., Tandoi, L., Rizzardi, S., & Boehm, G. (2008). Early dietary intervention with a mixture of prebiotic oligosaccharides reduces the incidence of allergic manifestations and infections during the first two years of life. *The Journal of nutrition*, 138(6), 1091-1095
- 115.** Mortier F, 1991. Préparation des extraits destinés à l'évaluation pharmacologique, in : Fleurentin J. et Coll., *Ethnopharmacologie : sources, méthodes, objectifs*, Paris - Metz, Éd. ORSTOM et Société Française d'Ethnopharmacologie, 199-209
- 116.** Naghibi, F., Mosaddegh, M., Mohammadi Motamed, M., & Ghorbani, A. (2010). Labiatae family in folk medicine in Iran: from ethnobotany to pharmacology. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*, 63-79.66-77.
- 117.** Oloyede O.I. (2005). Chemical Profile Of Unripe Pulp Of Carica Papaya. *Pakistan Journal Of Nutrition*, 4 : 379-381.
- 118.** Özcan B, Birgul EM, Coleri A, Yolcu H, Caliskan M. In vitro antimicrobial and antioxidant activities of various extracts of *Salvia microstegia* (Boiss.) et. Bal. from Antakya, Turkey. *Fresenius Environ Bull.* 2009; 18:658–62.
- 119.** Paris R & Dillemann G. (1960) : les plantes médicinales des régions arides, Unesco, Pris7e, Edition Oberthur, Rennes.
- 120.** Pereira, O., Catarino, M., Afonso, A., Silva, A., & Cardoso, S. (2018). *Salvia elegans*, *Salvia greggii* and *Salvia officinalis* Decoctions: Antioxidant Activities and Inhibition of Carbohydrate and Lipid Metabolic Enzymes. *Molecules*, 23(12), 3169.
- 121.** Ponce AG, Fritz R, del Valle C, Roura SI, 2003.. Antimicrobial activity of essential oils on the native microflora of organic Swiss chard. *LW u. - Technol* 36 : 679-684.
- 122.** Putievsky, E., Ravid, U., & Sanderovich, D. (1992). Morphological observations and essential oils of sage (*Salvia officinalis* L.) under cultivation. *Journal of essential oil research*, 4(3), 291-293.



- 123.** Quezel, P. et Santa, S. (1963). Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome II. Ed. C.N.R.S. Paris. p603,781-793.
- 124.** Ribeiro, M., Simões, L. C., & Simões, M. (2018). Biocides. Reference Module In Life Sciences. Doi:10.1016/B978-0-12-809633-8.12118-1
- 125.** Richard, T., Tamsamani, H., Delaunay, J.-C., Krisa, S., & Mérillon, J.-M. (2014). Stilbènes : De La Chimie A La Neuroprotection. Cahiers De Nutrition Et De Diététique, 49(4), 173–180. Doi:10.1016/J.Cnd.2014.03.001
- 126.** Robard, I. (2004). Plantes Médicinales D'outre-Mer Et Pharmacopées: Aspects Juridiques, Economiques Et Culturels. *Phytothérapie*, 2(1), 16-21. Doi : 10.1007/S10298-004-0005-6
- 127.** Roberts, Cw, Roberts, F., Lyons, Re, Kirisits, Mj, Mui, Ej, Finnerty, J.,... Mcleod, R. (2002). La Voie Shikimate Et Ses Branches Dans Les Parasites Apicomplexa. *Journal Des Maladies Infectieuses*, 185 (S1), S25 – S36. Doi: 10.1086 / 338004
- 128.** Rodolfo, J., Koroch, A., Simon, J., Hitimana, N. (2006). Quality of geraniumoils: case studies in southern and eastern Africa. *Journal of essential oil research*, Sept-Oct .
- 129.** RYBERG, M., MÖLLER, G., & ERIGSON, T. (1991). Saliva composition and caries development in asthmatic patients treated with  $\beta$ 2-adrenoceptor agonists: a 4-year follow-up study. *European Journal of Oral Sciences*, 99(3), 212-218.
- 130.** Safran, M., Dalah, I., Alexander, J., Rosen, N., Iny Stein, T., Shmoish, M., ... & Sirota-Madi, A. (2010). GeneCards Version 3: the human gene integrator. Database, 2010.
- 131.** Sekkoum Khaled (2011). Composition Phytochimique Et Effet, In Vitro, Des Extraits De Quelques Plantes Médicinales Du Sud-Ouest Algérien Sur La Cristallisation Lithiasique Oxalocalcique. (Thèse De Doctorat). Université Djilali Liabes, Sidi Bel Abbès.
- 132.** Shalaby, S., Horwitz, B.A., 2015. Plant Phenolic Compound And Oxidative Stress: Integrated Signals In Fungal-Plant Interactions. *Curr. Genet.* 61, 347–357
- 133.** Shravya, S., Vinod, B. N., & Sunil, C. (2017). Pharmacological And Phytochemical Studies Of *Alangium Salvifolium* Wang. – A Review. *Bulletin Of Faculty Of Pharmacy, Cairo University*, 55(2), 217–222. Doi:10.1016/J.Bfopcu.2017.07.001
- 134.** Singh, B. Et Sharma, Ra (2014). Terpènes Végétaux: Réponses De Défense, Analyse Phylogénétique, Régulation Et Applications Cliniques. *3 Biotech*, 5 (2), 129-151. Doi: 10.1007 / S13205-014-0220-2

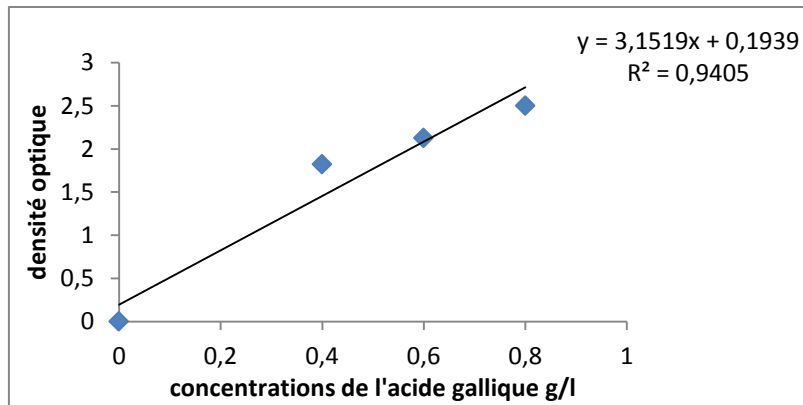


- 135.** Smach, M. A., Hafsa, J., Charfeddine, B., Dridi, H., & Limem, K. (2015). Effects Of Sage Extract On Memory Performance In Mice And Acetylcholinesterase Activity. *Annales Pharmaceutiques Françaises*, 73(4), 281–288. Doi:10.1016/J.Pharma.2015.03.005
- 136.** Solecka, D. (1997). Rôle Des Composés Phénylpropanoïdes Dans Les Réponses Des Plantes A Différents Facteurs De Stress. *Acta Physiologiae Plantarum*, 19 (3), 257–268. Doi: 10.1007 / S11738-997-0001-1
- 137.** Stagos, D., Portesis, N., Spanou, C., Mossialos, D., Aligiannis, N., Chaita, E., . . . Tsatsakis, A. M. (2012). Correlation of total polyphenolic content with antioxidant and antibacterial activity of 24 extracts from Greek domestic Lamiaceae species. *Food and Chemical Toxicology*, 50(11), 4115-4124.
- 138.** Stojanovi, J. B., & Veljkovi, V. B. (2007). Extraction of flavonoids from garden (Salvia officinalis L.) and glutinous (Salvia glutinosa L.) sage by ultrasonic and classical maceration. *J. Serb. Chem. Soc*, 72(1), 73-80.
- 139.** Sucher, N. J., & Carles, M. C. (2008). Genome-based approaches to the authentication of medicinal plants. *Planta medica*, 74(06), 603-623.
- 140.** Sy, G. Y., Barbosa, F., Wele, A., Gueye, P., Gueye, C., Cisse, A., . . . Faye, B. (2011). Activité anti-hyperglycémiant de la fraction f2 de l'extrait total acetonique de feuilles de Vernonia colorata (Compositae). *Pharmacopée et médecine traditionnelle africaine*, 15.
- 141.** Telefo, P. B., Lemfack, M. C., Bayala, B., Lienou, L. L., Goka, C. S., Yemele, M. D., ... & Moundipa, F. P. (2012). Enquête Ethnopharmacologique Des Plantes Utilisées Dans Le Traitement De L'infertilité Féminine Dans Les Localités De Fossong-Wentcheng Et Foto, Cameroun. *Phytothérapie*, 10(1), 25-34. Doi: 10.1007/S10298-011-0678-6
- 142.** Tim T. P. C., et Lamb A. J. 2005. Antimicrobial activity of flavonoids. *International journal of antimicrobial agents*, 26 : 343-356.
- 143.** Touafek, O. (2010). Etude phytochimique de plantes médicinales du Nord et du Sud algériens.
- 144.** Wakasa, K. Et Ishihara, A. (2009). Ingénierie Métabolique Des Voies De Biosynthèse Du Tryptophane Et De La Phénylalanine Dans Le Riz. *Plant Biotechnology*, 26 (5), 523–533. Doi: 10.5511 / Plantbiotechnology.26.523

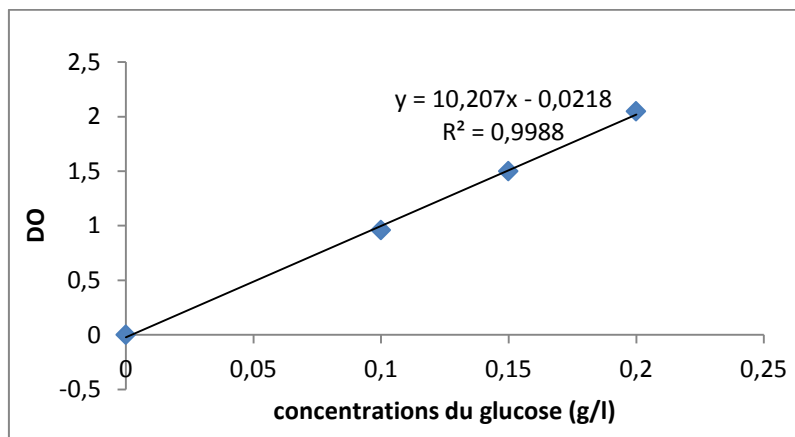
- 145.** Wan, J., Wilcock, A., Coventry, M J., (1998). “The effect of essential oils of basil of the growth *Aeromonas hydrophila* and *Pseudomonas fluorescens*”, *J. Appl. Microbiol.* 84: 152-158.
- 146.** Who, E. C. (2004). Appropriate body-mass index for Asian populations and its implications for policy and intervention strategies. *Lancet* (London, England), 363(9403), 157.
- 147.** Wichtl M., Anton R., 2003 \_ *Plantent Thérapeutiques – Tradition, Pratique Officinale, Science Et Thérapeutique*, 2ème Edition, Ed. Tec & Doc, 2003.
- 148.** World Health Organization. (2013). *Weekly Epidemiological Record*, 2013, vol. 88, 31 [full issue]. *Weekly Epidemiological Record= Relevé épidémiologique hebdomadaire*, 88(31), 321-336.
- 149.** Wudy, Sa, G. Schuler, A. Sánchez-Guijo Et Mf Hartmann (2018). *L'art De Mesurer Les Stéroïdes. Le Journal De La Biochimie Et De La Biologie Moléculaire Des Stéroïdes*, 179, 88-103. Doi: 10.1016 / J.Jsbmb.2017.09.003
- 150.** Yamane, H., Konno, K., Sabelis, M., Takabayashi, J., Sassa, T., & Oikawa, H. (2010). *Chemical Defence And Toxins Of Plants. Comprehensive Natural Products II*, 339–385. Doi:10.1016/B978-008045382-8.00099-X
- 151.** Zabalza, A., Orcaray, L., Fernández-Escalada, M., Zulet-González, A. Et Royuela, M. (2017). *Le Schéma De La Voie Shikimate Et Des Phénylpropanoïdes Après Inhibition Par Le Glyphosate Ou Le Quinate S'alimentant Dans Les Racines De Pois. Pesticide Biochemistry And Physiology*, 141, 96-102. Doi: 10.1016 / J.Pestbp.2016.12.005
- 152.** Zhiri A., Mayaud L., Bouhdid S., Baudoux D, Abrini J, Aubert G(2010). *Evaluation de l'activité bactéricide et bactériostatique des huiles essentielles visà-vis des souches d'origine clinique résistantes aux antibiotiques.*Congres Francophone de Phytothérapie – Beyrouth.
- 153.** Ziegler, J. Et Facchini, Pj (2008). *Biosynthèse Des Alcaloïdes: Métabolisme Et Trafic. Revue Annuelle De La Biologie Végétale*, 59 (1), 735–769. Doi: 10.1146 / Annurev.Arplant.59.032607.092730
- 154.** Zuo, S., Xiao, J., Zhang, Y., Zhang, X., Nomura, Ct, Chen, S. Et Wang, Q. (2018). *Conception Rationnelle Et Optimisation Du Milieu Pour La Production De Shikimate Dans Des Souches Recombinantes De Bacillus Licheniformis. Process Biochemistry*, 66, 19-27. Doi: 10.1016 / J.Procbio.2017.12.012.



## Annexe



**Annexe 1** : La courbe d'étalonnage de l'acide gallique pour le dosage des composés phénoliques.



**Annexe 2** : La courbe d'étalonnage du glucose pour le dosage des sucres totaux.

Ingrédients	Les mesures
Peptone de caséine	17,5 g
Extrait de viande	2,0 g
Amidon	1,5 g
Eau distillée	1 L
pH	7,4

**Annexe 3** : Composition de bouillon Muller-Hinton (BMH).

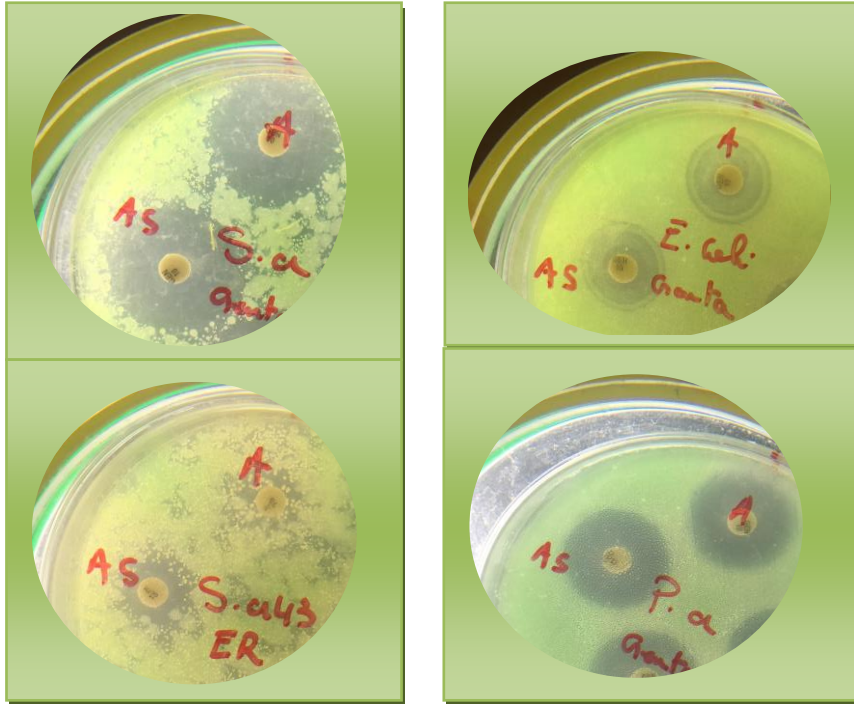
Ingrédients	Les mesures
Milieu déshydraté	38,0 g
Eau distillée	1 L

**Annexe 4** : Composition de gélose Muller-Hinton (MH).

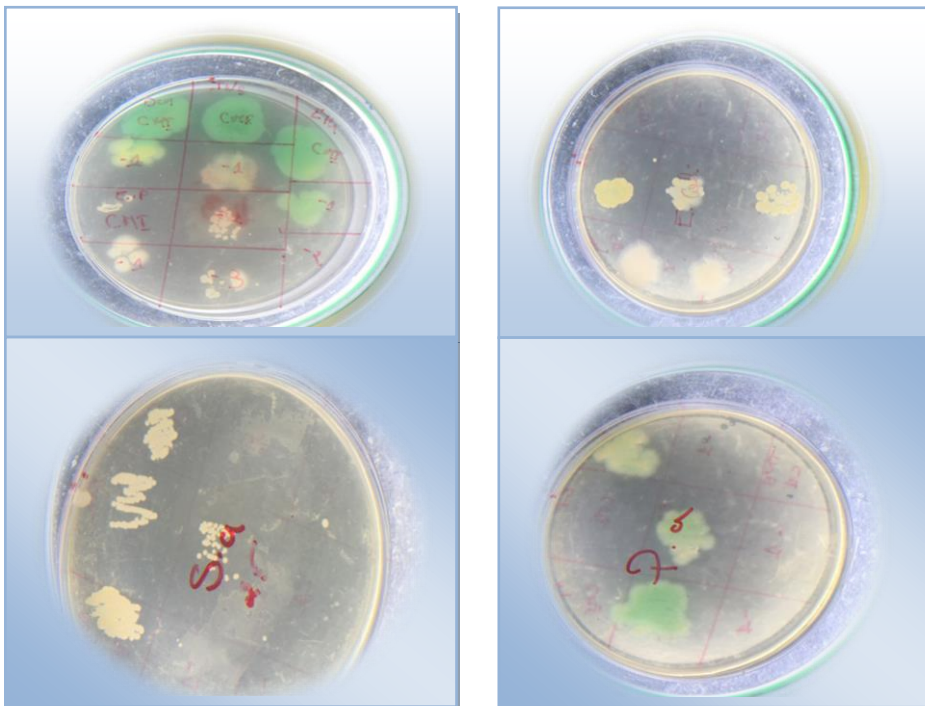
## Annexe

Ingrédients	Les mesures
Pomme de terre	200 g
Dextrose/Glucose	15,0g
Agar - agar	20,0 g
Eau distillée	1 L
pH	5,6

**Annexe 5 :** Composition de Gélose dextrose de pomme de terre (PDA).



**Annexe 6 :** Les figures de l'interaction synergique de l'huile avec quelque antibiotique.



**Annexe 7 :** Les résultats de CMB